

Aus dem Institut für Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. Heiner Fangerau

**Die Geschichte der Herzchirurgie der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf**

Ein Beispiel für Spezialisierung und Multiprofessionalität in der
Medizin

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Louisa Farghaly

2022

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Arno Krian

Zweitgutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Hubert Schelzig

Für meinen Opa

Zusammenfassung

In der Geschichte der Medizin der Moderne sind zwei bedeutsame Phänomene zu beobachten: Spezialisierungstendenz und multiprofessionelle Zusammenarbeit. Die zunächst als Gegensätze imponierenden Phänomene erweisen sich nach eingehender Analyse letztlich als Teile eines Prozesses, der anhand der Geschichte der herzchirurgischen Klinik der Heinrich-Heine-Universität beispielhaft zu demonstrieren ist.

Ziel der Arbeit ist die Beschreibung der Spezialisierung von einer allgemeinchirurgischen hin zu einer eigenständigen herzchirurgischen Klinik. Diese Entwicklung ist nicht nur frühzeitig von Multiprofessionalität geprägt, vielmehr erweist sich diese als unerlässliche Voraussetzung des darzustellenden Prozesses. Die Zusammenhänge, die letztlich zur Entstehung eines fachrichtungs-übergreifenden Herzzentrums in Düsseldorf, als Teil eines umfassenden Netzwerks führten, werden als wichtige Elemente eines modernen medizinischen Entwicklungsprozesses gesehen. Deren Beschreibung und Analyse sollen die Bedeutung der wichtigsten Faktoren hinsichtlich der Etablierung des Herzzentrums erkennen lassen.

Zur Bearbeitung dieser Fragestellung standen neben zeitgenössischen Publikationen und aktueller Sekundärliteratur das Archiv der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG), das Stadtarchiv der Stadt Düsseldorf, das Universitätsarchiv Düsseldorf, sowie Filmmaterial mit Zeitzeugeninterviews, bereitgestellt durch die DGTHG, und persönliche Mitteilungen von Zeitzeugen zur Verfügung.

Die Auswertung des gesammelten Materials ergab zum einen, dass von Beginn an eine herzmedizinische Spezialisierungstendenz in Düsseldorf vorhanden war: Neben der Inneren Medizin, Chirurgie und Pädiatrie fokussierten auch die radiologische Klinik, die Institute für Pharmakologie, Physiologie und Pathologie, Mikrobiologie und Virologie ihre klinische und theoretische Arbeit auf Herzerkrankungen. Für den Erfolg der Spezialisierung war mithin eine multiprofessionelle Zusammenarbeit unumgänglich, in deren Rahmen sich seit 1946 ein immer umfassenderes Netzwerk entwickelte. Beispiele, wie die Etablierung neuer Verfahren der kardiologischen Diagnostik, der „Offenen“ Herzchirurgie, sowie der perioperativen Intensivmedizin und Kardiotechnik veranschaulichen diesen Prozess. Die Beziehung zwischen Spezialisierung und Multiprofessionalität wird vor allem im Rahmen der Darstellung des Entwicklungsprozesses der Klinik für Anästhesiologie deutlich, deren Eigenständigkeit in besonderem Maß durch die wechselseitige Beziehung zum herzchirurgischen Fortschritt in Düsseldorf forciert wurde. Insgesamt veranschaulicht dieser Prozess die Entstehung eines herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf, dass durch die Integration von medizinischen Assistenzberufen, im Besonderen Pflegepersonal und Kardiotechnik, nicht lediglich Interdisziplinarität, sondern Multiprofessionalität verkörpert.

Zusammengefasst spiegelt sich in der Entwicklung der Herzchirurgie der HHU Düsseldorf beispielhaft die enge Beziehung von Spezialisierung und Multiprofessionalität wider. So erreichte die herzchirurgische Klinik sowohl im nationalen, wie internationalen Vergleich eine herausragende Position. Bei der Analyse dieser gesamten Entwicklung, die als Lernprozess bezeichnet werden kann, lässt sich Polanyis Theorie des impliziten Wissenserwerb in vielen Facetten anwenden.

Abstract

Two significant, central phenomena can be observed in the history of medicine of the 19th and 20th centuries: firstly, a tendency towards specialization and secondly multiprofessional cooperation. These phenomena, which initially appear to be antithetical entities, ultimately turn out to be parts of a joint process that can be exemplified by the history of the clinic of cardiac surgery at Heinrich Heine University Düsseldorf. It is necessary to regard the international history of cardiac surgery as a basis of this analysis.

The aim of this work is to describe the process of specialization, leading from a general surgical clinic to an independent clinic of cardiovascular surgery. Multiprofessionality at an early stage does not only characterize this development, but it also proves to be an indispensable prerequisite for the process to be described. These constituent elements that ultimately led to the emergence of a multidisciplinary Heart Center in Düsseldorf as part of a comprehensive network are seen as important parts of the modern medical development process. The description and analysis of the aforementioned elements are intended to reveal the significance of the most important factors regarding the establishment of the heart center.

In addition to contemporary publications and current secondary literature, the archives of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery (Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)), the municipal archive of the city of Düsseldorf and the university archives of Düsseldorf were studied in order to address these questions. Furthermore, recorded interviews with contemporary witnesses provided by the DGTHG and live interviews with contemporary witnesses were analyzed to support the theoretical content with eyewitness accounts.

The analysis of the data collected showed that there was a tendency to specialize in heart-medicine in Düsseldorf from the very beginning: In addition to internal medicine, surgery and pediatrics, the radiology clinic, the institutes of pharmacology, physiology and pathology, microbiology and virology also focused their clinical and theoretical work on cardiac diseases. This kind of indispensable multiprofessional cooperation, that began in 1946, led to the formation of a comprehensive network, which was the most crucial factor for successful specialization. Suitable examples such as the establishment of new procedures in cardiological diagnostics, "open" heart surgery, as well as perioperative intensive care and cardio technology illustrate this process. The relationship between specialization and multiprofessionality becomes particularly clear in the presentation of the development process of the Clinic of Anesthesiology. Because of reciprocal, positive interaction between anesthesiology and cardiac surgery, both became early self-contained medical disciplines in Düsseldorf, now known to be highly specialized pioneers in their respective fields. Overall, this process exemplifies the formation of a heart-medicine based network in Düsseldorf, which is characterized by the integration of a multitude of medical disciplines, as well as the specialization of medical assistance staff. Not only interdisciplinary, but also multiprofessional cooperation is presented.

In summary, the development of cardiac surgery at HHU Düsseldorf exemplarily reflects the close relationship between specialization and multiprofessional cooperation. Thus, the clinic of cardiac surgery achieved a leading position both in national and international comparison. During the analysis of this development, which can be characterized as a learning process, important principles of Polanyi's scientific theory of tacit knowledge acquisition were applicable in many facets.

Abkürzungsverzeichnis

AATS	<i>American Association for Thoracic Surgery</i>
ACVB	Aortocoronarer Venenbypass
ASD	<i>Atrial Septal Defect</i> /Vorhofseptumdefekt
bzw.	beziehungsweise
CO₂	Kohlenstoffdioxid
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGTGH	Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie
EACTS	<i>European Association für Cardio-Thoracic Surgery</i>
ECMO	Extrakorporale Membran Oxygenierung
EKZ	Extrakorporale Zirkulation
d.h.	das heißt
evtl.	eventuell
geb.	geboren
ggf.	gegebenenfalls
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HOCM	Hypertrophie obstruktive Kardiomyopathie
HTx	Herztransplantation
IABP	Intraaortale Ballongegenpulsation
IBM	<i>International Business Machine</i>
IMA	<i>Internal Mammary Artery</i>
ITA	<i>Internal Thoracic Artery</i>
KHK	Koronare Herzkrankheit
Mitarb.	Mitarbeiter
NSDAP	Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei
PCI	Perkutane koronare Intervention
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
SFB	Sonderforschungsbereiche
s.o.	siehe oben
sog.	sogenannte
s. S.	siehe Seite
STS	<i>The Society of Thoracic Surgeons</i>
s.u.	siehe unten
TGA	Transposition der großen Arterien
u.a.	unter anderem
UAD	Unversitätsarchiv Düsseldorf
VSD	<i>Ventricular Septal Defect</i> /Ventrikelseptumdefekt
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG.....	1
2 MATERIAL UND METHODIK	8
Spezialisierung.....	10
Interdisziplinarität, Multiprofessionalität und herzmedizinische Netzwerke	11
Tacit-Knowledge – Impliziter Wissenserwerb.....	12
2.1 Quellenkritik	15
3 ERGEBNISSE	18
3.1 Geschichte der Herzchirurgie.....	18
3.1.1 Beginn der Herzchirurgie	18
3.1.2 Epoche der Pioniere 1896-1945.....	22
Meilensteine, „Landmarks“ der Herzchirurgie.....	22
Grundlegende Entdeckungen und wegweisende medizinische Beiträge	32
3.1.3 Beginn und Etablierung der modernen Herzchirurgie 1945-1992	41
Die Pioniere – 1945-1955.....	41
Die Etablierung – 1955-1992	70
3.2 Geschichte der Herzchirurgie der Universität Düsseldorf	125
3.2.1 Beginn der Herzchirurgie in Düsseldorf	125
Gründung der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie.....	125
Freys chirurgisches Wirken in Düsseldorf	126
3.2.2 Die Ära Derra – Pionierphase – Etablierung	133
Derras chirurgisches Wirken in Düsseldorf	133
3.2.3 Die Ära Bircks – Standardisierung und Weiterentwicklung	162
3.3 Interdisziplinäre Zusammenarbeit als Grundlage der Entwicklung eines multiprofessionellen Herzzentrums – Das Beispiel Düsseldorf.....	184
Einleitung – Vorbemerkungen	184
3.3.1 Die Rolle der Inneren Medizin	186
3.3.2 Die Rolle der Kinderheilkunde	194
3.3.3 Entstehung der Anästhesie und ihre Rolle im Herzzentrum Düsseldorf	198
3.3.4 Die Rolle der Pathologie.....	210
3.3.5 Die Rolle der Physiologie.....	216
3.3.6 Die Rolle der Pharmakologie.....	219
3.3.7 Die Rolle der Radiologie	223
3.3.8 Die Rolle der Mikrobiologie	226
3.4 Auswirkungen der Entstehung des neuen Fachgebiets Herzchirurgie.....	229
3.4.1 Etablierung neuer medizintechnischer Errungenschaften	230
Rollerpumpen als Voraussetzung für den Einsatz der Herz-Lungen-Maschinen.....	230
Die ersten Herz-Lungen-Maschinen.....	232
Intraaortale Gegenpulsation	238
Herzschrittmacher.....	240
Nahtmaterial	241
3.4.2 Intensivstationen als neue medizinische Einrichtungen.....	245
3.4.3 Neue Berufsbilder – Kardiotechnik	251
3.5 Herausragende Beispiele der Interdisziplinarität und Multiprofessionalität im Herzzentrum.....	257
3.5.1 Die Zusammenarbeit in den Sonderforschungsbereichen	257
Sonderforschungsbereich 30 – Kardiologie	257
Sonderforschungsbereich 242 – Koronare Herzkrankheit.....	257
3.5.2 Die randomisierte Herzklappenstudie	261

3.5.3 Die Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien	266
3.5.4 Herzchirurgie und Nierenfunktionsstörungen	268
3.5.5 Die Therapie der Transposition der großen Arterien (TGA)	274
3.6 Wissenserwerb in der Chirurgie als <i>Tacit Knowledge</i> – Lernprozess der frühen internationalen und Düsseldorfer Herzchirurgen	280
4 DISKUSSION.....	288
4.1 Vergleich der internationalen Geschichte Herzchirurgie mit den Entwicklungen der Herzchirurgie in Düsseldorf	288
4.2 Kritische Beurteilung der interdisziplinären und multiprofessionellen Zusammenarbeit	295
4.2.1 Kritische Beurteilung der Arbeit der Sonderforschungsbereiche	303
4.2.2 Kritische Beurteilung der randomisierten Herzklappenstudie	306
4.2.3 Kritische Beurteilung der Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien	309
4.2.4 Kritische Beurteilung von Herzchirurgie und Nierenfunktionsstörungen	311
4.2.5 Kritische Beurteilung der Therapie der Transposition der großen Arterien.....	314
4.3 Beurteilung und kritisches Hinterfragen der Folgen der Entstehung der Herzchirurgie	317
4.4 Bewertung des <i>Tacit Knowledge</i> Konzepts	323
5 SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	328
6 LITERATURVERZEICHNIS	331
7 ANHANG	385
7.1 Chronologie der Herzmedizin	385
7.1.1 Eingriffe der Kardiovaskularchirurgie.....	385
7.1.2 Hilfsmittel zum Fortschritt der Kardiovaskularchirurgie.....	389
7.1.3 Wegweisende Beiträge zur Entwicklung der Herzmedizin	391
7.1.4 Literatur.....	394
7.2 Chronologie der Entwicklung der Herzchirurgie in Düsseldorf	405
7.2.1 Chronologie der Entwicklung der Herzchirurgie in Düsseldorf.....	405
7.2.2 Kurzbiografie Frey	411
7.2.3 Kurzbiografie Ernst Derra	413
7.2.4 Kurzbiografie – Wolfgang Bircks	416
7.2.5 Kurzbiographie Martin Zindler	418
7.2.6 Dokumente zur Geschichte der Düsseldorfer Herzchirurgie	420
7.3 Entwicklungsstufen des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf	424
7.3.1 Frühe herzmedizinische Zusammenarbeit ab 1907	424
7.3.2 Weiterentwicklung der herzmedizinischen Zusammenarbeit – beginnende Spezialisierung.....	425
7.3.3 Netzwerk eines interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf.....	426
7.3.4 Multiprofessionelles Netzwerk im Sinne eines Herzzentrums in Düsseldorf.....	427
7.4 Bildnachweise	428
8 QUELLEN.....	430
9 DANKSAGUNG	1

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Spezialisierung, Disziplinierung, Professionalisierung	S. 11
Abb. 2	Wegweisende medizinische Beiträge	S. 32
Abb. 3	Prof. Dr. med. Emil Karl Frey	S. 126
Abb. 4	Prof. Dr. med. Ernst Derra	S. 133
Abb. 5	Mayo-Gibbon II	S. 153
Abb. 6	Spezialisierungsweg der chirurgischen Klinik	S. 159
Abb. 7	Prof. Dr. med. Wolfgang Bircks	S. 162
Abb. 8	„Offene Herzchirurgie“ Chirurgische Universitätsklinik Düsseldorf	S. 176
Abb. 9	Netzwerk eines interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf	S. 183
Abb. 10	Multiprofessionelles Herzzentrum	S. 226
Abb. 11	Rheinische Post, 16.11.2020	S. 418
Abb. 12	Rheinische Post, 30.01.1962	S. 419
Abb. 13	Rheinische Post, 14.12.1961	S. 420
Abb. 14	Benennungsurkunde Prof. Dr. med. Wolfgang Bircks	S. 421
Abb. 15	Basis der frühen herzmedizinischen Zusammenarbeit	S. 422
Abb. 16	Weiterentwicklung der herzmedizinischen Zusammenarbeit	S. 423
Abb. 17	Entwicklung eines interdisziplinären Netzwerks	S. 424
Abb. 18	Entwicklung eines multiprofessionellen Netzwerks	S. 425

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Herzmedizinische SFB	S. 254
Tabelle 2	Eingriffe der Kardiovaskularchirurgie	S. 383
Tabelle 3	Hilfsmittel zum Fortschritt der Kardiovaskularchirurgie	S. 387
Tabelle 4	Wegweisende Beiträge zur Entwicklung der Herzmedizin	S. 389

1 Einleitung

In der Geschichte der Medizin der Moderne ist sehr früh eine Entwicklung zu beobachten, deren Tendenz durch zwei Phänomene zu charakterisieren ist, die vordergründig als Gegensätze imponieren: einerseits die Differenzierung hin zu Spezialgebieten, andererseits die Verflechtung im Sinne einer fachrichtungsübergreifenden Kooperation.

Eine Analyse des Verlaufs der Entwicklung der Medizin demonstriert jedoch beeindruckend und nachdrücklich, dass es sich um zwei Phänomene handelt, die tatsächlich so eng miteinander verknüpft sind, dass sie als Bestandteile einer Tendenz aufzufassen sind.

Hinsichtlich der Spezialisierung geht Weisz davon aus, dass der immer stärker aufkommende Wunsch nach Wissenserweiterung in der Medizin eine Ausdifferenzierung in verschiedene Fachgebiete unumgänglich machte.¹ Eulners zentrale These beinhaltet hingegen den Gedanken, dass die Menge des Wissens das Potenzial einer einzelnen Person überschreite und die „systematische Aufteilung der Kompetenzen“ mit anschließender interdisziplinärer Zusammenarbeit die Weiterentwicklung der Medizin ermögliche.²

Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung ist aus seiner Sicht ausschlaggebend für den medizinischen Fortschritt und damit für die Entstehung medizinischer Spezialgebiete.³

Die Verbindung der klinischen Medizin mit theoretischen Fächern wie Biochemie, Chemie, Pharmakologie und Physiologie beschreibt Eulner als „horizontale Spezialisierungstendenz“.⁴ Diese zeichne sich durch Zusammenarbeit der theoretischen Fachrichtungen mit den neu entstandenen klinischen Spezialfächern aus. Oberstes Ziel dieser Neuerung sei eine optimale Patientenversorgung.

Spezialisierung bedeutet somit die Differenzierung eines Aufgabenbereiches in mehrere Subdisziplinen auf Grund zunehmenden Wissenszuwachs. Kennzeichnend für diesen Prozess ist die gemeinsame allgemeine Wissensbasis der Subdisziplinen, auf die zu jeder Zeit zurückgegriffen werden kann.⁵ Diese medizinhistorische Entwicklung erweitert die individuellen Entfaltungsmöglichkeiten, da sie, wie Gelfand beschreibt, die „freie Wahl“ der

¹ G. Weisz, „The Emergence of Medical Specialization in the Nineteenth Century,“ *Bulletin of the History of Medicine* 77, 3 (2003), S. 536-574

² H. H. Eulner, *Die Entwicklung der medizinischen Spezialfächer an den Universitäten des deutschen Sprachgebietes* (Stuttgart: Enke, 1970), S. 1

³ Ebd., S. 25.

⁴ Ebd., S. 26.

⁵ T. Gelfand, „The Origins of a Modern Concept of Medical Specialization: John Morgan's "Discourse" of 1765,“ *Bulletin of the History of Medicine* 50, 4 (1976), S. 518

eigenen Spezialisierung bietet.⁶ 1972 widmete der amerikanische Herzchirurg Hanlon seine „Honored Speaker's Adress“ des 52. Annual Meeting of „The American Association for Thoracic Surgery“ (AATS) in Los Angeles der Thematik der medizinischen Spezialisierung, bezogen auf historische, wie aktuelle Sachverhalte:⁷ Er sieht u.a. die Aufteilung der Medizin in die unterschiedlichen Organsysteme als ausschlaggebend für die Spezialisierungsentwicklung. Hierzu zitiert er Herodotus, der berichtet, dass sich bereits im alten Ägypten Ärzte als Spezialisten für bestimmte Körperregionen, wie Kopf, Zähne oder Augen, bezeichneten.⁸ Medizinische Spezialisierung sei daher von Beginn an ein fester Bestandteil der medizinischen Geschichte, der konsequent den Entwicklungsprozess prägte. Wichtig ist dabei, dass Spezialisierungsbestrebungen immer wieder auch kritisch gesehen wurden, da sie die Einheit der Medizin und einen ganzheitlichen Blick auf Patienten gefährdeten.⁹ Entsprechend fordert Hanlon abschließend, die multiprofessionelle Zusammenarbeit als Optimum der zunehmenden Spezialisierung im Hinblick auf die bestmögliche Patientenbetreuung zu erstreben.¹⁰ In Analogie zu Hanlon's Ausführungen sei auf die Eröffnungsansprache von Josef Koncz, dem federführenden Gründer der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG), anlässlich der 14. Thoraxchirurgischen Arbeitstagung in Bad Nauheim 1969 hingewiesen.¹¹ In beeindruckender Weise erläutert und begründet er die Notwendigkeit einer Spezialisierung zur Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, wobei er sich ausdrücklich auch auf die „...in Amerika entwickelten Organisationsformen“ bezieht.¹²

Der zunächst als Gegensatz imponierende Begriff der Disziplinierung ist im medizinischen Entwicklungsprozess ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Während Spezialisierung die Verfolgung individueller Interessen auf einer gemeinsamen Wissensbasis bedeutet, steht im

⁶ Ebd., S. 519.

⁷ C. R. Hanlon, „Specialization in medicine,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 64, 2 (1972), S. 179-185

⁸ Ebd., S. 180.

⁹ H. Fangerau und C. Imhof, "Medizinische Spezialisierung: Wege der Urologie in beiden deutschen Staaten und die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Urologie der DDR," in *Urologie 1945–1990: Entwicklung und Vernetzung der Medizin in beiden deutschen Staaten*, Hrsg. T. Halling, F. H. Moll, und H. Fangerau (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015), S. 23-25

¹⁰ Hanlon, (1972), S. 184-185

¹¹ J. Koncz, „Eröffnung und Begrüßung der 14. Thoraxchirurgischen Arbeitstagung in Bad Nauheim,“ *Thoraxchirurgie Vaskuläre Chirurgie, aus dem Archiv der DGTHG* 17, 5 (1969), S. 357-361

¹² Ebd., S. 359.

H. Fangerau, "The Professionalization of medicine in Germany during the 18th and 19th centuries," in *Transaction in medicine and heteronomous modernization. University of Tokyo CP Booklet 9*, Hrsg. S. Sakai et al. (Tokyo: 2009), S. 50-52

Rahmen der Disziplinierung die Vorgabe eines spezifischen Aufgabenfeldes, somit die Einengung auf differenzierte Vorgehensweisen im Fokus. Die gemeinsame Wissensbasis ist zunächst zweitrangig.

Es entstehen daher sog. „Expertisen“: Spezifische Innovationen bleiben Eigentum einer medizinischen Subdisziplin und werden nicht an andere Fachrichtungen weitergeben.

Trotz dieser Gegensätze sind Spezialisierung und Disziplinierung miteinander verwoben: Im Rahmen des Spezialisierungsprozesses erfolgt neben individueller Entfaltung die Verständigung auf standardisierte Vorgehensweisen, somit Disziplinierung.

Die Kombination aus Spezialisierung und Disziplinierung führt letztlich zur Professionalisierung. Der Begriff der Professionalisierung ist soziologisch geprägt und beinhaltet vier zentrale Merkmale, die beschreiben, wie ein Aufgabenfeld zur „Profession“ wird. Dazu zählen ein geschlossener Markt, eine staatlich anerkannte Qualifikation aufgrund wissenschaftlicher Ausbildung, fachliche Selbstkontrolle, eine Berufsethik sowie die Organisation in Verbänden.¹³

Diese allgemeinen Entwicklungen der Medizin sind ebenfalls auf den historischen Professionalisierungsprozess der Chirurgie anzuwenden. Analog hierzu lässt frühzeitig in der Chirurgie eine richtungsweisende Denkweise zu wissenschaftlich basiertem Handeln erkennen.

So resultiert das heutige medizinische Fachgebiet Chirurgie aus zwei Strömungen, die die definitive Entwicklung der Fachrichtung bewirkten: Einerseits stellte die handwerkliche, vorwiegend praktisch orientierte Arbeit, für die beispielhaft die Barbierchirurgen, Feldscher stehen, eine bedeutende Basis dar. In diesem Zusammenhang beschreibt Eulner als herausragende Besonderheit der Chirurgie, dass das Militärwesen allgemein und die Kriege im Besonderen die Weiterentwicklung dieses Fachgebietes förderten.¹⁴ Für lange Zeit und vordergründig zählten praktische Fertigkeiten, über die, außer den in der Militärchirurgie Tätigen, Feldschern, Wundärzten, auch eine weitere Gruppe recht unterschiedlicher Akteure verfügten. In der Regel ermangelte es den Genannten an einer akademischen oder wissenschaftlichen Ausbildung. Sie führten beispielhaft Zahnextraktionen, Entfernungen von Blasensteinen, Behandlung von Bauchwandbrüchen und Entlastung von Vereiterungen

¹³ W. U. Eckart und R. Jütte, *Medizingeschichte : eine Einführung*, 2., überarb. und erg. Aufl. (Köln u.a.: Böhlau, 2014), S. 354

¹⁴ Eulner, (1970), S. 297-298

durch.¹⁵ Im militärischen Bereich waren es im Wesentlichen blutstillende Maßnahmen und Amputationen.¹⁶ Andererseits gab es daneben zur selben Zeit Chirurgen mit akademischer Bildung, die nicht selten über umfangreiches theoretisches Wissen verfügten. Häufig mangelte es ihnen jedoch wiederum an praktischen Fertigkeiten.¹⁷

Die mit der Moderne verbundene stürmische Entwicklung der Naturwissenschaften allgemein bewirkte im Gefolge auch einen Strukturwandel der Medizin. Für die Chirurgie bedeutete die zunehmende Integration in die Universitäten die definitive Herausbildung einer akademisch basierten Chirurgie. Als entscheidende Phase für die wesentlichen Schritte sah Czerny um 1900 das ganze abgelaufene 19. Jahrhundert.¹⁸

Zu dieser Weiterentwicklung der Chirurgie zählen auch Eingriffe am Herzen, die zunächst und für längere Zeit unter dem Oberbegriff „Brustkorbchirurgie“ ausschließlich als Ausweitung des Faches auf neue Organsysteme, Herz, Lunge und große thorakale Gefäße, verstanden wurden, sodass diese Entwicklung erst zu einem späteren Zeitpunkt als Spezialisierungsprozess definiert werden kann.

Allerdings fand die Erweiterung des chirurgischen Spektrums kein allgemeines Verständnis und war nicht unumstritten. Vielmehr ist das Umfeld gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch zwei entgegengesetzte Vorstellungen illustriert: So werden aus dem europäischen Bereich Vorstellungen berichtet, die Eingriffe am Herzen für nicht durchführbar erklärten und sie daher grundsätzlich ablehnten bzw. verurteilten. Beispielhaft sei Stephen Paget zitiert, der 1886 seine Überzeugung äußerte, „dass die Natur der Chirurgie am Herzen Grenzen setze, so dass er die praktische Durchführung einer Herznaht für unmöglich halte“.¹⁹

Auch im deutschen Sprachraum lehnten einflussreiche Chirurgen diese Operationen zunächst strikt ab. So soll Theodor Billroth geäußert haben: „Der Chirurg, der jemals versuchen würde, eine Wunde des Herzens zu nähen, kann sicher sein, daß er die Achtung seiner Kollegen für immer verlöre“.²⁰ Indes ist nicht zweifelsfrei belegt, dass Billroth diese radikale Aussage wirklich getroffen hat, da sie auf einer mündlichen Überlieferung beruht. Karl-Ludwig Schober gibt zu bedenken, dass es sich nicht eher um einen Überlieferungsfehler

¹⁵ Weisz, (2003), S. 540

¹⁶ M. Sachs, *Geschichte der operativen Chirurgie / Bd. 1 : Historische Entwicklung chirurgischer Operationen* (Heidelberg: Kaden, 2000), S. 41

¹⁷ Eulner, (1970), S. 295

¹⁸ Zitiert nach H. Schipperges, *Geschichte der Medizin in Schlaglichtern* (Bibliographisches Institut & FA Brockhaus AG, 1990), S. 129 S. 129

¹⁹ S. Paget, *The surgery of the chest* (Wright, 1896), S. 121

²⁰ K. H. Bauer, *Aphorismen und Zitate für Chirurgen* (Springer-Verlag, 2013), S. 17

handeln könne.²¹ Schriftlich belegt ist hingegen Billroths Aussage, gemeinsam mit Franz von Pitha in seinem „Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie“ 1865, dass die Parazentese des hydropischen Herzbeutels „Prostitution der chirurgischen Kunst“ oder eine „chirurgische Frivolität“ sei.²²

Den negativen Äußerungen und Einstellungen steht die Tatsache gegenüber, dass in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine Reihe unterschiedlicher Prozeduren im Bereich des Herzens dokumentiert sind. Diese waren jedoch entweder nicht erfolgreich verlaufen, wie z.B. Herznähte, oder sie betrafen nicht das Herz selbst – Perikarddrainagen und Perikardpunktionen.²³ Erwähnenswert ist auch der Beitrag von Herbert Milton, der 1897 die Sternotomie als „einfachen Zugangsweg zum Herzen“ beschreibt und dabei gleichzeitig prophezeit: „Die Herzchirurgie ist zwar noch im Stadium der Kindheit, aber es erfordere nicht übergroße Anstrengungen, um sich plastische Operationen an Klappenerkrankungen vorzustellen“.²⁴

Diese Eingriffe sowie die Hinweise auf Techniken und Visionen, belegen beispielhaft und stellvertretend für weitere, dass das Umfeld und die Zeit für die angesprochene Ausweitung der Chirurgie bereit waren. So beschreibt Stephen Westaby mit seiner Feststellung, „*The second half of the 19th century saw a tremendous amount of work on the heart and circulation, with the eventual evolution of medical specialization*“, nicht nur die allgemeine Entwicklung des Wissens um das Herz-Kreislauf-System, sondern formuliert gleichzeitig die Möglichkeit hin zur Spezialisierung.²⁵

Vor diesem Hintergrund, insbesondere auch mit Blick auf die geschilderten Bedingungen, stellt die erfolgreiche Operation von Ludwig Rehn 1896 in Frankfurt, bei der er eine Stichverletzung des Herzens vernähte, uneingeschränkt eine „Pioniertat“ dar.²⁶ Sie gilt als Geburtsstunde der Herzchirurgie, denn hiermit war im Sinne einer „Initialzündung“

²¹ K. L. Schober, „The quotation about the heart,“ *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 29, 03 (1981), S. 131-137

²² F. von Pitha, *Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie : mit Einschluss der topographischen Anatomie, Operations- und Verbandlehre; Atlas / Bd. 3, Abt. 2, A: Specielle topographische Chirurgie, Operations- und Verbandlehre* (Erlangen u.a.: Enke, 1882), S. 163

²³ D. J. Larrey, *Chirurgische Klinik : eine Sammlung von Erfahrungen in den Feldzügen und Militärhospitalern von 1792 bis 1829*, 1. (Germany, Europe: Leipzig [u.a.] : Leske, 1831), S. 360-372

D. H. Williams, „Stab wound of the heart and pericardium - suture of the pericardium- recovery - Patient alive three years afterward “ *Medical Record (1866-1922)* 51, 13 (1897), S. 437-439

²⁴ H. Milton, „Mediastinal surgery,“ *The Lancet* 149, 3839 (1897), S. 875

²⁵ S. Westaby, *Landmarks in cardiac surgery*, Repr. (Oxford: ISIS Medical Media, 1998), S. 21

²⁶ L. Rehn, „Ueber Penetrierende Herzwunden und Herznaht,“ *Archiv für klinische Chirurgie* 55 (1897), S. 315-329

maßgeblich der Weg zur Herzchirurgie und zur Entstehung einer neuen Fachrichtung als Spezialisierungsprozess geebnet.

Die weitere herzchirurgische Entwicklung profitierte ganz wesentlich vom Wissenszuwachs anderer Fachdisziplinen, im Sinne einer wechselseitigen Förderung und unterstützender Beeinflussung: Wie im Weiteren detaillierter erläutert, gilt dies für ein breites Spektrum wissenschaftlicher Grundlagenforschung, theoretischer, praktischer und klinischer Fortschritte, wie insbesondere auch technischer Errungenschaften und spezialisiertem medizinischen Assistenzpersonal. Beispielhaft seien die innere Medizin, die Anatomie und Pathologie, die Physiologie, die Kinderheilkunde, die Pharmakologie, die Radiologie, die Anästhesie und die Intensivmedizin angeführt.²⁷ Wie bereits angedeutet, stellen die intensiven, wechselseitigen Beziehungen zwischen der Medizintechnik im umfassenden Sinne und der Herzchirurgie, sowie die Integration spezialisierten Krankenpflegepersonals und Operationspflegepersonals nicht nur eine Besonderheit innerhalb der Chirurgie dar. Vielmehr ist der entscheidende Schritt zur kardiochirurgischen Etablierung ohne diese Kooperation nicht zu realisieren gewesen, sodass sie nicht lediglich interdisziplinär, sondern multiprofessionell wird. Sie überschreitet die medizinischen und ärztlichen Grenzen. Um diesen komplexen Prozess umfänglich verstehen und nachvollziehen zu können, erscheint es unerlässlich, zunächst einen orientierenden Überblick über die Entwicklung der neuen chirurgischen Fachrichtung Herzchirurgie auf internationaler Ebene zu vermitteln. Dazu können wir uns heute auf eine Vielzahl von Arbeiten und Übersichtswerken beziehen. Erleichtern soll diesen Überblick eine Strukturierung, die sowohl die wichtigsten Einzelschritte wie die zeitliche Abfolge berücksichtigt: Es bietet sich an und wurde verschiedentlich vorgeschlagen, die Zeit zwischen Ludwig Rehns erfolgreicher Herznaht 1896 und die der modernen Herzchirurgie bis zum Jahr 2000 in zwei große Phasen zu unterteilen.²⁸

In einer aus heutiger Sicht ersten Phase von 1896 bis 1944 erfolgten herzchirurgische Operationen überwiegend als Einzeleingriffe verschiedener Chirurgen und nur selten kleineren Serien. Diese Phase ist gut als eine *Epoche der Pioniere* charakterisiert. Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs, ab 1945, ist eine zweite Phase zu beobachten, in der

²⁷ L. W. Stephenson, "History of Cardiac Surgery," in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, Hrsg. J. A. Norton et al. (New York, NY: Springer New York, 2008), S. 1471

E. A. Hessel, "History of cardiac surgery and anesthesia," in *Cardiac anesthesia principles and clinical practice. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co*, Hrsg. F. G. Estafanous, P. G. Barash, und J. G. Reves (Lippincott Williams & Wilkins, 2001), S. 29

²⁸ Vortrag Arno Krian, 2015, Universität Düsseldorf, siehe Archiv DGTHG

herzchirurgische Eingriffe in größerer Anzahl durchgeführt und allmählich standardisiert werden. Diese darf als eine *Epoche der Etablierung* beschrieben werden. Diese Phase ist im Wesentlichen gegen Ende des 20. Jahrhunderts abgeschlossen, wobei sich bereits im Laufe der 90iger Jahre des 20. Jahrhunderts eine gewisse „Plateau-Bildung“ hinsichtlich der qualitativen, wie quantitativen Entwicklung abzeichnete.

Verfolgt und vergleicht man diese Entwicklung im nationalen wie internationalen Bereich, fällt auf, dass die Geschichte der Herzchirurgie an der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf eindrucksvoll die jeweiligen Etappen auf dem Weg zur modernen Herzchirurgie widerspiegelt. Die geschilderte schrittweise Entwicklung des neuen Fachgebiets Herzchirurgie auf der Basis einer multiprofessionellen Zusammenarbeit kann beispielhaft an der Geschichte der Herzchirurgie an der Universität Düsseldorf beobachtet werden.²⁹ Nach eingehender Literaturrecherche zeigt sich, dass zu dieser Thematik, mit Ausnahme von Hallings und Vögeles „100 Jahre Hochschulmedizin“, aktuell wenig Sekundärliteratur vorhanden ist.³⁰

Es ist daher das Ziel der Arbeit, den Weg von einer allgemeinchirurgischen Klinik hin zu einer spezialisierten kardiochirurgischen Abteilung in Düsseldorf umfassend zu skizzieren und zu eruieren, wodurch der Prozess der Spezialisierung sowie der nationalen und internationalen Entwicklung beeinflusst wurde. Im Besonderen sollen Interdisziplinarität und Multiprofessionalität als zentrale Leitmotive des kardiochirurgischen Entwicklungsprozesses analysiert werden. Bei dieser Prägung der chirurgischen Fachrichtung kommt einem weiteren Sachverhalt, der oftmals nur sekundär qualifiziert wird, eine sehr grundsätzliche Bedeutung zu: dem impliziten Wissenserwerb. Daher sollte ein Bezug zu Polanyis Theorie zu implizitem Wissen, „*Tacit Knowledge*“, hergestellt werden, die entscheidende Vorgänge der Spezialisierungs- und Professionalisierungsprozessen sowie multiprofessioneller Zusammenarbeit verdeutlichen kann. Vor allem soll die Frage beantwortet werden, welche Besonderheiten an diesem Standort und zu dieser Zeit die Entstehung einer bedeutenden kardiochirurgischen Klinik, die zu den führenden Deutschlands gehörte, und eines multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks begünstigten und welche Folgen diese Entwicklung hatte.

²⁹ Wegen der Entwicklung der Medizinischen Akademie (1907) zur HHU-Universität (1988) wird im weiteren Text als Synonym der Begriff Universität Düsseldorf verwendet.

³⁰ T. Halling und J. Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, Hrsg. T. Halling und J. Vögele (Düsseldorf: düsseldorf university press, 2007)

2 Material und Methodik

Zur Beantwortung der verschiedenen Aspekte der Fragestellung waren unterschiedliche Vorgehensweisen notwendig.

Zunächst musste ein detaillierter Überblick über die wichtigsten Meilensteine der internationalen, nationalen und Düsseldorfer Geschichte der Herzchirurgie erstellt werden. Hierzu waren aus dem speziellen Schrifttum - neben den zahlreichen Originalartikeln als Primärliteratur - Bücher, Buchbeiträge und Übersichtsarbeiten hilfreich. Sie wurden sorgfältig und intensiv bewertet, die Resultate sind vollständig zitiert.

Im Hinblick auf die historischen Ereignisse in Düsseldorf konzentrierte sich die Literaturrecherche hauptsächlich auf Primärliteratur.

Wichtige Quellen der literarischen Grundlage waren die medizinische und medizinhistorische Bibliothek an der Universität Düsseldorf. Ergänzend standen die Vielzahl der Texte in Datenbanken, wie Pubmed oder Livivo zur Verfügung und waren durch systematische Literatursuche verfügbar.

Auch das Archiv der DGTHG bot Möglichkeiten zur Literaturrecherche. Neben schriftlichen Quellen stand hier auch Filmmaterial (Videos) zur Verfügung: Insgesamt sechs DVD's mit Interviews von vier Gründervätern der DGTHG. Neben wichtigen Informationen zur allgemeinen Entwicklung (international und national) der Herzchirurgie war das Interview, in dem Professor Bircks die Entwicklungen der herzchirurgischen Klinik in Düsseldorf schildert, bedeutsam für die Arbeit.

Bei der Recherche aktueller Informationen aus der regionalen Presse stellte sich heraus, dass in den Archiven der Düsseldorfer Tageszeitungen für einen beträchtlichen Zeitraum der in dieser Arbeit analysierten Geschichte kein eigenes Material mehr verfügbar war. Allerdings sind die kompletten Jahrgänge der Lokalpresse der frühen für diese Arbeit bedeutsamen Jahre im Stadtarchiv der Stadt Düsseldorf als Filmdokumentationen einsehbar. Somit konnten wesentliche Informationen, die z.T. als mündliche Mitteilungen von Zeitzeugen bekannt waren, durch Artikel der Tageszeitungen belegt werden.

Dennoch sei die Bedeutung der Informationen durch Zeitzeugen ausdrücklich erwähnt.

Nach chronologischer Sortierung und Gewichtung nach Relevanz der Vielzahl des gesammelten Materials wurde deutlich, dass eine reine chronologische Darstellung der Ereignisse dem Ziel der Arbeit nicht gerecht werden kann, da insbesondere die Aspekte der

Spezialisierung, Multiprofessionalität und Interdisziplinarität sowie des chirurgischen und wissenschaftlichen Lernprozesses als „*Tacit Knowledge*“ den Fokus der Arbeit bilden. Daher wurde - bis auf gezielte Ausnahmen - bewusst auf eine detaillierte chronologische Datierung, bzw. Einordnung einzelner Operationen, einschließlich Techniken und Methoden verzichtet. Dies ist im Schrifttum zum überwiegenden Teil geschehen und betrifft auch die Hinweise und die Diskussion der damit verbundenen Problematik. Beispielhaft dazu sei Stephen Westaby zitiert, der im Zusammenhang mit der Arbeit an seinem Buch „*Landmarks in Cardiac Surgery*“ 1998 bemerkte: „Die größten Schwierigkeiten bereitete mir die Festlegung der sog. „*Firsts*““. ³¹

In diesen Kontext fließt auch eine allgemeine Feststellung ein, nämlich die Beobachtung durchaus differenter Sichtweisen, Schilderungen und Wertungen der historischen Ereignisse in Abhängigkeit von der geographischen Herkunft der Autoren. Dieses Phänomen ist teilweise durch die mangelnden und verzögerten Kommunikationsmöglichkeit in der Frühphase der Herzchirurgie zu erklären. Soweit es für die vorliegende Arbeit bedeutungsvoll ist, wird darauf eingegangen.

So wird in dieser Arbeit zwar der korrekten chronologischen Zuordnung insgesamt Bedeutung zugemessen, jedoch eher das Ziel verfolgt, die einzelnen Maßnahmen in den jeweiligen zeitlichen Rahmen und dessen fachliches Umfeld einzuordnen und im Hinblick auf die genannten Leit motive zu analysieren.

Ergänzend sind Chronologien der bedeutsamsten Ereignisse im Anhang dokumentiert.

In Konsequenz wurden daher zur Strukturierung thematische Schwerpunkte gesetzt, die in der Gliederung ihren Niederschlag gefunden haben. Diese folgte stringent der Erarbeitung jeden Themas auf internationaler und nationaler Ebene und der anschließenden Fokussierung auf die Entwicklung in Düsseldorf.

Bereits in der Einleitung wurde die Zweckmäßigkeit einer Einteilung in „Phasen“ begründet, welche sowohl der Übersichtlichkeit dienen, wie auch einer Beschreibung der sachlichen Entwicklung gerecht werden soll: Einer ersten Phase der Jahre 1986-1945, die als „Epoche der Pioniere“ beschrieben wird, schließt sich nach einer Zäsur, bedingt durch den Zweiten Weltkrieg, eine zweite von 1945-1992 an, definiert als „Epoche der Etablierung“ an, die in eine „Phase moderner Pioniere“ (1945-1970) und eine „Phase der Etablierung“ (1970-1992) zu gliedern ist. Bereits an dieser Stelle sei auf eine Besonderheit hingewiesen, die sich im

³¹ Zitiert nach pers. Mitteilung von Arno Krian, 2018

Kontext der Arbeit wiederholt: in jeder Phase sind sog. „Pioniere“ anzutreffen, die aus unterschiedlichen Beweggründen zukunftsweisende Leistungen erbrachten. Dazu zählen Ersteingriffe, Entdeckungen und Entwicklungen neuer Techniken. Man könnte auch den Terminus „Frühe Pioniere“ auf diejenigen der Zeit bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges anwenden, der, bis auf Ausnahmen, die Weiterentwicklung unterbrach. Alle weiteren Innovationen dürfen dann, bezogen auf ihre Bedeutung, als „Pioniertaten“ definiert werden. Insbesondere die Ausführungen zur Epoche der Pioniere soll unter zwei Gesichtspunkten analysiert werden: Zum einen stehen die Meilensteine der kardiochirurgischen Entwicklung im Vordergrund, zum anderen wegweisende medizinische Beiträge und grundlegende Entdeckungen, die nicht nur wesentlichen Einfluss auf die Chirurgie des Herzens hatten, sondern deren Weiterentwicklung überhaupt ermöglichten, auch wenn das in dieser Phase nicht immer erkennbar war oder erkannt werden konnte. Aus heutiger Sicht können die beiden Komplexe als Teile eines Mosaiks beschrieben werden, das insgesamt eine breite Grundlage darstellt, auf der die Herzchirurgie nach dem Zweiten Weltkrieg basiert und eine stürmische Entwicklung nehmen konnte.

Da mit dem Ende der „Ära Bircks“ auch eine gewisse „Plateau-Bildung“ in der Entwicklung der Herzchirurgie koinzidierte, erscheint es gut begründbar, mit dieser Zeit, also 1992, auch den zeitlichen Rahmen der vorliegenden Arbeit zu setzen.

Ergänzend sei an dieser Stelle festgehalten, dass sowohl die Terminologie, wie der allgemeine Sachstand der Herzchirurgie und der Medizin allgemein (Diagnostik, Indikation, Therapie) sich ausschließlich auf den beschriebenen Zeitraum beziehen sollen und können. Im Folgenden sollen die zentralen Leitmotive als Illustration der konzeptionellen Vorgehensweise der Arbeit dargestellt werden.

Spezialisierung

Wie bereits in der Einleitung ausführlich erläutert (siehe auch Abb.1), zeigt sich in der Medizingeschichte durchweg eine Spezialisierungstendenz. Ausschlaggebend ist unter anderem der stetige Wissenszuwachs, der ein umfassendes medizinisches Wissen und die Beherrschung aller diagnostischer und therapeutischer Vorgehensweisen für den einzelnen unmöglich macht. Folglich entsteht durch Konzentration auf ein bestimmtes Themengebiet sogenanntes „*Expertenwissen*“ in Form von medizinischen Subdisziplinen. Die Subdisziplinen sind wiederum von *Disziplinierungsprozessen* gekennzeichnet: Spezifische, vorgegebene

diagnostische, therapeutische und wissenschaftliche Vorgehensweisen kennzeichnen das jeweilige medizinische Fachgebiet. Somit führt die medizinische Spezialisierung zu *Professionalisierung*, da eigenständig organisierte medizinische Fachdisziplinen entstehen. Mit Hilfe des gesammelten Materials kann der Spezialisierungsprozess der internationalen und der Düsseldorfer Kardiochirurgie deutlich gemacht werden. Ebenso zeigt sich, im Besonderen in Düsseldorf, eine sog. „herzmedizinische“ Spezialisierung, die eine Vielzahl an Fachrichtungen umfasst und dennoch die erläuterten Aspekte der Spezialisierung, Disziplinierung und Professionalisierung verkörpert.

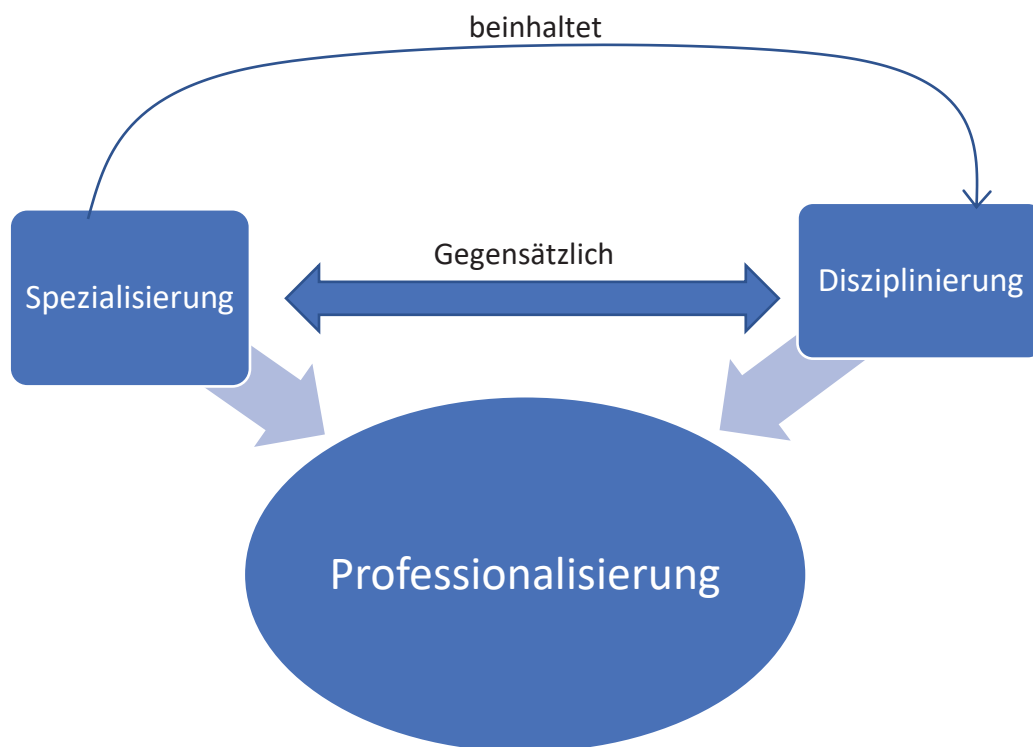


Abb. 1 Spezialisierung, Disziplinierung, Professionalisierung (eigene Darstellung)

Interdisziplinarität, Multiprofessionalität und herzmedizinische Netzwerke

Die Darstellung des Leitmotivs der Spezialisierung führt unweigerlich zu der Schlussfolgerung, dass eine allumfassende und damit optimale Patientenbetreuung nur mittels Kombination des jeweiligen Expertenwissens möglich ist, im Sinne einer disziplinübergreifenden Zusammenarbeit, der *Interdisziplinarität*. Überschreitet die Interdisziplinarität die ärztliche Kooperation, integriert zusätzlich medizinisches Assistenzpersonal, wie z.B. Pflegekräfte, und setzt sich über die medizinischen Wissensgrenzen hinweg, wird die Interdisziplinarität zur *Multiprofessionalität*. Folglich

entsteht ein *interdisziplinäres und multiprofessionelles Netzwerk* aus unterschiedlichen Akteuren mit dem Ziel der optimalen Patientenbetreuung.

Das Beispiel der Universität Düsseldorf wird hinsichtlich der Entwicklung eines solchen herzmedizinischen, multiprofessionellen Netzwerks geprüft und analysiert.

Tacit-Knowledge – Impliziter Wissenserwerb

Insgesamt sind die oben erwähnten Leitmotive Spezialisierung, Interdisziplinarität, Multiprofessionalität und ihre Folgen Ausdruck des medizinischen Wissenszuwachses, somit eines Lernprozesses. Daher erscheint die Vorgehensweise, eine wissenschaftliche Lerntheorie als Grundlage ihrer Analyse anzuwenden, sinnvoll. Hierzu eignet sich Michael Polanyis Theorie des impliziten Wissenserwerbs, „*Tacit Knowledge*“, die im Folgenden in ihren Grundzügen dargestellt werden soll.

Ihr Grundgedanke ist von der Annahme geprägt, dass das Wissen einer jeden Person, die Möglichkeit der Versprachlichung dieses Wissens überschreitet.³² Polanyi fasst dies treffend zusammen: „Ich werde das menschliche Erkennen ausgehend von der Tatsache betrachten, dass wir mehr wissen, als wir zu sagen wissen“.³³ Hierbei unterscheidet er vier verschiedene Aspekte, die seine Theorie charakterisieren.³⁴

Der erste Aspekt, die „*funktionale Struktur*“ des impliziten Wissens, stellt die Beziehung zwischen zwei sog. Termen dar. Dieser Vorgang erfolgt, wenn eine Person ihre Aufmerksamkeit auf den distalen Term legt, sodass der eigentliche ausschlaggebende Faktor, der proximale Term, zunächst nicht in ihr Bewusstsein übertritt.³⁵

Zur Illustration dieses theoretischen Konstrukts kann das Beispiel Fahrradfahren genutzt werden: die Gesamtheit der Bewegung des Fahrradfahrens erscheint als distaler Term, auf den die gesamte Aufmerksamkeit des Durchführenden gerichtet ist. Der proximale Term, somit die vielen Einzelbewegungen und das Gleichgewicht, verschwinden hinter dem höheren Ziel des Fahrradfahrens. Es entsteht implizites Wissen, indem eine Tätigkeit ausgeführt wird, ohne verbal alle Einzelheiten äußern zu können. Die Beziehung zwischen proximalem und distalem Term benennt Polanyi nun als „*funktionale Struktur des impliziten Wissens*“.³⁶

³² M. Polanyi, *Implizites Wissen*, 1. (Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1985), S. 14

³³ Ebd.

³⁴ Ebd., S. 21.

³⁵ Ebd., S. 18-19.

³⁶ Ebd., S. 19.

Dennoch ist es möglich, den proximalen Term ins Bewusstsein zu rufen. Dazu führt Polanyi den Begriff der „*phänomenalen Struktur*“ ein. Er beschreibt ihn, als die Fähigkeit im Rahmen der Aufmerksamkeitsausrichtung auf den distalen Term, die Wahrnehmung auf den proximalen Term der Tätigkeit zu richten.³⁷ So ist es möglich, beim Fahrradfahren, die Bewegungen einzelner Muskelgruppen durchaus wahrzunehmen.

In Form des „*semantischen Aspektes*“ des impliziten Wissens charakterisiert Polanyi anhand des Beispiels der Verwendung eines Werkzeuges, dass die körperliche Wahrnehmung einer Person die Bedeutung der Tätigkeit oder des Gegenstandes wiedergibt. Durch das Gefühl, das bei Benutzung eines Werkzeuges entsteht, können Rückschlüsse auf die Wirkung des Werkzeuges gezogen werden.³⁸

Letztlich ergänzt Polanyi den „*ontologischen Aspekt*“, der den Inhalt des impliziten Wissens beschreibt, „von was implizites Wissen Kenntnis gibt“.³⁹

Diese vier zentralen Aspekte spiegeln jedoch noch nicht den konkreten Ablauf des impliziten Wissenserwerbs wider. Bei diesem Prozess spielt das Einfühlungsvermögen eine bedeutende Rolle. Polanyi weitet diesen Begriff aus: Er spricht nicht nur von Empathie, sondern von Verinnerlichung durch Ausdehnung des eigenen Körpers auf proximale Terme, sodass der Körper „sie einschließt und sie uns innewohnen“.⁴⁰

Dieser Lernprozess ist Bestandteil des wissenschaftlichen Vorgehens. Polanyi beschreibt, dass im Rahmen des bekannten Wissens die Aufmerksamkeit auf neue Aspekte der Thematik gerichtet wird, ohne jedoch die Grundlage außer Acht zu lassen. Eine vollständige Objektivierung des Wissens könne und müsse laut Polanyi somit nicht erreicht werden.⁴¹

Wissenschaftliches Handeln sei insgesamt geprägt von „der Suche nach Entdeckungen“.⁴² Im Rahmen dessen differenziert Polanyi den Grad des realen Potentials. Das bedeutet, dass eine Vorstellung oder ein Problem realer sind als ein Gegenstand, sodass der Sinn und nicht die „Berührbarkeit“ im Vordergrund steht.⁴³ Daraus kann man schließen, dass wissenschaftliches Vorgehen im Sinne der Theorie des *Tacit Knowledge* höchste Relevanz besitzt.

³⁷ Ebd., S. 20.

³⁸ Ebd., S. 21.

³⁹ Ebd., S. 24.

⁴⁰ Ebd.

⁴¹ Ebd., S. 27-28.

⁴² Ebd., S. 36.

⁴³ Ebd., S. 36-37.

Weiterhin definiert Polanyi, wann eine Thematik wissenschaftliches Interesse wecken kann. Hierzu müssen drei Faktoren erfüllt sein: Exaktheit des Themas, systematische Relevanz und Interesse am Thema selbst, wobei die Dominanz eines dieser Faktoren einen anderen, weniger stark vertretenden ausgleichen kann.⁴⁴

Neben einer wissenschaftlichen Thematik ist jedoch auch die Motivation des Wissenschaftlers selbst von großer Bedeutung. Polanyi beschreibt verschiedene Aspekte, die zur „leidenschaftlichen Parteinahme“ des Wissenschaftlers beitragen. Dazu gehören das Interesse an der Thematik, das Streben nach Erfolg, Belohnung und der Tatsache, der Erstentdecker einer neuen Sache zu sein.⁴⁵

Ausgehend von dieser Basis sei es das Ziel eines jeden Wissenschaftlers, einen Teil der Wirklichkeit darzustellen.⁴⁶ Im Rahmen dieses Prozesses stütze er sich auf bereits vorhandenes Wissen, um neue, möglicherweise auch unerwartete Entdeckungen zu machen.⁴⁷

Im Hinblick auf naturwissenschaftliche Prozesse ist es außerdem bedeutsam, Polanyis Vorstellungen der hierarchischen Strukturen zu verstehen. Dazu führt er das „Prinzip der marginalen Kontrolle“ ein, bei dem die niedrige hierarchische Stufe der nächst höheren Ebene gewisse Regeln vorschreibt, die eingehalten werden müssen.⁴⁸

Andererseits ist es die Aufgabe der höheren Ebene die Randbedingungen, die sog. marginale Kontrolle, der unteren Ebene zu definieren.⁴⁹ Zur Verdeutlichung verwendet Polanyi das Beispiel einer Rede: die Stimme ist die unterste Ebene, deren Regeln die Phonetik sind. Darauf folgen die Worte als nächst höhere Ebene, die unter den Regeln der Lexik stehen. Werden somit die Regeln der Phonetik nicht eingehalten, ist das Hervorbringen von Worten unmöglich.⁵⁰

Weiterhin unterliegt der wissenschaftliche Prozess laut Polanyi dem Prinzip der gegenseitigen Kontrolle. Es beschreibt, dass die Ergebnisse eines Wissenschaftlers von anderen Wissenschaftlern, deren Arbeitsfeld sich möglicherweise nur teilweise

⁴⁴ Ebd., S. 62.

⁴⁵ Ebd., S. 73.

⁴⁶ Ebd., S. 64.

⁴⁷ Ebd., S. 63.

⁴⁸ Ebd., S. 42-43.

⁴⁹ Ebd., S. 46.

⁵⁰ Ebd., S. 38-39.

überschneidet, kontrolliert und bewertet wird.⁵¹ Auf diese Weise entsteht die „wissenschaftliche Meinung“.⁵²

Insgesamt ist festzuhalten, dass Polanyis Theorie des impliziten Wissenserwerbs umfassend einen Großteil der Facetten wissenschaftlicher Vorgehensweisen und Lernprozessen illustrieren kann, ebenso Medizinische. Zum Beispiel ist laut Friesacher die Anwendung impliziten Wissens elementarer Bestandteil der intensivmedizinischen Pflege.⁵³ Stegeman, Schoten und Terpstra haben bereits in einer empirischen Studie die Aspekte des „Modellings“ und „Feedbacks“ in der Chirurgie und Pädiatrie u.a. hinsichtlich impliziten Wissenserwerbs analysiert.⁵⁴

Auf dieser Grundlage liegt es nahe, Polanyis Theorie ebenfalls auf die medizingeschichtlichen Meilensteine des internationalen, nationalen und Düsseldorfer kardiochirurgischen Spezialisierungsprozesses anzuwenden, da sich die praktische Anwendung chirurgischer Disziplinen durch implizites Wissen auszeichnet. Außerdem verdeutlicht das Konzept des „*Tacit Knowledge*“ die Notwendigkeit multiprofessioneller Zusammenarbeit.

2.1 Quellenkritik

Im Anschluss an die Darstellung der verwendeten Quellen sollen diese sich einer kritischen Beleuchtung und Analyse unterziehen.

Zunächst fällt auf, dass es sich um unterschiedliche Quellentypen handelt: Neben einer Vielzahl von Primärliteratur, die hauptsächlich aus dem betrachteten Zeitraum stammt, war Sekundärliteratur in Form von Übersichtsarbeiten hilfreich, die größtenteils der gegenwärtigen Epoche zuzuordnen ist. Beide Literaturformen konnten hauptsächlich mittels systematischer Literaturrecherche in Datenbanken, wie z.B. Pubmed oder Livivo, oder in Bibliotheken, wie der Bibliothek des Instituts für Geschichte der Medizin an der Universität Düsseldorf, gesichert werden. Des Weiteren standen Dokumente aus dem Archiv der DGTHG, sowie aus dem Düsseldorfer Stadtarchiv und dem Universitätsarchiv der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (UAD) zur Verfügung, die vergleichbar mit der Primärliteratur als zeitgenössische Quellen einzuordnen sind. Neben schriftlichen Quellen lieferte ebenso

⁵¹ Ebd., S. 67.

⁵² Ebd.

⁵³ Heiner Friesacher, „Ahnung, Intuition und implizites Wissen als konstitutive Bestandteile pflegerischen Erkennens und Handelns,“ *intensiv* 9, 04 (2001), S. 166

⁵⁴ J. H. Stegeman, E. J. Schoten, und O. T. Terpstra, „Knowing and acting in the clinical workplace: trainees' perspectives on modelling and feedback,“ *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 18, 4 (2013), S. 597-615

ein aufgezeichnetes Videointerview von Professor Bircks aus dem Jahr 2006, geführt durch Leitz und zur Verfügung gestellt und transkribiert durch die DGTHG, bedeutsame Informationen. Zusätzlich dienten Zeitzeugengespräche, z.B. mit Professor Krian, zur Generierung einer breitgefächerten Informationsbasis.

Inhaltlich weisen alle erwähnten Quellen einen kardiovaskulären Themenschwerpunkt auf. Insbesondere die Primärliteratur beschäftigt sich mit einer Vielzahl von Facetten dieser Thematik. Es handelt sich hauptsächlich um die Darstellung der Ergebnisse wissenschaftlicher Studien, Untersuchungen oder experimenteller Grundlagenforschung. Ebenso nehmen Kongressbeiträge, Vorträge, Buchbeiträge und Fallberichte einen nicht zu vernachlässigenden Umfang der verwendeten Primärliteratur ein. Insgesamt ist die verwendete Primärliteratur daher von Veröffentlichungen wissenschaftlich generierter und statistisch ausgewerteter Ergebnisse geprägt. Hinsichtlich der Darstellung historisch korrekter Ereignisse besitzt sie daher den höchsten Evidenzgrad der in der Arbeit verwendeten Quellen.

Ebenso beschreibt die verwendete Sekundärliteratur, in Form von Übersichtsarbeiten, spezifische kardiovaskuläre Themengebiete des zu betrachtenden Zeitraums aus heutiger Sicht. Dazu zählen auch Würdigungen herausragender Persönlichkeiten. Die dargestellten Ergebnisse dieser Arbeiten basieren, ebenso wie diese Arbeit, auf systematischer Literaturrecherche, sowie Zeitzeugenberichten. Sie bergen jedoch die Gefahr, die dargestellten, vergangenen Ereignisse zu beschönigen, bzw. zu verzerren, da der Autor nur selten die historischen Vorgänge miterleben konnte. Weiterhin muss die Sekundärliteratur hinsichtlich ihrer historischen Korrektheit kritisch beleuchtet werden: So können durch ungenaue Literaturrecherche, fehlerhafte Interpretationen und Überlieferungen falsche Informationen weitergegeben werden. Ein Beispiel für die Tradierung einer inkorrekten Überlieferung und widersprüchlichen Interpretation stellt das Problem zur Terminierung der Erstoperation eines Ductus arteriosus persistens, bezogen auf Frey oder Gross, dar. Dazu liegen im Schrifttum unterschiedliche Datierungen vor, worauf detailliert im Kapitel 3.2.1 eingegangen wird. Z.B. diskutieren Kaemmerer et al. die von Frey 1956 erwähnten Daten der Ductusligatur durch ihn und Gross und interpretieren sie falsch.⁵⁵ Hier liegt somit fehlerbehaftete wissenschaftliche Darstellung vor, die im Kontext dieser Arbeit zur Geschichte Spezialisierung der Düsseldorfer Herzchirurgie erwähnenswert erscheint.

⁵⁵ H. Kaemmerer et al., „Surgical treatment of patent ductus arteriosus: A new historical perspective,“ *Am J Cardiol* 94, 9 (2004), S. 1154

Hingegen ist die Datierung der Einführung der Koronarchirurgie in Deutschland ein Beispiel für fehlerhafte Übertragung: An unterschiedlichen Stellen in der Literatur wird der Beginn der Koronarchirurgie in Deutschland durch die Universitätsklinik Erlangen auf 1968 datiert, so auch bei Bircks 2002.⁵⁶ Hegemann und Dittrich aus Erlangen beschreiben jedoch im Jahr 1972 unter Rückgriff auf die originalen Patienten- und Operationsdaten, dass der erste koronarchirurgische Eingriff dort am 3. November 1967 durchgeführt wurde.⁵⁷ Diese Information ist bedeutungsvoll im Hinblick auf den Vergleich der nationalen und internationalen Entwicklung der Herzchirurgie.

Das aufgezeichnete Interview, sowie die Zeitzeugengespräche betreffen inhaltlich insbesondere die historischen Vorgänge des multiprofessionellen Herzzentrums in Düsseldorf. Hinsichtlich nicht veröffentlichter Informationen, sowie alltäglichen, klinischen Abläufen oder herausragender Situationen erweisen sie sich als wertvolle Quellen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass sie stets subjektiv geprägt sind und durch die Eindrücke, Persönlichkeit und Erfahrungen des jeweiligen Erzählers gefärbt sind. Somit besteht die Gefahr, historische Abläufe in ihrer Korrektheit zu verzerren, möglicherweise entscheidende Informationen zu übersehen oder andere Vorgänge in ihrer Bedeutsamkeit zu über- oder unterschätzen.

Insgesamt sollte daher der Großteil der verwendeten Informationen auf der Basis von Primärliteratur generiert werden. Sie ermöglicht die korrekte Darstellung historischer Ereignisse und bildet daher die Basis für eine aussagekräftige Analyse und Interpretation der zu betrachtenden Vorgänge. Dennoch verschafft ebenso die Sekundärliteratur, trotz der oben erwähnten Einschränkungen, einen wissenschaftlich basierten Überblick über bedeutsame Themen und Persönlichkeiten, während Interviews und Zeitzeugengespräche als individuelle Erfahrungsberichte für spezifische Aspekte hilfreich sind.

⁵⁶ W. Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, Hrsg. B. Lüderitz und G. Arnold (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002), S. 419

⁵⁷ G. Hegemann und H. Dittrich, „Chirurgie der koronaren Herzkrankheit " *Internist (Berl)* 13, 9 (1972), S. 393

3 Ergebnisse

3.1 Geschichte der Herzchirurgie

3.1.1 Beginn der Herzchirurgie

Es gilt heute als unumstritten, dass der Grundstein für die Herzchirurgie im engeren Sinne 1896 gelegt wurde. Als ebenso unbestritten gilt es festzuhalten, dass diese Operation seinerzeit – im Rahmen der damals stürmischen Entwicklung der Chirurgie – als weitere Ausdehnung auf ein neues Organsystem angesehen und erst später als Entstehung eines neuen Fachgebiets, der Herzchirurgie, zu erkennen war. Diese Feststellung ist dadurch illustriert, dass bereits vor dieser erfolgreichen Herzoperation die prinzipielle Durchführbarkeit eines operativen Eingriffs am Herzen demonstriert worden war. Das bezeugen erfolgreiche Maßnahmen am Herzbeutel. Die erstmals dokumentierte *Perikarddrainage* gelang Francisco Romero 1801, der 1815 mehrere solcher Eingriffe publizierte.⁵⁸ 1831 führte Dominique Jean Larrey eine erfolgreiche *Perikardpunktion* bei einer Stichverletzung des Herzens durch.⁵⁹ Daniel Hale Williams konnte 1893 erfolgreich eine *Perikardverletzung* operativ versorgen.⁶⁰ Allerdings bedurfte es keiner Herznaht, da der rechte Ventrikel des Verletzten nicht blutete.

In diesem Zusammenhang sei eine „wiederentdeckte“ Literaturstelle erwähnt, die dem bedeutsamen Arzt Galen eine erste *Perikardresektion* beim Menschen bereits im zweiten Jahrhundert nach Christus zuschreibt. Rajabnejad zitiert Galen, wie er einen Patienten mit Osteomyelitis des Sternums operierte. Er resezierte das erkrankte Gewebe, inklusive Teile des Perikards. Sein Patient überlebte.⁶¹ Diese Publikation ist auch deswegen bemerkenswert, weil in der traditionellen, auch neueren Literatur zur Chirurgie der Perikarderkrankungen ein solcher Eingriff Galens mehrfach beschrieben wird. Allerdings einerseits ohne konkrete Quellenangabe, und andererseits jeweils bezogen auf Eingriffe bei Tieren (Hahn, Hund) und dabei eine mögliche Anwendung beim Menschen erwogen.⁶²

⁵⁸ W. Böttcher und V. Alexi-Meskishvili, „Die Herznaht im neunzehnten Jahrhundert,“ *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 1 (2006), S. 36; ebd. S. 36

⁵⁹ Larrey, (1831), S. 360-372 S. 360-372

⁶⁰ Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1471

⁶¹ Mohammad Reza Rajabnejad, Maryam Ranjbar, und Mohammad Al-Attar, „Galen: The First Cardiac Surgeon?,“ *Thorac cardiovasc Surg* 69, 01 (2021), S. 8

⁶² L. Johansson, "Diseases of the Pericardium," in *Handbuch der Thoraxchirurgie - Encyclopedia of Thoracic Surgery*, Hrsg. E. Derra (Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer, 1959), S. 630-631

R. Hurt, *The History of Cardiothoracic Surgery From Early Times* (New York - London: Parthenon Publishing Group, 1996), S. 411

Zwar können diese Eingriffe nicht als Herzoperationen im engeren Sinne bezeichnet werden, doch illustrieren die Beispiele, die im Zusammenhang mit weiteren Kasuistiken detailliert in der Übersichtsarbeit „Die Herznaht im neunzehnten Jahrhundert“ von Böttcher und Alexi-Meskishvili beschrieben sind, dass das damalige chirurgische Umfeld für die Möglichkeiten von herznahen Eingriffen wie am Herzens selbst bereit war.⁶³

Als eine Basis für die Durchführbarkeit von herzchirurgischen Eingriffen und insbesondere als Grundlage zur Einschätzung der Schwere einer Herzwunde gilt Fischers Arbeit „Ueber die Wunden des Herzens und des Herzbeutels“ aus dem Jahr 1868.⁶⁴ Rehn bezieht sich auf Fischers Ausarbeitungen, da sie beweisen können, dass Herzwunden eines gewissen Ausmaßes keine unbedingte tödliche Folge mit sich bringen müssen.⁶⁵ Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf Rehns erste Herznaht 1896 wird daher ein Aspekt des impliziten Wissenserwerbs deutlich: Rehn nutzt bereits wissenschaftlich generiertes Wissen, um mittels Kombination von funktionaler und phänomenaler Struktur das vorhandene Wissen um praktische Fertigkeiten zu erweitern.⁶⁶ Die Durchführung der ersten Herznaht kann daher bezogen auf die vorausgegangenen historischen Ereignisse als Prozess des impliziten Wissenserwerbs gewertet werden.

Dennoch darf Ludwig Rehns erfolgreiche Herznaht am 9 September 1896 in Frankfurt am Main als Geburtsstunde der Herzchirurgie gewertet und er selbst als der „erste Herzchirurg“ benannt werden.⁶⁷ Sein Patient war ein 22-jähriger Gärtner, der am Abend des 7. Septembers niedergestochen und in die chirurgische Abteilung des Städtischen Krankenhauses Frankfurt am Main gebracht wurde. Nach Aufnahme durch Dr. Siegel, den

N. T. Kouchoukos et al., *Kirklin/ Barrat-Boyes - Cardiac Surgery, 3d. Edition, 2, Cardiac Surgery: Morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, results, and indications* (Philadelphia, Pennsylvania 19106, USA: Churchill Livingstone, 2003), S. 1779

⁶³ Böttcher und Alexi-Meskishvili, (2006), S. 36-44

⁶⁴ G. Fischer, „Ueber die Wunden des Herzens und des Herzbeutels,“ *Arch. klin. Chir.* 9, 571 (1896)

Zitiert bei W. Bircks, „Entwicklung der Herzchirurgie in Deutschland,“ *Informationsblatt / Deutsche Gesellschaft für Kardiologie* 4, Heft 1 (1997), S. 30

⁶⁵ Rehn, (1897), S. 316-317

Zitiert bei Bircks, „Entwicklung der Herzchirurgie in Deutschland“, (1997)

⁶⁶ Polanyi, (1985), S. 19-20

⁶⁷ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung,“ in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 409-433

O. J. Werner et al., „Ludwig Rehn (1849–1930): the German surgeon who performed the worldwide first successful cardiac operation,“ *Journal of Medical Biography* 20, 1 (2012), S. 32-34

H. G. Borst, „Hands across the ocean,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 4 (1985), S. 479

diensthabenden Chirurgen, stellte Rehn am 9. September die Operationsindikation.⁶⁸ Er nähte die gut zu erkennende Herzwunde am rechten Ventrikel während der Diastole mit drei Stichen, wobei nach eigener Aussage, nach der dritten Naht die „Blutung vollkommen stand“.⁶⁹ Rehn kommentierte die Operation mit der Hoffnung, „dass er die Anregung giebt auf dem Gebiet der Herz-Chirurgie weiter zu arbeiten“.⁷⁰

Er selbst hat zu dieser Weiterentwicklung u.a. mit konkreten Anregungen zur Anwendung einer Herznaht beigetragen: zum einen betont er, dass es notwendig sei, bei der Durchführung der Stiche genügend Muskulatur zu fassen, um eine sichere Naht zu gewährleisten. Zum anderen weist er darauf hin, dass man während der Operation dem Herzen Pausen zwischen den Stichen gönnen müsse, damit es sich erholen könne.⁷¹

1907 - elf Jahre nach seinem Ersteingriff - publizierte er eine Übersicht zum aktuellen Stand der Chirurgie des Herzens und des Herzbeutels.⁷² Darin ging er detailliert auf die Diagnostik, die Indikationen, die Techniken und bis dahin veröffentlichte Ergebnisse der Operation ein. Die Arbeit analysiert eine Serie von 124 Operationen mit Herznähten, in der 40 % der Patienten überlebten.⁷³ Diese Resultate, erzielt durch mehrere Chirurgen, dürfen als ein wesentliches Ergebnis der erfolgreichen Erstoperation interpretiert werden.

Des Weiteren ist der Hinweis darauf notwendig, dass die Entwicklung der Kardiochirurgie nicht nur als Spezialisierung im Kontext der allgemeinen Chirurgie zu verstehen ist, sondern in besonderem Maße auf der zuvor etablierten Thoraxchirurgie basiert. Dieser Sachverhalt ist mehrfach beschrieben. Als besonders eindrucksvolles Beispiel wird hier die Rede „Erlebtes aus der Thoraxchirurgie“ von Rudolf Nissen, die er am 13. November 1953 als „*Sir Mitchell Banks Memorial Lecture*“ an der Universität Liverpool hielt, angeführt.⁷⁴ Darin vermittelt Nissen die historische, methodische und auch wissenschaftliche „Einbettung“ der Herzchirurgie in den Kontext der Thoraxchirurgie als geradezu

⁶⁸ M. Sachs, "Kapitel 14: Die Anfänge der Chirurgie des Herzens," in *Geschichte der operativen Chirurgie Band 1* (2000), S. 229-230

A. Haverich und N. Khaladj, „Zur Entwicklung der kardiovaskulären Chirurgie,“ *Der Chirurg* 80, 12 (2009), S. 315-329

⁶⁹ Rehn, (1897), S. 327

⁷⁰ Ebd., S. 329.

⁷¹ K. H. Leitz, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland," in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich (Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2010), S. 3-4

⁷² L. Rehn, „Zur Chirurgie des Herzens und des Herzbeutels,“ *Zentralbl. f. Chir* 34 (1907), S. 762

⁷³ Ebd., S. 723-778.

⁷⁴ R. Nissen, „Erlebtes aus der Thoraxchirurgie 1,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 79, 08 (1954), S. 311-316

selbstverständlich. Seine Darstellung kann rückblickend zusätzlich als hervorragende Illustration des „impliziten Wissens“, „*Tacit Knowledge*“, interpretiert werden. Ergänzend und symbolisch verdeutlicht auch die Namensgebung bedeutsamer wissenschaftlicher Fachgesellschaften diese Fakten: So sind z.B. sowohl die 1917 gegründete AATS, die 1964 entstandene „*The Society of Thoracic Surgeons*“ (STS), die 1971 gegründete „Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie“ (DGTHG), wie auch die im Jahr 1986 begründete „*European Association für Cardio-Thoracic Surgery*“ (EACTS) im umfassenden Sinne der Chirurgie der Thoraxorgane gewidmet. Dieser wichtige übergeordnete Aspekt wird bei der nachfolgenden Darstellung der Geschichte der Kardiochirurgie besonders berücksichtigt und betont.

3.1.2 Epoche der Pioniere 1896-1945

Nachdem durch Ludwig Rehn der erste Schritt getan war, folgten, erleichtert durch die Erfahrung, die mit dieser Operation erreicht worden waren, weitere Eingriffe, die als „Meilensteine“ eine Etablierung der Herzchirurgie ermöglichten. Es ist bemerkenswert, wie bereits durch die Aktivitäten dieser frühen Phase ein hoher Stellenwert der kardiochirurgischen Forschung und Analyse, die als Grundlage für den medizinischen Fortschritt angenommen werden können, charakterisiert und belegt ist.

Allerdings verlief die Entwicklung nicht so intensiv, wie es angesichts der Vorgeschichte und des beschriebenen Umfeldes vielleicht zu erwarten gewesen wäre. Die weiteren Operationen, die uneingeschränkt als Pionierleistungen zu beschreiben sind, stellten aus unterschiedlichen Gründen entweder Einzeleingriffe verschiedener Operateure dar oder waren auf kleine Serien begrenzt.

Meilensteine, „Landmarks“ der Herzchirurgie

Auch angesichts der zuvor beschriebenen Aspekte verdient die Arbeit Ludwig Rehns eine besondere Würdigung, denn er beendete seine herzchirurgische Arbeit nicht mit diesem ersten Eingriff: Vielmehr schloss sich eine kontinuierliche Aktivität an. Neben der praktischen Durchführung chirurgischer Eingriffe setzte sich Rehn wissenschaftlich mit der neuen Thematik auseinander. Er führte systematische Studien zu traumatologischen kardiochirurgischen Eingriffen durch. 1907 - elf Jahre nach seinem Ersteingriff - publizierte er eine Übersicht zum aktuellen Stand der Chirurgie des Herzens und des Herzbeutels.⁷⁵ Darin ging er detailliert auf die Diagnostik, die Indikationen, die Techniken und bis dahin veröffentlichte Ergebnisse der Operation ein. Die Arbeit analysiert eine Serie von 124 Operationen mit Herznähten, in der 40 % der Patienten überlebten.⁷⁶ Diese Resultate, erzielt durch mehrere Chirurgen, dürfen als Ergebnis der erfolgreichen Erstoperation interpretiert werden.

Wie die ersten Operationen waren auch die nächsten Schritte der Entwicklung der Herzchirurgie sog. „Geschlossene Eingriffe“, das Herz wurde mithin nicht eröffnet. So inaugurierte Ludolf Brauer 1902 eine Technik, mittels derer die Folgen von Herzbeutelentzündungen die als „*Constrictive Pericarditis*“ oder auch „Panzerherz“ bezeichneten, die Herzarbeit einengenden narbige Schwielen und Verkalkungen beseitigt

⁷⁵ Rehn, „Zur Chirurgie des Herzens und des Herzbeutels“, (1907), S. 723-778

⁷⁶ Ebd., S. 762.

werden sollten. Im Sinne einer indirekten Entschwiellung der Vorderseite des Herzens wurden Teile der Brustwand entfernt.⁷⁷

Nach Adolf Richard Henle (1907), der eine direkte und ausgedehntere Resektion des Perikards einführte, begannen unabhängig voneinander Ludwig Rehn 1912 und 1913 Ferdinand Sauerbruch mit dieser radikaleren Technik.⁷⁸

Rehn hatte sich nach intensiver Erforschung der Pathophysiologie und Hämodynamik zur operativen Behandlung dieses Krankheitsbildes entschlossen.

Auch dadurch ist es gerechtfertigt, ihn im engeren Sinne zu den Begründern der praktischen und wissenschaftlich basierten Herzchirurgie zu zählen.⁷⁹

Basierend auf Brauers Anregungen und ersten Behandlungsversuche der Perikarditis constrictiva, fortgesetzt durch die Arbeiten Henles und Rehns, sowie Sauerbruchs ist die Entwicklung einer ersten Phase serieller Herzoperationen zu konstatieren. Nach Rehns erster, kleiner Serie – 6 Operationen – entwickelte Viktor Schmieden ab 1918 in Halle/Saale und ab 1919 als Rehns Nachfolger in Frankfurt, in enger Zusammenarbeit mit seinem internistischen Kollegen Franz Volhard die ausgedehnte Perikardresektion weiter.⁸⁰ Das beeindruckend positive Ergebnis dieser Eingriffe war nicht nur der Beginn einer Operationsserie mit Perfektionierung und Standardisierung der neuen Technik, die zurecht weltweite Anerkennung fand. Sie darf auch als ein frühes Beispiel interdisziplinärer Zusammenarbeit mit konsekutiver Expertise gelten.

Der nächste Entwicklungsschritt der Herzchirurgie war die Behandlung von Herzklappen-erkrankungen. Als erster erfolgreicher Eingriff gilt die Beseitigung einer Aortenklappenstenose am 13. Juli 1912 durch Theodore Tuffier. Tuffier „invaginierte“ die supra-avalvuläre Aorta mit dem Zeigefinger und dilatierte indirekt die verengte Aortenklappe.⁸¹ Obwohl sich der Patient nach diesem Eingriff erholte, bestehen hinsichtlich Technik und Ergebnis der Operation im wissenschaftlichen Schrifttum Skepsis. So diskutiert Naef, unter Bezug auf

⁷⁷ L. Brauer, „Die Kardiolyse und ihre Indikationen,“ *Arch Klin Chir* 71 (1903), S. 258

⁷⁸ H. W. Pässler, „Zur Entstehung und Behandlung der schwieligen Perikarditis,“ *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 241, 12 (1933), S. 362

⁷⁹ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 4

⁸⁰ F. Volhard und V. Schmieden, „Über Erkennung und Behandlung der Umklammerung des Herzens Durch Schwielige Perikarditis,“ *Klinische Wochenschrift* 2, 1 (1923), S. 5-9

⁸¹ L. W. Stephenson und F. A. Baciewicz, "History of Cardiac Surgery," in *Cardiac Surgery in the Adult* (McGraw-Hill-Education, 2012), S. 5

K. L. Schober, „Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe,“ *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 41 (1993), S. 224-225

Harken und Cutler, sowie auch Schober ausgiebig über diesen Eingriff des bedeutenden Pioniers der thorakalen Chirurgie.⁸²

Es schloss sich die Behandlung der Mitralklappenstenose an. Erste dokumentierte Hinweise darauf, dass die Entwicklung der Chirurgie des Herzens eine Behandlungsmöglichkeit ermöglichen könnte, gab Samways 1898.⁸³ Brunton beschäftigte sich theoretisch und praktisch (Katzenkadaver etc.) 1902 mit Techniken zur Operation.⁸⁴ Der Durchbruch dazu gelang Elliot Cutler und Samuel Levine an: Am 20. Mai 1923 führte Elliot Cutler bei einem 12-jährigen Mädchen unter Verwendung eines Tenotoms (sog. Tonsillen-Messer) eine Valvulotomie durch.⁸⁵ Das Mädchen überlebte die Operation etwa fünf Jahre. Weil die nächsten sechs Patienten nicht überlebten, zumeist wegen Mitralinsuffizienzen, beendete Cutler 1927 diese Methode.⁸⁶

Der zweite erfolgreiche operative Eingriff zur Beseitigung einer Mitralstenose, durchgeführt von Henry Souttar, datiert auf den 6. Mai 1925.⁸⁷ Die Patientin überlebte die Operation mehr als fünf Jahre. Für Souttar blieb es jedoch der einzige Eingriff, weil ihm keine weiteren Patienten zugewiesen wurden.⁸⁸ Seitens der Internisten bestanden Zweifel an der Sinnhaftigkeit der Operation.

Im Kontext der Entwicklung der Herzchirurgie erscheint es bedeutend, dass von den 10 Patienten, die bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges operiert worden waren, nur die beiden von Cutler und Souttar überlebten.

Eine Erweiterung des operativen Spektrums gelang 1924 Martin Kirschner in Heidelberg durch die erfolgreiche Embolektomie einer Lungenarterienembolie.⁸⁹ Damit wurde die prinzipielle Möglichkeit einer operativen Therapie dieses häufigen Krankheitsbildes

⁸² A. P. Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, 1. (Hogrefe & Huber, 1990), S. 24
Stephenson und Baciewicz, in *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 5

Schober, „Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe“, (1993), S. 225

⁸³ D. W. Samways, „Cardiac peristalsis: Its nature and effects,“ *The Lancet* (1898), S. 927

⁸⁴ L. Brunton, „Preliminary note on the possibility of treating mitral stenosis by surgical methods,“ *The Lancet* (1902), S. 352

⁸⁵ E. C. Cutler und S. A. Levine, „Cardiotomy and Valvulotomy for Mitral Stenosis; Experimental Observations and Clinical Notes Concerning an Operated Case with Recovery,“ *The Boston Medical and Surgical Journal* 188, 26 (1923), S. 1023-1027

C. S. Beck und E. C. Cutler, „A Cardiovalvulotome“ *J Exp Med* 40, 3 (1924), S. 375-379

⁸⁶ W. Böttcher und Hübler M., „Der Beginn der chirurgischen Therapie der Mitralklappenstenose,“ *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 20 (2006), S. 208

⁸⁷ H. S. Souttar, „The Surgical Treatment of Mitral Stenosis,“ *Br Med J* 2, 3379 (1925), S. 603-606

⁸⁸ Böttcher und M., (2006), S. 208

⁸⁹ W. Böttcher und A. Krüger, „Der Beginn der chirurgischen Therapie der Lungenembolie,“ *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 4 (2006), S. 166-168

demonstriert. Bereits 1908 hatte Friedrich Trendelenburg vorgeschlagen, einen Thrombus mit Pinzette und Saugrohr zu entfernen.⁹⁰ Klinische Erfolge konnte er allerdings nicht berichten. Mehrere Chirurgen hatten vor Kirschner vergeblich versucht, die Trendelenburg-Technik erfolgreich anzuwenden, waren jedoch, wie z.B. Krüger 1909 in Jena, gescheitert.⁹¹ Die zwei erfolgreichen Eingriffe im Jahre 1927 durch Clarence Crafoord, den Ake Senning 1989 als „Den schwedischen Pionier der kardiovaskulären Chirurgie“ beschrieb, erwiesen die Reproduzierbarkeit dieser Methode.⁹²

Eine besondere Form neuer herzchirurgischer Therapiemöglichkeiten begegnet in der Resektion eines rechtsventrikulären Herzwandaneurysmas durch Ferdinand Sauerbruch 1931.⁹³ Die erfolgreiche Operation war die erste ihrer Art. Allerdings war sie nicht als solche geplant, sondern unter der Diagnose eines Mediastinaltumors begonnen worden. Nachdem bei der Eröffnung des Thorax eine massive Blutung beherrscht werden konnte, war die korrekte Diagnose zu verifizieren. Die erfolgreiche Beendigung des Eingriffs illustriert eindrücklich die Souveränität des Chirurgen Sauerbruch. Es wird nicht die einzige Situation in der frühen Phase - wie auch späteren - der Herzchirurgie sein, in der aus einer unerwarteten intraoperativen Diagnose eine Pioniertat resultiert.

Bereits in dieser frühen Phase widmeten sich Chirurgen der Behandlung ischämischer Herzerkrankungen. Bereits 1910 hatte Carell im Hunderversuch arterielle Verbindungen zu Koronararterien hergestellt und mögliche Eingriffe beim Menschen unter Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine prognostiziert.⁹⁴ 1912 erhielt er den Nobelpreis „für seine Arbeit an Gefäßnähten, sowie Gefäß- und Organtransplantation“. In fünfjähriger Zusammenarbeit mit Charles Lindbergh entwickelte er Mitte der 30iger Jahre des 20. Jahrhunderts eine

⁹⁰ Ebd., S. 163-164.

⁹¹ R. Sievers, „Ein Fall von Embolie der Lungenarterie nach der Methode von Trendelenburg operiert,“ *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 93, 3 (1908), S. 282

Schober, „Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe“, (1993), S. 157-256

⁹² Å. Senning, „Developments in cardiac surgery in Stockholm during the mid and late 1950s,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 98, 5, Teil 2 (1989), S. 825

C. Crafoord, „Two cases of obstructive pulmonary embolism successfully operated upon,“ *Acta Chirurgica Scandinavica* 64 (1928), S. 172-186

⁹³ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung,“ in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 409-433

⁹⁴ Michael J. Mack, „Advances in the Treatment of Coronary Artery Disease,“ *Ann Thorac Surg* 76 (2003), S. 2240

„Extrakorporale Pumpe“, die jedoch nur im Tierversuch zur Anwendung kam, ein Aspekt, der weiter unten im größeren Zusammenhang ausführlicher beschrieben wird.⁹⁵

Da zu diesem Zeitpunkt beim Menschen eine direkte operative Verbindung extrakardialer Gefäße zu den Koronararterien noch nicht möglich war, wandte Claude Beck 1935 zur Revaskularisierung des Myokards, eine indirekte Methode, an. Er vernähte Teile des M. pectoralis major mit dem Herzmuskel, um eine zusätzliche Blutversorgung durch Kollateralisierung zu bewirken.⁹⁶

Laurence O'Shaugnessy führte im August 1936 in England, also mit geringem zeitlichem Abstand zu Beck, eine analoge Operation durch.⁹⁷ Es gibt in einigen Quellen Hinweise darauf, dass O'Shaugnessy diese Operationstechnik bereits vor dem Krieg angewendet haben soll.⁹⁸ Wie auch an anderer Stelle, gilt es hier, die Tatsache anzumerken, dass der gleiche Behandlungsansatz von zwei unabhängigen Personen zur beinahe gleichen Zeit an unterschiedlichen Orten zum Tragen kam.⁹⁹

Als ein wesentlicher „Meilenstein“ und vielfach als „Beginn der modernen Herzchirurgie“ wird die am 26. August 1938 durchgeführte, erfolgreiche Ligatur eines Ductus arteriosus Botalli durch Robert E. Gross angesehen.¹⁰⁰ Denn sie stellt nicht nur einen weiteren Schritt in der chirurgischen Behandlung von Herzkrankheiten dar, vielmehr wird sie zurecht als „Landmark“ beschrieben, da sie den Beginn der Chirurgie angeborener Herzfehler markiert.¹⁰¹

Nachdem Munro bereits 1907 vorgeschlagen hatte, einen persistierenden Ductus zu ligieren, führte Strieder 1937 bei einer Patientin mit florider Endokarditis die Operation notfallmäßig durch. Allerdings starb die Patientin an einer frühen postoperativen Komplikation.¹⁰²

⁹⁵ Naef, (1990), S. 27

⁹⁶ R. S. Litwak, „The growth of cardiac surgery: historical notes," *Cardiovasc Clin* 3, 2 (1971), S. 5-50
T. P. Theruvath und J. S. Ikonomidis, „Historical perspectives of The American Association for Thoracic Surgery: Claude S. Beck (1894-1971)," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 149, 3 (2015), S. 655-660

⁹⁷ Litwak, (1971), S. 5-50

⁹⁸ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 414

⁹⁹ R. E. Gross, „Surgical Management of the patent Ductus Arteriosus: With Summary of four Surgically treated Cases " *Ann Surg* 110, 3 (1939), S. 321-356

E. K. Frey, *Rückschau und Umschau* (Gräfelfing: Demeter Verl., 1978), S. 40

E. K. Frey und G. Kuetgens, *Die Chirurgie des Herzens und der grossen Gefäße*, 2., neubearb. u. erw. Aufl., 61, *Neue Deutsche Chirurgie* (Stuttgart: Enke, 1956), S. 324-333

¹⁰⁰ Gross, (1939), S. 321-356

¹⁰¹ R. Warren, „Patent Ductus Arteriosus," *New England Journal of Medicine* 251, 9 (1984), S. 1203-1207

¹⁰² V. V. Alexi-Meskishvili und W. Böttcher, „The First Closure of the Persistent Ductus Arteriosus," *The Annals of Thoracic Surgery* 90, 1 (2010), S. 351

Die dann erfolgreiche Operation von Gross zählt zu den sorgfältig vorbereiteten, konsekutiv in Serie durchgeführten und gut dokumentierten Eingriffen.¹⁰³ Allerdings hatte ihm sein damaliger Chef, William E. Ladd, die Durchführung einer solchen Operation, die er trotz aller Vorarbeiten für zu riskant hielt, untersagt. So nutzte Gross eine Abwesenheit Ladds für den Eingriff, der ihm dies niemals verzieh.¹⁰⁴

Die Arbeiten von Gross gehören somit zu den wenigen Beispielen aus der frühen Phase der Herzchirurgie, welche den Prozess von einem Pioniereingriff zur routinemäßigen Operationsserie widerspiegelt und daher als „Initialzündung“ für den Beginn der modernen Herzchirurgie betitelt werden dürfen. Während eines Studienaufenthalts 1938 in Europa war Gross auch Gast von Ferdinand Sauerbruch.¹⁰⁵ In diesem Zusammenhang ist die ebenfalls erfolgreiche Ligatur eines Ductus arteriosus Botalli bei einem 14jährigen Jungen durch Emil Karl Frey in Düsseldorf anzuführen.¹⁰⁶ Leider ist der exakte Zeitpunkt dieses Eingriffs retrospektiv nicht sicher zu fixieren. In der Literatur gibt es unterschiedliche Angaben: man findet sowohl das Jahr 1938, wie auch 1939 als Datum. Darauf wird im Kapitel zum Wirken Freys in Düsseldorf ausführlich eingegangen.

Auch hier ist die Tatsache anzumerken, dass dieser Eingriff mit seiner besonderen Bedeutung im Zeitraum 1938-1939 an zwei Orten erfolgreich durchgeführt werden konnte: Ganz offensichtlich waren an qualifizierten Orten die Voraussetzungen gegeben.

Für das Jahr 1944 sind drei wesentliche Fortschritte der Herzchirurgie hervorzuheben, von denen zwei wiederum die angeborenen Herzkrankheiten betreffen:

Am 29.11.1944 operierten Blalock und Park an der Johns-Hopkins-University in Baltimore/USA erstmals erfolgreich ein einjähriges Mädchen mit einer Fallot'schen Tetralogie.¹⁰⁷ Sie imitierten durch eine Verbindung der Arteria subclavia mit der Pulmonalarterie einen Ductus arteriosus. Diese später als „Blalock-Taussig-Anastomose“ bezeichnete Methode sollte die Lungendurchblutung verbessern.¹⁰⁸ Grundlage für dieses

¹⁰³ R. E. Gross, „A surgical approach for ligation of patent ductus arteriosus,“ *New England Journal of Medicine* 220, 12 (1939), S. 510-514

¹⁰⁴ H. E. Ulmer, „Robert E. Gross (1905-1988),“ *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34 (2020), S. 274

¹⁰⁵ W. H. Hendren und M. J. Folkman, "Robert Edward Gross," Memorial Minute - The Faculty of Medicine Harvard University, 31.10.2020. https://fa.hms.harvard.edu/files/memorialminute_gross_robert_e.pdf.

¹⁰⁶ Frey, (1978), S. 39-40

¹⁰⁷ A. Blalock und H. B. Taussig, „The Surgical Treatment of Malformations of the Heart: In Which There Is Pulmonary Stenosis or Pulmonary Atresia,“ *JAMA* 251, 16 (1945), S. 2123-2138
Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1471-1479
Litwak, (1971), S. 5-50

¹⁰⁸ C. A. Neill und E. B. Clark, „Tetralogy of Fallot. The first 300 years,“ *Tex Heart Inst J* 21, 4 (1994), S. 272-279

Verfahren war die Beobachtung der Kinderärztin Helen Taussig, dass Kinder mit Fallot-Tetralogie in Kombination mit einem persistierenden Ductus arteriosus weniger zyanotisch, jedoch belastungsfähiger waren. Wie noch weiter zu erläutern, gilt Helen Taussig zurecht als Begründerin der Kinderkardiologie.¹⁰⁹ Trotz einer sehr schweren Rehabilitation beschreiben Blalock und Taussig die positive postoperative Veränderung als sehr überzeugend.¹¹⁰ Alfred Blalock führte insgesamt 150 Operationen dieser Art bei Kindern mit schlechtem pulmonalem Blutfluss durch.¹¹¹ Basierend auf dieser hohen Operationsfrequenz konnte er nicht nur die chirurgische Vorgehensweise der Anastomosennaht optimieren.¹¹² Blalock und Taussig erkannten auch mögliche Komplikationen und Gefahren des Eingriffs, wie die erhöhte postoperative Thrombosegefahr auf Grund einer möglichen Polyzythämie.¹¹³ Die Blalock-Taussig-Anastomose gehört somit zu den ersten Operationsserien der frühen Herzchirurgie, deren Analyse und Diskussion den Weg zu standardisierten kardiologischen Eingriffen ebnete.

Ebenfalls im Jahr 1944 gelang Clarence Crafoord in Stockholm die erste erfolgreiche Operation einer Aortenisthmusstenose.¹¹⁴ Diese Pioniertat hat eine bedeutsame Vorgeschichte: Crafoord hatte 1939 während eines Gastaufenthaltes bei Gross in Boston nicht nur Operationen des Ductus arteriosus erlebt, sondern mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Kenntnis von den experimentellen Untersuchungen von Gross und Hufnagel zur Technik der chirurgischen Behandlung der Aortenisthmusstenose erhalten und wohl auch gesehen.¹¹⁵ Allerdings hielten alle Beteiligten die Anwendung bei Patienten noch für zu risikoreich. Nach seiner Rückkehr nach Schweden erlebte Crafoord bei der Operation eines persistierenden Ductus Botalli eine gravierende Blutungskomplikation, zu deren Beherrschung er die Aorta vor und hinter dem Ductus 27 Minuten abklemmen musste. Da der Patient jedoch ohne bleibende körperliche Einschränkungen die Operation überlebte, erkannte Crafoord die – neben der gefäßchirurgischen Technik – grundsätzlich realistische,

Blalock und Taussig, (1945), S. 2123-2138

¹⁰⁹ N. D. Patel, D. E. Alejo, und D. E. Cameron, „The History of Heart Surgery at The Johns Hopkins Hospital," *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 27, 4 (2015), S. 341-352

M. A. Engle, „Dr. Helen brooke taussig, living legend in cardiology," *Clinical Cardiology* 8, 6 (1985), S. 372-374

¹¹⁰ Blalock und Taussig, (1945), S. 2123-2138

¹¹¹ H. B. Taussig, „On the evolution of our knowledge of congenital malformations of the heart: The T. Ducket Jones Memorial Lecture," *Circulation* XXXI (1965), S. 768-777

¹¹² Blalock und Taussig, (1945), S. 198

¹¹³ Ebd., S. 199.

¹¹⁴ K. Radegran, „The Early History of Cardiac Surgery in Stockholm," *Journal of Cardiac Surgery* 18, 6 (2003), S. 564-572

¹¹⁵ A. R. C. Dobell, „The ductus and the coarctation," *The Annals of Thoracic Surgery* 57, 1 (1994), S. 248

erfolgversprechende Operationsmöglichkeit der Aortenisthmusstenose.¹¹⁶ So führte er am 19. Oktober 1944 die Resektion einer Aortenisthmusstenose mit anschließender End-zu-End Anastomose durch.¹¹⁷ Kurz danach gelang auch Gross erfolgreich diese anspruchsvolle Operation. Wegen der damals verzögerten internationalen Kommunikation kam es im Zusammenhang mit der Publikation zu einem Zerwürfnis beider Chirurgen.¹¹⁸ So liegt hier zum einen ein Beispiel dafür vor, dass aus einer intraoperativen Beobachtung eine neuartige Operationsmethode einer differenten Erkrankung hervorgehen kann. Zum anderen aber auch dafür, dass nahezu gleichzeitig und an verschiedenen Orten signifikante Fortschritte erzielt werden konnten. Des Weiteren wird die Bedeutung intensiver experimenteller Studien eindrucksvoll belegt.¹¹⁹

Auch die Arbeiten von Dwight E. Harken, denen für die Weiterentwicklung der Herzchirurgie wesentliche Bedeutung zuzumessen ist, resultieren aus dem Jahre 1944. Harken widmete sich während des Zweiten Weltkrieges insbesondere den Verletzungen des Herzens. So konnte er bis zum Jahr 1944 142 Projektile erfolgreich aus Herz und Perikard ohne einen Todesfall entfernen.¹²⁰ Die große Anzahl der Operation ermöglichte Übersichten über die Indikationen zur Entfernung von Fremdkörpern aus dem Herzen und zur Vermeidung von Komplikationen.¹²¹ Weiterhin listet er auf, aus welchen Gefäßen, bzw. kardialen Kompartimenten er bereits Fremdkörper entfernte und geht auf die Problematik postoperativer Pleuraempyeme ein.¹²² Harkens Arbeiten spiegeln wider, dass er zu den herzchirurgischen Pionieren zu zählen ist, die standardisierte intraoperative Vorgehensweisen entwickelten und ihre Eingriffe konsekutiv in Form einer Serie durchführten und analysierten. Seine Leistungen können somit als Vorreiter und Wegbereiter der Epoche der Standardisierung der Herzchirurgie angesehen werden.

¹¹⁶ J. P. E. Kvitting und C. L. Olin, „Clarence Crafoord: A Giant in Cardiothoracic Surgery, the First to Repair Aortic Coarctation," *The Annals of Thoracic Surgery* 87, 1 (2009), S. 342-346

¹¹⁷ Ebd., S. 344.

¹¹⁸ Dobell, (1994), S. 248

¹¹⁹ Ebd., S. 247.

¹²⁰ M. N. Khan, „The relief of mitral stenosis. An historic step in cardiac surgery," *Tex Heart Inst J* 23, 4 (1996), S. 258-266

Litwak, (1971), S. 5-50

Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1471-1479

¹²¹ D. E. Harken, „Original communication: Foreign bodies in and in relation to the thoracic blood vessels and heart III. Indications for the removal of intracardiac foreign bodies and the behavior of the heart during manipulation," *The American Heart Journal* 32, 1 (1946), S. 4

¹²² Ebd., S. 15.

Anhand dieser Übersicht der frühen Herzchirurgie in der Zeit zwischen 1896 und 1944 lassen sich erste interdisziplinäre Charakterzüge des jungen Fachgebiets erkennen, die im Laufe der Zeit eine immer größere Rolle einnehmen werden. Zu den dabei bedeutsamen „Bausteinen“ und Grundlagen für die sich entwickelnde Herzchirurgie zählen Bücher und Buchbeiträge. Beispielhaft sollen die Schriften von A. Carrel, 1902 usw. hervorgehoben werden, wie ausführlich von Sachs beschrieben und kommentiert.¹²³ An prominenter Stelle gehören dazu die Arbeiten des leider jung verstorbenen österreichischen Chirurgen Ernst Jeger (1884-1915), wie sie u.a. von Schober von gewürdigt sind.¹²⁴ Vor allem das Werk „Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens“ (1913) findet sich zurecht regelmäßig in der Literatur zur Geschichte der Herzchirurgie, wie z.B. bei Donald Hill, 1982 und Nunn et al., 1994.¹²⁵ Das Interesse von Gross an den angeborenen Herzerkrankungen und seine systematische Erarbeitung der Therapie sind mit hoher Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit Maude Abbotts „*Atlas of Congenital Heart Diseases*“ aus dem Jahr 1936 zu sehen.¹²⁶ Dies lässt erste Tendenzen einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Kardiologen und Chirurgen erkennen.

Sehr ähnlich gestaltete sich die Kooperation von Blalock und Taussig. Helen Taussig war, wie bereits erwähnt, die Kinderkardiologin des operierten Mädchens und regte Alfred Blalock zur Durchführung der Operation an.¹²⁷ Blalock und Taussig führten auch die postoperativen Kontrollen und Weiterbehandlungen gemeinsam durch. Somit stellt die Blalock-Taussig-Anastomose, neben der Tatsache einer der ersten kardiochirurgischen Operationsserien, die frühe interdisziplinäre Kooperation von Herzchirurgen und Kinderkardiologen dar.¹²⁸

¹²³ A. Carrel, „La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères,“ *Lyon Médical* 98 (1902), S. 859-864

M. Sachs, *Geschichte der operativen Chirurgie Band 2 - Historische Entwicklung des chirurgischen Instrumentariums* (Heidelberg: Kaden Verlag, 2000), S. 238

¹²⁴ K. L. Schober, „Our surgical heritage: tragic destinies of surgeons. The senseless destruction of a talent: Ernst Jeger (1884-1915),“ *Zentralbl Chir* 109, 21 (1984), S. 1394-1402

Schober, „Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe“, (1993), S. 155-256

¹²⁵ J. D. Hill, „John H. Gibbon Jr. Part I. The Development of the First Successful Heart-Lung Machine,“ *Ann Thorac Surg* 34, 3 (1982), S. 338

D. B. Nunn, H. Bunzendahl, und J. R. Handy, „Ernst Jeger: a forgotten pioneer in cardiovascular surgery,“ *Surgery* 116, 3 (1994), S. 569-575

¹²⁶ J. Beaulieu, „Les plus grands médecins du Canada : la docteure Maude Abbott,“ *Cmaj* 183, 7 (2011), S. 757-758

R. Zenker, „Zur Geschichte und Entwicklung der Herzchirurgie,“ in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und H. Oelert (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991), S. 1-12

¹²⁷ Taussig, (1965), S. 772

¹²⁸ Blalock und Taussig, (1945), S. 192-196

Taussigs berühmtes Zitat „*That is all that is necessary for the cyanotic child*“ entstand im Rahmen dieser Kooperation und charakterisiert sie somit als eine frühe Verfechterin der medizinischen Interdisziplinarität.¹²⁹

Ebenso gilt die Zusammenarbeit von Volhard und Schmieden als beispielhaft für die Interdisziplinarität von Internisten und Chirurgen. Basierend auf Volhards Diagnostik des Panzerherzen und gemeinsamer Indikationserarbeitung führte Schmieden die Operationen durch.¹³⁰ Auch hier ist ein modernes Modell der interdisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen einer serienhaften Durchführung von Operationen erkennbar. Beispielhaft ist daraus zu schließen, dass bereits im Jahr 1918, also recht früh, eine interdisziplinär geprägte und wissenschaftlich basierende Herzchirurgie anzutreffen war.

Wie bei dieser kurzen Ausführung über die frühen Entwicklungen der Herzchirurgie auffällt, nimmt jedoch die Anzahl der deutschen Beiträge zur Herz-Thoraxchirurgie mit den Jahren ab. Leitz hat 2010 unter Bezug auf eine Beschreibung Schobers einige Ursachen aufgelistet, die als Gründe für die rückläufige Entwicklung nach dem Ersten Weltkrieg anzusehen sind.¹³¹ Dazu gehören u.a. Deutschlands Ausschluss aus der „*Société Internationale de Chirurgie*“, der Verlust der deutschen Sprache als Wissenschaftssprache, die mangelnde Kenntnisnahme ausländische Literatur aus „Engstirnigkeit oder unkritischer Selbstüberschätzung“¹³² und, ganz wesentlich, die nationalsozialistische Rassenpolitik.¹³³ Bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges war nur noch durch einzelne Persönlichkeiten, wie Ludwig Rehn, Volker Schmieden, Martin Kirschner und Ferdinand Sauerbruch ein Wissenstransfer aus Deutschland in europäische Länder und besonders auch in transatlantische Richtung zu beobachten. Letztlich „habe die deutsche Thoraxchirurgie durch den Zweiten Weltkrieg ihren finalen Todesstoß“ erhalten.¹³⁴ Bereits an dieser Stelle sei bemerkt, dass nach dem geschilderten Bedeutungsverlust Deutschlands, der Wiederanschluss an das internationale Niveau in besonderem Ausmaß durch eine Umkehr des Transfers erreicht werden konnte. Sehr eindrucksvoll sind diese Prozesse durch Borst geschildert worden.¹³⁵

¹²⁹ Taussig, (1965), S. 768-777

¹³⁰ Volhard und Schmieden, (1923), S. 6

¹³¹ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 7

¹³² Schober, „Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe“, (1993), S. 249

¹³³ Ebd., S. 159.

¹³⁴ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 7

¹³⁵ Borst, (1985), S. 487

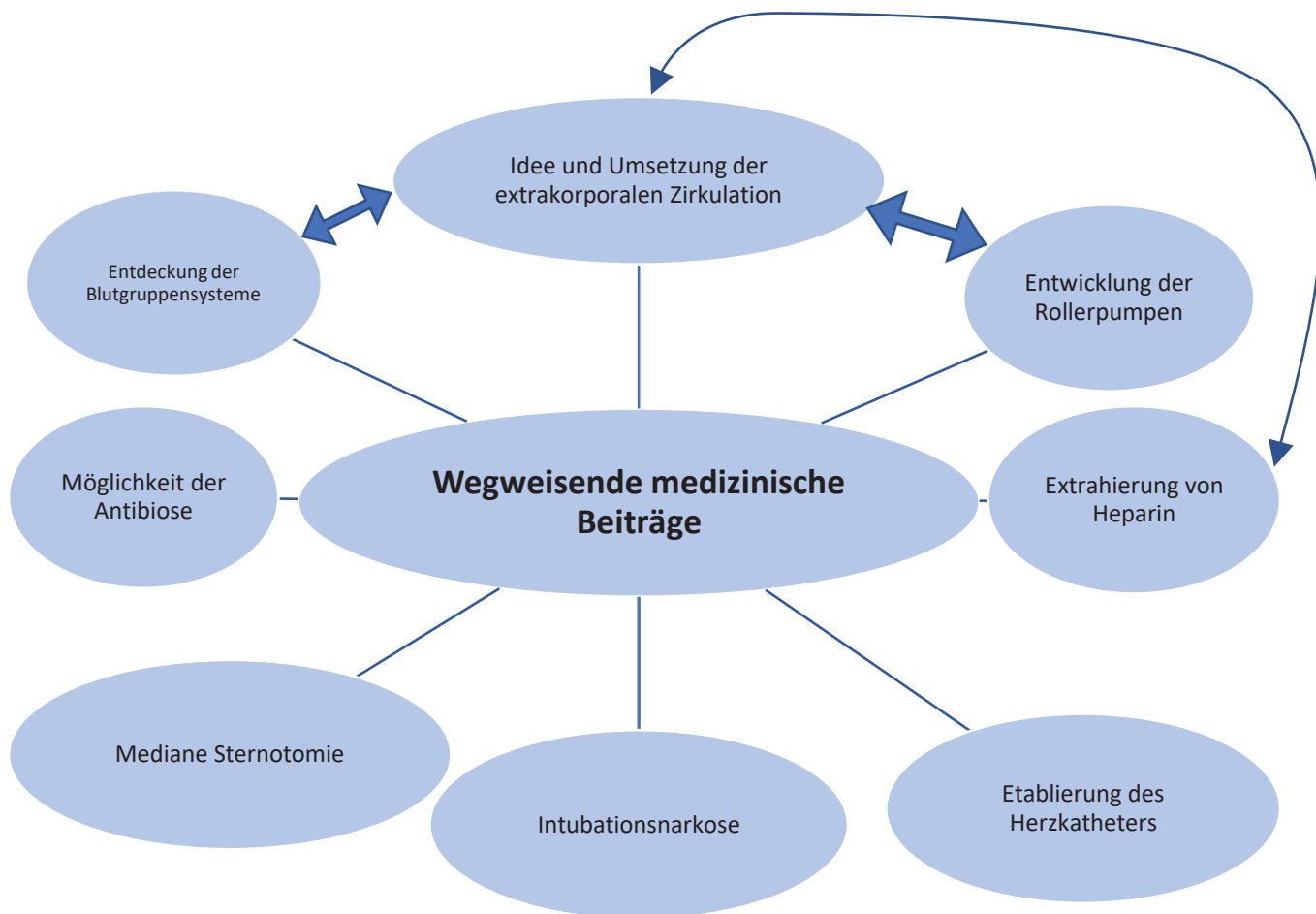


Abb. 2 Wegweisende medizinische Beiträge (eigene Darstellung)

Die Durchführung der ersten herzchirurgischen Eingriffe wurde durch einige wichtige medizinische Errungenschaften auf unterschiedlichsten Gebieten der Medizin ermöglicht, die an dieser Stelle zu benennen sind und auf Abbildung 2 graphisch veranschaulicht sind. Dazu gehören auch technische Entwicklungen, die zu ihrer Zeit nicht in unmittelbarem Zusammenhang zur Herzchirurgie zu zählen waren. Insgesamt kann von Einzelprojekten gesprochen werden, die im Laufe der Jahre ein „Mosaik“ ergaben, und die letztlich unerlässlichen Grundlagen für die stürmische Entwicklung der Herzchirurgie nach dem Zweiten Weltkrieg bedeuteten. Gleichzeitig illustrieren alle angeführten Punkte den interdisziplinären Aspekt, der dem neuen Fachgebiet, der Kardiochirurgie, zugeordnet werden kann.

Idee der extrakorporalen Zirkulation

Hinsichtlich der späteren zentralen Bedeutung soll mit der Schilderung erster Visionen, technischer Projekte und Experimente begonnen werden, welche die Sauerstoffversorgung von Organen und auch des Organismus zum Ziel hatten. Eine gesicherte Zuordnung der ursprünglichen Idee einer „Aufteilung des Herz-Kreislauf-Systems mit einer externen-Lunge und einer Pumpe erscheint nahezu unmöglich“, wie es Kouchokos et al. 2003 zurecht anführen.¹³⁶ Die ersten Schritte auf diesem Wege gehen auf das 19. Jahrhundert zurück.¹³⁷ Die grundsätzliche Idee der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) wird im Schrifttum ganz allgemein dem französischen Physiologen Julien Jean Legallois zugeschrieben, die 1812 in französischer und 1813 in englischer Sprache publiziert wurde.¹³⁸ Wie Böttcher et al. detailliert erläutern, begann eine praktische Umsetzung der Visionen von Legallois mit Kay (1828), Loebell (1849) und Brown-Sequard (1858).¹³⁹ Die an verschiedenen Instituten fortschreitende experimentelle Forschung führte 1885 zur Konstruktion eines „Respirationsapparates für isolierte Organe“ durch Max von Frey und Max Gruber am Physiologischen Institut von Carl Ludwig in Leipzig¹⁴⁰. Dieser Respirationsapparat, sowie das 1890 von Jacoby vorgestellte extrakorporale Kreislaufsystem dürfen als Vorläufer der heutigen Herz-Lungen-Maschinen gewertet werden.¹⁴¹

Entwicklung von Rollerpumpen

1891 erhält der Instrumentenbauer Charles Truax in Chicago das Patent für eine Rollenpumpe, deren Prinzip auch aktuell angewendet wird.¹⁴² Allerdings erwähnt D. A. Cooley 1989, dass bereits 1855 von Porter und Bradley eine „Rollerpumpe“ zum Patent angemeldet worden war, deren Bauweise DeBakey modifizierte.¹⁴³ Nachdem DeBakey seine

¹³⁶ N. T. Kouchokos et al., *Kirklin/Barratt-Boyes Cardiac Surgery: Morphology, Diagnostic Criteria*, 3. 1, *Natural History, Techniques, Results, and Indications* (Philadelphia, Pennsylvania: Churchill Livingstone, 2003), S. 81

¹³⁷ W. Böttcher, V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer, „Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert,“ *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000)

¹³⁸ J. J. C. Le Gallois, *Expériences sur le principe de la vie, notamment sur celui des mouvements du cœur, et sur le siège de ce principe; suivies du rapport fait à la première classe de l'Institut, etc* (d'Hautel, 1812)

J. J. C. Le Gallois, „Experiments on the Principle of Life - Especially on That of the Motions of the Heart, and on the Seat of This Principle,“ *The New England Journal of Medicine, Surgery and Collateral Branches of Science* 3, 1 (1813), S. 11-20

¹³⁹ Böttcher, Alexi-Meskishvili, und Hetzer, (2000), S. 93-94

¹⁴⁰ M. von Frey und M. Gruber, „Untersuchungen über den Stoffwechsel isolierter Organe: Ein Respirations-Apparat für isolierte Organe,“ *Virchow's Arch Physiol* 9 (1885), S. 519-532

¹⁴¹ Böttcher, Alexi-Meskishvili, und Hetzer, (2000), S. 96

¹⁴² C. H. Truax, *Surgical pump* (Google Patents, 1891).

¹⁴³ D. A. Cooley, „Recollections of early development and later trends in cardiac surgery,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989), S. 818

Modifikation 1934 publiziert hatte, ging diese Modifikation des „Rollerpumpen-Prinzips“ als „DeBakey-Pumpe“ in die Terminologie der Herzchirurgie ein.¹⁴⁴ Cooley weist 1989 auf die „irrtümliche Beschreibung“ durch Gibbon und DeBakey 2003 hin.¹⁴⁵ Die Diskussion um die Erstbeschreibung des „Rollerpumpen-Prinzips“ wird angeführt, weil sie illustriert, dass eine Technologie aus dem 19. Jahrhundert bis in die heutige Zeit in der täglichen Routine der Herzchirurgie genutzt wird.

Die mediane Sternotomie

Auch der Vorschlag von Milton, 1897, die mediane Sternotomie als Zugang zum Mediastinum und somit auch zum Herzen zu wählen, gehört zu den „Einzelbeiträgen“, deren Bedeutung sich erst später herausstellte.¹⁴⁶, wie es z.B. die Publikationen von Julian et al. 1957 und Lillehei und Cardozo von 1959 belegen.¹⁴⁷

Entdeckung der Blutgruppensysteme

Im Jahre 1900 entdeckte Karl Landsteiner das AB0-Blutgruppensystem, das als Grundlage für die perioperative Volumentherapie mit Bluttransfusion nach großem Blutverlust von Bedeutung ist.¹⁴⁸ Sie spielt insbesondere im Hinblick auf die spätere Einführung der EKZ eine zentrale Rolle in der Herzchirurgie.

Einführung der Intubationsnarkose

Schon früh war man sich des eminenten Stellenwerts der Narkose bewusst. Im Rückblick ist deutlich zu beobachten, wie bereits mit dem Beginn thoraxchirurgischer Eingriffe Grundlagen für die speziellen Anforderungen für die herzchirurgischen Eingriffe entstanden. In Konsequenz kam es zur Ausbildung eines weiteren Spezialgebietes, der Anästhesie. Wegweisend, wenn auch anfänglich nicht in vollem Umfang realisiert, war die Einführung

M. E. DeBakey, „A Simple Continuous-Flow Blood Transfusion Instrument. New Orleans Med,“ *Science J* 78 (1934), S. 386-389

¹⁴⁴ DeBakey, (1934), S. 386-389

¹⁴⁵ Cooley, (1989), S. 819

¹⁴⁶ Milton, (1897), S. 872-875

¹⁴⁷ O. C. Julian et al., „The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation; a general evaluation of its use in heart surgery,“ *Surgery* 42, 4 (1957), S. 753-761

C. W. Lillehei und R. H. Cardozo, „Use of median sternotomy with femoral artery cannulation in open cardiac surgery,“ *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 108, 6 (1959), S. 707-714

¹⁴⁸ A. W. Bauer, „Karl Landsteiner: Entdecker der Blutgruppen in Wien – Nobelpreisträger in New York,“ *Transfusionsmedizin* 8, 03 (2018), S. 164

der Intubationsnarkose durch Franz Kuhn in Kassel 1901.¹⁴⁹ Bereits hier seien weitere Protagonisten angeführt, die in unterschiedlichem Maße zur Entwicklung dieser Technik beitrugen: Meltzer und Auer, 1909 und 1910; Unger, 1910; Peck, 1912; Tuffier 1914.¹⁵⁰ Die Intubationsnarkose stand in Deutschland in Konkurrenz zu den „Druckdifferenzverfahren“ verschiedener Autoren und Techniken; ganz besonders zur „Unterdruckkammer“ von Sauerbruch, die dieser Anfang des 20. Jahrhunderts für thoraxchirurgische Eingriffe entwickelt hatte und aufgrund seiner Autorität in Deutschland zum bevorzugten Narkoseverfahren durchsetzen konnte.¹⁵¹ Auf diesen Problemkreis wird im Weiteren noch ausführlich eingegangen.

Es wurde bereits erwähnt, dass 1917 in Massachusetts die Fachgesellschaft AATS gegründet wurde.¹⁵² Anlässlich deren 1. Jahrestagung 1918 hielt der erste Präsident, Samuel Meltzer mit seiner „1. Presidential Adress“ eine bis heute bemerkenswerte, weil geradezu visionäre Ansprache. Neben anderen sind daraus zwei Feststellungen hervorzuheben: zum einen schildert er die Entwicklung von der intratrachealen Insufflation zur intratrachealen Technik, die er bereits damals als „well established“ und damit nahezu Standard definiert.¹⁵³ Zum zweiten beschreibt er, basierend auf den zuvor erläuterten Narkosetechniken, die sukzessive Ausweitung thoraxchirurgischer Eingriffe.¹⁵⁴ Damit wurde zum ersten Male die Spezialisierungstendenz von der Allgemeinchirurgie hin zur Thoraxchirurgie illustriert und als Notwendigkeit benannt.

¹⁴⁹ F. Kuhn, „Technik der peroralen Tubage,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 28, 30 (1902), S. 539-541

¹⁵⁰ S. J. Meltzer und J. Auer, „Continuous Respiration without Respiratory Movements“ *J Exp Med* 11, 4 (1909), S. 622-625

E. Unger, „Zur Insufflationsnarkose (Meltzer) beim Menschen,“ *Berl. Klin. Wchr.* 2 (1910), S. 1748-1749

C.H. Peck, „XVII. Intratracheal Insufflation Anaesthesia (Meltzer-Auer) Observation on a Series of 216 Anaesthesias with the Elsberg-Apparatus,“ *Ann Surg* 56, 1 (1912), S. 192-200

T. Tuffier und G. Loewy, „Insufflation intratracheale,“ *Presse medicale (Paris)* 22 (1914), S. 497-499

¹⁵¹ F. Sauerbruch, *Chirurgie der Brustorgane*, 2. 1 (Berlin: Julius Springer, 1920), S. 382-396

S. J. Meltzer, „The value of continous intratracheal insufflation of air (Meltzer) in thoracic surgery with description of an apparatus,“ *Medical Record* 77 (1910), S. 493-495

¹⁵² W. G. Austen, „Eight former presidents of the AATS: The Boston connection,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 98, 5, Part 1 (1989), S. 643

¹⁵³ Zitiert bei A. Meltzer, „Dr. Samuel James Meltzer and Intratracheal Anesthesia,“ *J.Clin.Anesth.* 2 (1990), S. 55

S. J. Meltzer, „First Presidential Adress,“ *Program-Book 50th Anniversary Meeting of the AATS 2016* (1918)

Zitiert bei M. S. Lesney, „Confronting the open chest - Samuel J. Meltzer and the first AATS annual Meeting,“ *Thoracic Surgery News* (2017)

¹⁵⁴ Zitiert bei Meltzer, (1990), S. 55-56

Meltzer, „First Presidential Adress“, (1918)

Zitiert bei Lesney, (2017)

Extrahierung von Heparin

Für 1916 ist ein weiterer wichtiger „Baustein“ zu beschreiben: In diesem Jahr extrahierte Jay McLean im Zusammenhang mit der Erforschung des Phospholipids Cepahlin erstmals die antithrombotisch wirkende Substanz Heparin.¹⁵⁵ Diese Entdeckung kann als eine der unverzichtbaren Voraussetzungen für den Beginn der modernen Herzchirurgie angesehen werden.

Einführung des Herzkatheters

Gewisse Parallelen zur Thematik der pulmonalen Embolektomie sind im Hinblick auf die Etablierung des Herzkatheters zu erkennen. Werner Forßmann führte 1929 im Selbstversuch die erste Herzkatheteruntersuchung durch, die als Basis der modernen diagnostischen und therapeutischen Methoden der Kardiologie anzusehen ist. Forßmann führte sich selbst einen Herzkatheter unter röntgenologischer Kontrolle bis zum rechten Vorhof durch eine Armvene ein.¹⁵⁶ Jedoch fand seine Entdeckung zunächst keine klinische Anwendung. Allerdings regten sie den Physiologen Otto Klein an der Deutschen Prager Universität 1929/1930 an, diese Technik für diagnostische Zwecke anzuwenden und bei 11 Patienten das Herz-Minutenvolumen zu messen.¹⁵⁷ Seine Publikation geriet in Vergessenheit.

Ähnliches trifft auf Ernst Unger zu: Er hatte bei Fritz Bleichröder bereits 1912 den Katheter bis ins rechte Herz führen können.¹⁵⁸ Allerdings verfolgte Bleichröder bei seinem Verfahren nicht das Ziel der Etablierung einer Herzkatheteruntersuchung, sondern sah in der arteriellen und lokalen Medikamentengabe die Sinnhaftigkeit seiner Versuche.¹⁵⁹

1944 berichteten Cournard et al., dass sie mit Hilfe des Herzkatheters das Herzminutenvolumen diagnostisch bestimmt haben.¹⁶⁰ Für die Erarbeitung dieser bedeutsamen Methode erhielten Richard, Cournard und Forßmann 1956 den Nobelpreis für Physiologie.¹⁶¹

Wiederum begegnet ein Beispiel dafür, dass eine originelle Idee und sogar ein erstmals

¹⁵⁵ J. A. Y. McLean, „The Discovery of Heparin,“ *Circulation* 19, 1 (1959), S. 77-78 S. 77-78

¹⁵⁶ W. Forssmann, „Die Sondierung des rechten Herzens,“ *Klinische Wochenschrift* 8, 45 (1929), S. 2085-2087
R. Bröer, „Legende oder Realität? - Werner Forßmann und die Herzkatheterisierung,“ *Dtsch Med Wochenschr* 127, 41 (2002), S. 2151

¹⁵⁷ J. Widimsky und P. Widimsky, „Otto Klein from Prague University Hospital performed the world first diagnostic cardiac catheterization in 11 Czech patients in 1929,“ *European Heart Journal* 41, 13 (2020), S. 1323-1325

¹⁵⁸ F. Bleichröder, „Intraarterielle Therapie,“ *Berl. Klin. Wchr.* 49 (1912), S. 1503-1505
Bröer, (2002), S. 2151-2154

¹⁵⁹ Bleichröder, (1912), S. 1503-1505S.

¹⁶⁰ A. Cournand et al., „Measurement of cardiac output in man using the technique of catheterization of the right auricle or ventricle “ *J Clin Invest* 24, 1 (1945), S. 106-116

¹⁶¹ Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1471-1479

beschriebenes Verfahren primär verkannt, aber später aufgegriffen, verfeinert und sogar ausgezeichnet wurde. Mit anderen Worten: eine erste Idee, ein erstes Verfahren erfährt einen Lernprozess, der auf der differenzierten Auseinandersetzung mit bereits vorhandenem Wissen basiert. Bei der Vergabe des Nobelpreises wurden weder Unger und Bleichröder bedacht, da sie ihre Ergebnisse nicht veröffentlicht hatten, wie auch nicht Otto Klein, dessen Publikationen in Vergessenheit geraten waren.¹⁶²

Möglichkeit der Antibiose

Neben Bluttransfusionen und gerinnungsoptimierenden Maßnahmen ist die perioperative Prophylaxe und Therapie von Infektionen von wesentlicher Bedeutung. Flemings Entdeckung des Penicillins im Jahr 1929 und Florey, Heatley und Chains anschließende klinische Anwendung als potent wirksames Antibiotikum waren richtungsweisend.¹⁶³ Ebenso ermöglichten Domagks Arbeiten und Erkenntnisse zum Einsatzbereich der Sulfonamide 1935 einen bedeutenden Fortschritt der gesamten Medizin.¹⁶⁴ Die postoperative Letalität auf Grund von Infektionen konnte drastisch gesenkt werden und die Erhebung von aussagekräftigen postoperativen Langzeitergebnissen war erstmals möglich.

Die Tatsache, dass dieser Überblick über die ersten wegweisenden Entwicklungen im Zusammenhang mit der Herzchirurgie mit derselben Thematik schließt, mit der er begann, erscheint nicht nur bemerkenswert oder gar wie eine Ironie, sondern imponiert eher als eine Illustration eines langen Weges.

Etablierung der extrakorporalen Zirkulation

Es handelt sich wiederum um die EKZ, an deren Entwicklung John H. Gibbon maßgeblichen Anteil hatte und sich außerordentliche Verdienste erwarb: Am Beginn seiner Aktivitäten hinsichtlich der konsequenten, nachhaltigen Entwicklung einer Herz-Lungen-Maschine spielte ein berührendes „Schlüsselerlebnis“ eine bedeutsame Rolle: John H. Gibbon hatte im Februar 1931 erlebt, wie sein damaliger Chef am Bostoner Massachusetts General Hospital, Edward D. Churchill, eine Patientin im Zusammenhang mit der Notoperation einer massiven Lungenembolie verlor. Während der unmittelbaren postoperativen Überwachung dieser

¹⁶² N. Hansson et al., „Vom Nobody zum Nobelpreisträger?“, *Der Urologe* 54, 3 (2015), S. 412-420
Widimsky und Widimsky, (2020), S. 1323-1325

¹⁶³ E. Chain et al., „Penicillin as a chemotherapeutic agent“, *The Lancet* 236, 6104 (1940), S. 227-228

¹⁶⁴ H. Schadewaldt, „Die Entdeckung der Sulfonamide“, *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 100, 51 (1975), S. 2617

Patientin kam er auf die Idee, zur Beherrschung derartiger Probleme wie auch anderer Eingriffe am Herzen einen „kardiopulmonalen Bypass“, also eine Herz-Lungen-Maschine zu entwickeln.¹⁶⁵

Obwohl Churchill bezüglich der Realisierung sehr skeptisch war, stellte er Gibbon für dieses Projekt zusammen mit der „*First Technician*“ Mary Hopkinson ein.¹⁶⁶ Nach Rückkehr nach Philadelphia heiratete er von Mary Hopkinson. Die beiden begannen ab 1932 eine langjährige Arbeit zur Entwicklung eines „Pump-Oxygenator Systems“.¹⁶⁷ Ganz wesentlich kam dabei die Isolierung des Heparins durch McLean 1916 zugute, das von Best zur Verfügung gestellt wurde.¹⁶⁸

Hier ist ein besonderes Beispiel für die bereits beschriebene Thematik zu beobachten, dass die Bedeutung von Entdeckungen auf die praktische Anwendung und auch als „interdisziplinäres Bindeglied“ erst später augenscheinlich wurde.

Von 1935 an, zunächst in Boston, von 1936-1941 in Pennsylvania, führte er zahlreiche Experimente an Katzen durch, die 1937 in ersten kurzzeitigen Erfolgen resultierten.¹⁶⁹ Ein Versuchstier überlebte eine Perfusionszeit von 39 Minuten, womit die Möglichkeit bewiesen war, dass der extrakorporale Kreislauf die Herz-Lungen-Funktion während eines operativen Eingriffs übernehmen konnte.¹⁷⁰ Bei der Beschreibung des „Rollerpumpen-Prinzips“ wurde bereits angedeutet, dass Gibbon die von DeBakey 1934 beschriebene Modifikation einer solchen Pumpe in den von ihm entwickelten Herz-Lungen-Maschinen anwendete.¹⁷¹

Gibbon beschreibt den ersten Erfolg 1937: „*When we did succeed, we were filled with joy and astonishment and danced around the laboratory in glee.*“¹⁷²

¹⁶⁵ J. H. Gibbon, „The development of the heart-lung apparatus,“ *The American Journal of Surgery* 135, 5 (1978), S. 608

¹⁶⁶ Ebd., S. 609.

¹⁶⁷ Ebd., S. 608-609.

R. A. DeWall, „The evolution of the helical reservoir pump-oxygenator system at the University of Minnesota,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003), S. 2210

¹⁶⁸ DeWall, (2003), S. 2210

¹⁶⁹ J. H. Gibbon, „Artificial maintenance of circulation during experimental occlusion of pulmonary artery,“ *Archives of Surgery* 34, 6 (1937), S. 1105-1131

¹⁷⁰ H. Meisner, „Milestones in surgery: 60 years of open heart surgery,“ *Thorac cardiovasc Surg* 62, 8 (2014), S. 646

¹⁷¹ M. E. DeBakey, „John Gibbon and the heart-lung machine: a personal encounter and his import for cardiovascular surgery,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003), S. 2188

¹⁷² Gibbon, „The development of the heart-lung apparatus“, (1978), S. 613

1939 berichtete er vor der AATS über die Möglichkeit, einen Mitralklappenfehler zu korrigieren.¹⁷³ Nach wenigen weiteren Experimenten musste er allerdings wegen seiner Militärdienstzeit die Forschungen bis zum Kriegsende unterbrechen.¹⁷⁴

Nahezu zeitgleich zu den Forschungen John Gibbons und in analoger Weise erarbeitete der russische Wissenschaftler Sergei S. Brukhonenko eine Herz-Lungenmaschine für die Perfusion des ganzen Körpers. Konstantinov und Alexi-Meskishvili schildern 2000 detailliert den Lebensweg, die Grundlagenforschung und die experimentellen Schritte, die vom Ende der 1920er Jahre bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges zu einer klinisch einsatzfähigen Herz-Lungen-Maschine führten.¹⁷⁵ Erst 1960 lenkten Probert und Melrose sowie 1997 Fou im englischsprachigen westlichen Schrifttum die Aufmerksamkeit auf die Persönlichkeit des russischen Pioniers der EKZ und seine Arbeiten, deren Weiterführung, genau wie diejenigen John Gibbons, durch den Kriegsbeginn unterbrochen wurden.¹⁷⁶

Die sorgfältigen Recherchen von Konstantinov und Alexi-Meskishvili zur Biographie und zum Lebenswerk Brukhonenkos, die zuvor weder in der englischen, französischen noch deutschen Sprache vorlagen, ermöglichen bemerkenswerte Vergleiche und auch Schlussfolgerungen in Bezug auf die Thematik der Entwicklung sowie Spezialisierung in der Medizin.

Zum ersten: Das Werk der beiden Forscher entstand unabhängig voneinander, nahezu zeitgleich an unterschiedlichen Wirkungsstätten und mit großer Wahrscheinlichkeit ohne gegenseitige Kenntnis. Zum zweiten: Die Tatsache, dass so deutlich getrennt die erfolgreiche Lösung eines äußerst komplexen Problems auf dem Gebiet der Herzchirurgie erfolgte, illustriert anschaulich, wie weit deren allgemeine, regional übergreifende, Entwicklung als eigenständiges Fachgebiet bereits fortgeschritten war: Die Spezialisierung vollzog sich in nahezu analoger Weise auch international.

¹⁷³ Meisner, (2014), S. 646

¹⁷⁴ M. H. Gibbon, „Personal recollections of the earliest years of the development of the heart-lung machine," *Journal of Extra-Corporeal Technology* 10 (1978), S. 615

¹⁷⁵ I. E. Konstantinov und V. V. Alexi-Meskishvili, „Sergei S. Brukhonenko: the development of the first heart-lung machine for total body perfusion," *The Annals of Thoracic Surgery* 69, 3 (2000), S. 962-966

¹⁷⁶ W. R. Probert und D. G. Melrose, „An early Russian heart-lung machine," *Br Med J* 1 (1960), S. 1047-1048
A. A. Fou, „John H. Gibbon. The first 20 years of the heart-lung machine," *Tex Heart Inst J* 24, 1 (1997), S. 8

Fazit

Insgesamt dokumentiert die Übersicht über diese Phase, dass in der „Epoche der Pioniere“ wesentliche Grundsteine für die Realisierung herzmedizinischer Therapien, welche nicht mehr aus dem medizinischen Alltag wegzudenken sind, gelegt wurden.

Auch die allgemeine und immer wieder zu beobachtende Tatsache, dass die ursprüngliche Intention einer neuen wissenschaftlichen Entdeckung in der Realität eine andere, unerwartete klinische Anwendung erfährt, findet sich in der Beschreibung und Analyse der Ereignisse dieser Phase bestätigt.

Sehr deutlich sind, neben herausragenden Einzelleistungen, erste Ansätze zur Spezialisierung und zunehmende Tendenzen zur interdisziplinären Zusammenarbeit erkennbar.

3.1.3 Beginn und Etablierung der modernen Herzchirurgie 1945-1992

Die Pioniere – 1945-1955

Die Auswirkungen des Zweiten Weltkrieges erforderten nahezu weltweit, vor allem in Europa, einen Neuanfang vieler medizinischer Disziplinen vor dem Hintergrund größter Herausforderungen bei der Beseitigung der Zerstörungen und des Wiederaufbaus. Bezogen auf die Herzchirurgie war jedoch sehr schnell eine positive Entwicklung zu beobachten. Sie basierte ganz wesentlich auf den diversen Erfahrungen der Vorkriegszeit, wie auch den beschriebenen Arbeiten während des Krieges. Als bedeutsam ist auch auf die generelle Zunahme der Thoraxchirurgie innerhalb der Allgemein Chirurgie hinzuweisen. Für den Beginn von Herzchirurgie wird Kompetenz hinsichtlich intrathorakaler Operationen „ohne Frage“ vorausgesetzt.¹⁷⁷ Des Weiteren ist für die Herzchirurgie eine bemerkenswerte Intensivierung wissenschaftlicher Aktivitäten und interdisziplinärer Zusammenarbeit zu erkennen, dies zeitnah an mehreren Orten, zunächst in Nordamerika, Großbritannien und Skandinavien.¹⁷⁸ Für Deutschland resultiert, bedingt durch die Zeit des Nationalsozialismus, den Krieg und die unmittelbare Nachkriegszeit, eine verzögerte Entwicklung mit einem zeitlichen Abstand von zwei bis fünf Jahren.¹⁷⁹ Rudolf Nissen beschrieb diese Zeit als „ein zögerliches Aufwachen“.¹⁸⁰

Als eine weitere Besonderheit für die Nachkriegszeit ist anzumerken, dass die einzelnen Aspekte der Fortentwicklung eng miteinander verbunden sind und sich teilweise einander bedingen; dies betrifft insbesondere die komplexen Zusammenhänge von Eingriffen und Methoden. Dem trägt die weitere Schilderung der allgemeinen Entwicklung dadurch Rechnung, dass sie nicht mehr grundsätzlich zwischen Operationen, Methoden, wegweisenden Beiträgen und grundlegenden Entdeckungen trennt und davon isoliert berichtet. Vielmehr werden die Leistungen und Fortschritte im Zusammenhang dargestellt. Allerdings soll auch in diesem Kapitel fallweise, punktuell, ausführlicher auf einige besonders wichtige Ereignisse eingegangen werden, um Persönlichkeiten und die Tendenzen zur Spezialisierung zu illustrieren.

¹⁷⁷ A. P. Naef, „The mid-century revolution in thoracic and cardiovascular surgery: Part 5,“ *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 3, 3 (2004), S. 417

¹⁷⁸ G. Rodewald, R. Zenker, und W. Bircks, "Herzchirurgie," in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, Hrsg. H. W. Schreiber und G. Carstensen (Springer Verlag, 1983), S. 187
Senning, (1989), S. 825-832

¹⁷⁹ W. Bircks, „Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung,“ *Z Kardiol* 91 Suppl 4 (2002), S. 412

¹⁸⁰ Zitiert bei Meisner, (2014), S. 649

Zunächst ist eine generelle Ausweitung der bereits erwähnten Operationen zu beobachten: Die Unterbrechungen des Ductus arteriosus, Resektionen von Aortenisthmusstenosen, aorto-pulmonale Anastomosen, Perikardresektionen und Eingriffe an den Herzklappen. Diese „generelle“ Entwicklung bezieht sich sowohl auf die Ausdehnung herzchirurgischer Eingriffe auf neue Institutionen, wie auch die Ausprägung in Form von Serien. Beide Aspekte spiegeln Unterschiede hinsichtlich Quantität und damit verbunden auch Qualität im Vergleich zur Phase vor dem Zweiten Weltkrieg dar.

Nachfolgend sollen beispielhaft die wichtigsten Entwicklungsschritte der operativen Maßnahmen dieser ersten Nachkriegsjahre, beschrieben werden. Dabei ist ein **erster Schritt** zu erkennen, in dem die chirurgischen Prozeduren übergreifend als „**geschlossene Herzoperationen**“ und Operationen an den großen thorakalen Gefäßen definiert sind. Eine detaillierte Chronologie findet sich im Anhang.

1946 ergänzte Potts in Chicago die Verfahren zur Verbesserung der Lungendurchblutung bei Fallot-Tetralogie um die Anastomosierung von linker Pulmonalarterie und descendierender Aorta (sog. „Potts Shunt“).¹⁸¹

Demselben Ziel dienten die Erweiterungen stenosierter Pulmonalklappen, die in London erstmals erfolgreich durchgeführt werden konnten: 1947 von Sellors und 1948 von Brock.¹⁸² Über die chirurgische Behandlung stenosierter Aortenklappen durch transventrikuläre Dilatation berichteten 1952 Bailey, Ramirez und Larzelene.¹⁸³

Der Therapie der Aortenklappeninsuffizienz widmete sich in dieser Zeit intensiv Charles Hufnagel, dessen Aktivitäten besonderer Stellenwert zukommt. Er beschrieb 1951 die Konstruktion einer künstlichen Herzklappe, eine sog. „Käfig-Kugel-Klappe“: In einem schlauchförmigen Plastikgehäuse bewegte sich eine Plastikkugel, wodurch eine Ventilfunktion resultierte.¹⁸⁴ Da eine direkte Chirurgie im anatomischen Klappenbereich ohne Herz-Lungen-Maschine noch nicht möglich war, implantierte er die Kunstklappe in der proximalen deszendierenden Aorta („Juxtaduktal“), um den Rückfluss des Blutes zu

¹⁸¹ W. J. Potts, S. Smith, und S. Glibson, „Anastomosis of the Aorta to a Pulmonary Artery: Certain Types in Congenital Heart Disease," *Journal of the American Medical Association* 132, 11 (1946), S. 627-631

¹⁸² T. Holmes Sellors, „Surgery of Pulmonary Stenosis " *The Lancet* 251, 6513 (1948), S. 988-989
R. C. Brock, „Pulmonary Valvulotomy for Congenital Pulmonary Stenosis," *Br Med J* 1, 4562 (1948), S. 1121-1126

¹⁸³ C. P. Bailey, H. P. R. Ramirez, und H. B. Larzelere, „Surgical treatment of aortic stenosis," *Journal of the American Medical Association* 150 (1952), S. 1647-1652

¹⁸⁴ C. A. Hufnagel, „Aortic plastic valvular prosthesis," *Bull Georgetown Univ Med Ctr* 4 (1951), S. 128-130 zitiert in Kouchoukos et al., (2003), S. 555-556

R. A DeWall, N. Qasim, und L. Carr, „Evolution of Mechanical Heart Valves," *Ann Thorac Surg* 69, 5 (2000), S. 1612

reduzieren. Die ersten Eingriffe mit dieser Technik erfolgten Herbst 1952.¹⁸⁵ Vom September 1952 an operierte er 23 Patienten.¹⁸⁶ Von den ersten zehn Operierten starben vier, von den nächsten 13 zwei.¹⁸⁷

Hufnagel gilt daher zurecht als „der Pionier“ von Herzklappenimplantationen. Obwohl die von ihm entwickelte Klappe nicht im natürlichen Aortenklappenostium eingesetzt wurde und somit nicht die komplette Funktion einer natürlichen Aortenklappe übernehmen konnte, war doch ein nicht unbedeutender klinischer Erfolg zu verzeichnen. Über die von verschiedenen Operateuren implantierten mehr als 200 Prothesen werden Überlebensraten von „mehreren Dekaden“, bis zu 30 Jahren, berichtet.¹⁸⁸

Zwar wurde das Verfahren, bei dem die Insuffizienz für die obere Körperhälfte bestehen blieb, später – nach Etablierung der Herz-Lungen-Maschine, die eine subkoronare Implantation ermöglichte – aufgegeben. Entsprechend kommentierte Harken dies als „physiologisch begründet.“¹⁸⁹ Dennoch trug Hufnagel wesentlich zur Entwicklung der Herzchirurgie bei: dies gilt sowohl für die Technologie der Konstruktion einer künstlichen Herzklappe und deren Weiterentwicklung, wie auch die Tatsache, dass er versuchte, durch eine Operationsserie ein Verfahren zu verbessern und möglicherweise zu standardisieren. Ein weiterer Aspekt der Aktivitäten Hufnagels, der von Kirklin und Barratt-Boyes 2003 beschrieben wird, soll besonders erwähnt werden: Hufnagel hatte durch seine Zusammenarbeit mit Gross bei der Entwicklung der chirurgischen Therapie der Aortenisthmusstenose in den 1940iger Jahren große Erfahrungen beim operativen Management der descendierenden Aorta gewonnen. Daher war seine Implantationstechnik, sowohl bezüglich der Lokalisation der Prothese (im Bereich des Aortenisthmus, „Juxtaduktal“), wie ganz besonders der Schnelligkeit, darauf ausgerichtet, eine Querschnittslähmung zu vermeiden.¹⁹⁰

¹⁸⁵ C. A. Hufnagel und W. P. Harvey, „The surgical correction of aortic regurgitation preliminary report,“ *Bulletin of the Georgetown University Medical Center* 6, 3 (1953), S. 60-61 zitiert in Kouchoukos et al., (2003), S. 556 DeWall, Qasim, und Carr, (2000), S. 1612

Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1472

¹⁸⁶ C. A. Hufnagel, P. D. Vilkgas, und H. Nahas, „Experiences with New Types of Aortic Valvular Prostheses,“ *Ann Surg* 147, 5 (1958) S. 636-644

¹⁸⁷ Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence* S. 1471-1479

¹⁸⁸ F. H. Ellis und J. W. Kirklin, „Aortic insufficiency,“ *Surgical Clinics of North America* 35 (1955), S. 1035-1039 zitiert in Kouchoukos et al., (2003), S. 556

DeWall, Qasim, und Carr, (2000), S. 1612

V. L. Gott, D. E. Alejo, und D. E. Cameron, „Mechanical heart valves: 50 years of evolution,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003), S. 2231

¹⁸⁹ D. E. Harken, „The emergence of cardiac surgery: I. Personal recollections of the 1940s and 1950s,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 98, 5, Teil 2 (1989), S. 805-813

¹⁹⁰ Kouchoukos et al., (2003), S. 555

Es erscheint gerechtfertigt zu sein, dieses Phänomen des Erwerbs spezieller Fähigkeiten, die primär anderen, nicht vorhersehbaren zunutze kamen, in eine Nähe zum „impliziten Wissen“ einzuordnen.

In die frühe Phase der Therapie angeborener Herzerkrankungen fallen 1948 die chirurgische Schaffung eines Vorhofseptumdefekts (ASD) bei Transposition der großen Arterien (TGA) durch Blalock und Hanlon, sowie die Bändelung der Pulmonalarterie zum Schutz der Lunge vor Überflutung bei großen Kammerscheidewanddefekten durch Muller und Damman 1951.¹⁹¹

Einen wegweisenden Beitrag zur Behandlung angeborener Herzerkrankungen leistete 1947 die schon erwähnte Kinderärztin Helen B. Taussig mit ihrem Buch „*Congenital Malformations Of The Heart*“, das für Generationen von Kardiologen und Herzchirurgen eine wichtige Basis ihrer Arbeit bildete.¹⁹² Eine Besonderheit dieses klinisch orientierten Werkes besteht nicht nur in dem engen thematischen Zusammenhang zu dem schon zitierten „*Atlas of Congenital Cardiac Disease*“ der kanadischen Kinderärztin Maude Abbott aus dem Jahre 1936, der eine grundlegende systematische Beschreibung und Klassifizierung angeborener Herzerkrankungen aus eher pathologisch-anatomischer Perspektive beinhaltet.¹⁹³ Vielmehr belegen die zahlreichen Zitate und Hinweise Helen Taussigs auf Maude Abbotts Arbeit und die Anführung „persönlicher Mitteilungen“ auch eine persönliche Nähe und wissenschaftliche Kommunikation.¹⁹⁴ Nachdrücklich bestätigt und verstärkt wird diese Feststellung auch in der Zuordnung von Maude Abbott durch Helen Taussig hinsichtlich deren großer Bedeutung für die Erforschung angeborener Herzfehler.¹⁹⁵ Hier findet sich ein hervorragendes Beispiel dafür, wie durch Interdisziplinarität die Entwicklung neuer medizinischer Disziplinen, wie Kardiologie, Kinderkardiologie und Kardiochirurgie, gefördert wurde.

Bei der chirurgischen Therapie von Mitralstenosen wiederholt sich das zuvor beschriebene Phänomen der Weiterentwicklung und nahezu zeitgleicher erfolgreicher Durchführung von Eingriffen: an unterschiedlichen Orten und unabhängig voneinander, gelangen 1948 vier

¹⁹¹ A. Blalock und C. R. Hanlon, „Interatrial septal defect; its experimental production under direct vision without interruption of the circulation,“ *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 87, 2 (1948), S. 183-187
W. H. Muller, Jr. und J. F. Dammann, Jr., „The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow; a preliminary report,“ *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 95, 2 (1952), S. 213-219

¹⁹² H. B. Taussig, *Congenital malformations of the heart*, 1. (Cambridge: Harvard Univ. Press, 1947)

¹⁹³ M. E. Abbott, *Atlas of congenital cardiac disease*, 1. (New York: American Heart Association, 1936)

¹⁹⁴ Taussig, (1947), S. 581

¹⁹⁵ Taussig, (1965), S. 768-777

Chirurgen – in den USA und in England – erfolgreiche Maßnahmen zur Beseitigung von Mitralstenosen. Bezüglich des historischen „Ersteingriffs“ kann ein zeitlicher Versatz von lediglich sechs Tagen beobachtet werden. Für alle diese Operationen gilt die zuvor erwähnte Feststellung, dass die Erfolge der Nachkriegszeit ganz wesentlich auf den Erfahrungen der „Frühen Pioniere“ basierten: Smithy in Charleston, Bailey in Philadelphia, Harken in Boston und Brock in London gelang unter modifizierter Anwendung der von Cutler 1923 und Souttar 1925 beschriebenen Techniken die Kommissurotomie stenosierter Mitralklappen.¹⁹⁶ Wegweisend waren Bailey und Harken: Charles Bailey überarbeitete Souttars Vorgehen.¹⁹⁷ Nachdem er zunächst viermal gescheitert war, gelang ihm am 10. Juni 1948 die erste erfolgreiche Operation der Mitralklappenstenose.¹⁹⁸ Der Weg zu diesem Erfolg ist beachtenswert: Am Morgen des 10. Junis 1948 führte Bailey im *Philadelphia General Hospital* im Beisein von Dr. Thomas Durant die Operation einer Mitralklappenstenose durch, die jedoch auf Grund von Adhäsionen der Lunge mit dem Herzen letal für den Patienten endete.¹⁹⁹ Nach diesem erfolglosen Eingriff fuhr er noch am selben Tag in das *Episcopal Hospital* in Philadelphia. Dort hatte er für den Fall des Misslingens der ersten Operation eine zweite vorbereitet: es sollte „vor Eintreffen „der schlechten Nachrichten des Morgens bei der Verwaltung des Krankenhauses, die eine weitere Operation verboten hätten“, ein Erfolg belegt werden.²⁰⁰ Tatsächlich war dieser zweite Eingriff sehr erfolgreich. Die Patientin konnte bereits am dritten postoperativen Tag das Bett verlassen, und am 1. Februar 1949 berichtet Bailey, dass sie in der Lage sei, ihren gesamten Haushalt selbstständig zu bewältigen.²⁰¹ Am 16. Juni 1948 gelang Dwight Harken in Boston seine erste erfolgreiche Mitralklappenoperation, nachdem zuvor auch seine erste Operation dieser Art letal endete.²⁰² Harken akzeptierte bei seiner sog. „Valvuloplastie“ einen gewissen Grad von Mitralklappeninsuffizienz. Zu Harkens Erfolg haben sicher seine schon zitierten Erfahrungen

¹⁹⁶ H. G. Smithy, J. A. Boone, und J. M. Stallworth, „Surgical treatment of constrictive valvular disease of the heart," *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 90, 2 (1950), S. 175-192

Zenker, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 3

¹⁹⁷ L. Gonzalez-Lavin, „Charles P. Bailey and Dwight E. Harken; The dawn of the modern era of mitral valve surgery," *The Annals of Thoracic Surgery* 53, 5 (2014), S. 916-919

¹⁹⁸ Khan, (1996), S. 258-266

¹⁹⁹ C. P. Bailey, „The Surgical Treatment of Mitral Stenosis (Mitral Commissurotomy)," *Diseases of the Chest* 15, 4 (1949), S. 377-393

Litwak, (1971), S. 5-50

²⁰⁰ Khan, (1996), S. 258-266

²⁰¹ Bailey, (1949), S. 377-393

²⁰² J. C. Davila, „Editorial," *The Annals of Thoracic Surgery* 65, 6 (1998), S. 1809-1820

bei der Entfernung von kardialen Fremdkörpern während des Krieges beigetragen, sodass hier ein Bezug zur Weiterentwicklung durch Expertise und Spezialwissen erkennbar wird.²⁰³ Auf die hier beispielhaft angeführten bemerkenswerten Ereignisse in der Geschichte der Herzchirurgie, die zur Beschreibung des medizinhistorischen Phänomens, dass der beinahe gleiche operative Eingriff zum beinahe gleichen Zeitpunkt von unterschiedlichen Operateuren erfolgreich durchgeführt wurde, soll zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal eingegangen werden.

Die Arbeit und Vorgehensweise von Smithy, Bailey, Harken und auch Brock illustrieren exemplarisch einen „Pioniergeist“, der auch im weiteren Verlauf der Geschichte der Herzchirurgie wiederholt begegnet: Trotz Rückschlägen und gegensätzlicher Auffassungen ärztlicher Kollegen wird am Vorhaben festgehalten, so dass das Konzept einer neuen Therapieoption realisiert werden kann.

Die Einführung oben beschriebener Operationsmethoden erfolgte in Deutschland im internationalen Vergleich, bedingt durch die Nachkriegszeit, zeitversetzt, dann jedoch nahezu zeitgleich an verschiedenen Stellen.²⁰⁴ Dabei erwiesen sich die vorhandenen thoraxchirurgischen Expertisen als fördernde Grundlagen für die Entwicklung der Kardiochirurgie. Beispielhaft zu nennen sind die Wiederaufnahme der Ductus Ligatur durch Löweneck 1947 und Derra 1949. Die erste Resektion einer Aortenisthmusstenose führte Bernhard 1948 in Gießen durch.²⁰⁵ Die ersten Blalock-Taussig-Anastomosen erstellten, ebenfalls in den Jahren 1948 und 1949, Zenker, Bernhard, Derra und Lezius.²⁰⁶ Der Behandlung angeborener Herzfehler im Nachkriegsdeutschland schloss sich 1950 diejenige erworbener Herzerkrankungen an: Derra in Düsseldorf und Lezius in Hamburg operierten erfolgreich die ersten Mitralklappenstenosen in Deutschland.²⁰⁷ Ihnen folgten von 1951 bis 1954 Zenker, Diebold, Gütgemann, Linder, Niedner, Vossschulte, Bauer, Krauss, Koncz und Sunder-Plassmann.²⁰⁸

²⁰³ Naef, „The mid-century revolution in thoracic and cardiovascular surgery: Part 5“, (2004), S. 417

²⁰⁴ Bircks, „Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung“, (2002), S. 414
Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 7-8
Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 187-188

²⁰⁵ Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 188
Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 8

²⁰⁶ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 8-9

²⁰⁷ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 413

²⁰⁸ Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 188

Die Chirurgie der koronaren Herzerkrankung als häufiges Krankheitsbild nimmt eine zentrale Position ein. Am Beispiel der Geschichte der Koronarchirurgie, also der Verbesserung der myokardialen Sauerstoffversorgung, kann der Prozess der Erarbeitung einer Therapie durch Weiterentwicklung und Überarbeitung erster Eingriffe gut nachvollzogen werden.

1945 wies Arthur M. Vineberg experimentell bei Hunden die Ausbildung von Verbindungen zwischen den Koronararterien der Tiere und der in das Myokard mit offenen Seitenästen eingepflanzten A. mammaria interna, IMA, (sive: A.thoracica interna, ITA) nach.²⁰⁹ 1950 konnte er die erste erfolgreiche Operation am Menschen durchführen, bei der die IMA in analoger Weise durch einen Myokardtunnel in den minderversorgten Herzmuskel eingezogen wurde und ihn so „indirekt“ revaskularisierte.²¹⁰ Vinebergs vielfach reproduzierte Operation, die zweifelslos als „Pionierleistung“ zu werten ist, darf als eine wesentliche Grundlage für die moderne Koronarchirurgie gelten. Das wurde Jahre später eindrucksvoll von der Arbeitsgruppe um Sones mittels der zwischenzeitlich etablierten Methode der selektiven Koronarographie belegt: Ein Großteil der ITA – Implantate war offengeblieben und zahlreiche hatten Anastomosen zu den Koronararterien entwickelt.²¹¹ Zu ähnlichen Ergebnissen kam Bircks, der 1970 an der Düsseldorfer Klinik eine kleine Serie von Patienten operierte. Bei einigen von ihnen konnten nach mehreren Jahren Kollateralen zwischen der ITA und den nativen Koronararterien angiographisch nachgewiesen werden.²¹² Wie oben angeführt, gehören die bisher beschriebenen Eingriffe zur sog. „**Geschlossenen Herzchirurgie**“. Sie fanden ausnahmslos ohne Herz-Kreislauf-Unterbrechung statt, ohne die intrakardiale Herzoperationen nicht durchführbar waren Allerdings wurden phantasievolle Methoden entwickelt, um dennoch innerhalb des Herzens zu operieren. Aus anatomischen und pathophysiologischen Erwägungen und des relativ einfachen Zugangsweges zum Vorhofseptum (vom rechten Vorhof) aus, lag es nahe und war konsequent, zunächst den Verschluss von Vorhofscheidewanddefekten, als sog. „einfache Herzfehler“, anzugehen. So erarbeiteten verschiedene Chirurgen, wie Bailey, Gross, Glenn, Murray und Soendergaard, experimentell und auch klinisch „genial erdachte blinde Korrekturverfahren von Vorhofseptum-Defekten, die bezüglich ihrer Anwendbarkeit im allgemeinen unbefriedigend

²⁰⁹ A. Vineberg und G. Miller, „Treatment of Coronary Insufficiency," *Can Med Assoc J* 64, 3 (1951), S. 204-210
J. L. Thomas, „The Vineberg legacy: internal mammary artery implantation from inception to obsolescence," *Tex Heart Inst J* 26, 2 (1999), S. 107-113

²¹⁰ Vineberg und Miller, (1951), S. 204

²¹¹ D. B. Effler et al., „Increased myocardial perfusion by internal mammary artery implant: Vineberg's Operation," *Ann Surg* 158, 4 (1963), S. 526-536

²¹² F. Loogen, W. Bircks, und A. Krian an A. Krian, Persönliche Mitteilung, November 2020

blieben“.²¹³ Einen ausführlichen Überblick zu diesen umfangreichen Arbeiten vermitteln 2003 Alexi-Meskishvili und Konstaninov.²¹⁴ Beispielhaft seien hier Baileys und Gross Methoden angeführt: Während Bailey 1952 die Methode der Atrioseptopexy ausarbeitete, platzierte Gross im gleichen Jahr einen kegelförmigen Gummibeutel im rechten Vorhof, in den zeitweise das Blut fließen konnte, so dass der Operateur in der Lage war, den Vorhofseptum-Defekt digital zu lokalisieren und zu verschließen.²¹⁵ Diese Operationen ließen jedoch keine visuelle Beurteilung der Morphologie zu, da der Blutfluss nicht unterbrochen werden konnte. Nur sehr erfahrene Chirurgen, wie z.B. der amerikanische Pionier der Herzchirurgie John Kirklin an der Mayo Klinik, konnten dieses komplexe Verfahren anwenden.²¹⁶ Verständlicherweise merkte Litwak an: „Leichtere Methoden mussten entdeckt werden“.²¹⁷

Eine Schilderung Kirklins aus dem Jahre 1951 (1989) illustriert dieses Dilemma und stellt gleichzeitig Lösungsansatz dar: Er beschreibt 1989 in seinen Erinnerungen an die frühen 1950iger Jahre, wie er 1951 einen Patienten nach geschlossener Valvulotomie der Pulmonalklappe verloren hatte. Nach der Autopsie, bei der sich zusätzlich eine erhebliche subvalvuläre muskuläre Obstruktion gefunden hatte, diskutierte er mit seinem Kollegen, dem Physiologen Earl H. Wood die Befunde und die bedrückende Situation. Ihre Frustration wird mit der Feststellung manifestiert, „...dass sie sich entweder mit der Herzchirurgie als einer randständigen, kleinen Spezialität abfinden müssten, die sich darauf beschränkte, Instrumente in das Herz einzuführen – oder sie müssten eine Herz-Lungen-Maschine benötigen. Das Problem sei der Oxygenator!“²¹⁸ Wie noch zu berichten, gelang diesen beiden 1955 mit ihrem Team an der Mayo-Klinik ein wegweisender Erfolg zur Lösung des akzentuierten Problems.²¹⁹

Mit seiner Bemerkung aus 1951 wies Kirklin explizit auf die Tatsache hin, dass die bisher möglichen Eingriffe nicht die zugrundeliegende Herzerkrankung im Sinne einer „Korrektur“

²¹³ Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 189

²¹⁴ V. V. Alexi-Meskishvili und Igor E. Konstantinov, „Surgery for atrial septal defect: from the first experiments to clinical practice,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 1 (2003), S. 322-327

²¹⁵ C. P. Bailey, „Surgical treatment of forty-six interatrial septal defects by atrio-septo-pexy,“ *Annals of Surgery* 140, 6 (1954), S. 508-520

R. E. Gross et al., „Surgical Closure of Defects of the Interatrial Septum by Use of an Atrial Well,“ *New England Journal of Medicine* 247, 13 (1952), S. 455-460

²¹⁶ J. W. Kirklin et al., „Repair of the partial form of persistent common atrioventricular canal; so-called ostium primum type of atrial septal defect with interventricular communication,“ *Ann Surg* 142, 5 (1955), S. 858-862

²¹⁷ Litwak, (1971), S. 29

²¹⁸ J. K. Kirklin, „The middle 1950s and C. Walton Lillehei,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989), S. 822

²¹⁹ J. W. Kirklin et al., „Studies in Extracorporeal Circulation. I. Applicability of Gibbon-Type Pump-Oxygenator to Human Intracardiac Surgery: 40 Cases,“ *Ann Surg* 144, 1 (1956), S. 2-8

der Anatomie bzw. Funktion betrafen. Ebenso realistisch beschreibt auch Bigelow diesen Aspekt, indem er die Begrenztheit der damaligen Eingriffe akzentuiert, die „weder eine Heilung – *cure* – noch echte Herzoperationen bedeuteten“.²²⁰ Ein „kurativer Ansatz“ galt zu diesem Zeitpunkt nur für die Ligatur des Ductus arteriosus und die Resektion der Aortenisthmusstenose. Alle anderen Maßnahmen, sowohl die aorto-pulmonalen Anastomosen, wie die Erweiterung von Herzklappenstenosen und auch das „*Banding*“ der Pulmonalarterie, waren keine kurativen Behandlungen, sondern müssen als „Palliativeingriffe“ zur Minderung der Auswirkungen des jeweiligen Herzfehlers definiert werden.

Der Begriff der „Palliation“ bezog sich zu diesem Zeitpunkt auf die Tatsache, dass bestimmte Herzfehler nicht korrigiert werden konnten, weil die technischen oder methodischen Möglichkeiten fehlten. Sie waren in erster Linie lebenserhaltend, bzw. dienten Besserungen der Leistungsfähigkeit. Die Begriffe „Palliation“ und „Korrektur“ und deren Besonderheiten werden später eingehender thematisiert (s. S. 73ff).

Insgesamt dokumentiert diese Darstellung eindrücklich, dass die Chirurgie einen Stand erreicht hatte, der es ermöglichte, von der „**Geschlossenen**“ zur „**Offenen**“ **Herzchirurgie**“ und damit intrakardialen Korrekturen zu gelangen.

Wie neben anderen beschreiben auch Daly et al. 2005 enthusiastisch, dass Anfang der 50iger Jahre „chirurgisches Selbstverständnis, medizinische und anästhesiologische Fortschritte und technologische Entwicklungen die chirurgischen Bemühungen, „in das Herzinnere“ zu gelangen“, ermöglichten.²²¹

Die offene Herzchirurgie – Systemische Hypothermie und Extrakorporale Zirkulation

Zwar stand zu Beginn dieser Entwicklung noch keine „künstliche Lunge“ zur Verfügung, wie es Kirklin und Wood zu Recht als Problem beschrieben. Es wurde jedoch an verschiedenen Stellen und mit unterschiedlichen Ansätzen intensive experimentelle Arbeit mit dem Ziel geleistet, am offenen Herzen unter direkter Sicht zu operieren.

Diese betrafen im Wesentlichen zwei Konzepte, nämlich die „**Systemische Hypothermie**“ und den „**Extrakorporalen Kreislauf**“, die jeweils durch unterschiedliche Verfahren realisiert werden konnten.

²²⁰ Bigelow, zitiert bei P. W. M. Fedak, „Open Hearts. The Origins of Direct-Vision Intracardiac Surgery," *Tex Heart Inst J* 25, 2 (1998), S. 109

²²¹ R. C. Daly et al., „Fifty Years of Open Heart Surgery at the Mayo Clinic," *Mayo Clin Proc.* 80, 5 (2005), S. 636

Das erste Konzept zielte darauf ab, durch Senkung der Körpertemperatur den Sauerstoffbedarf des Organismus soweit zu senken, dass für kurze Zeit ein Kreislaufstillstand schadlos induziert werden konnte. So wurden die Eröffnung des Herzens und korrigierende Eingriffe möglich.

Die notwendige Senkung der Körpertemperatur für eine zur Kreislaufunterbrechung ausreichende „Hypothermie“ erreichte man mittels zweier unterschiedlicher Verfahren: zum einen durch die „**Oberflächenhypothermie**“ und zum zweiten durch „**Blutstromkühlung**“ entweder „**venovenös**“ oder „**venoarteriell**“.

Der Initiator dieses Operationsverfahrens, der „systemischen Unterkühlung des Menschen als Hilfsmittel der offenen Herzchirurgie“ ist der Chirurg Wilfred Gordon Bigelow aus Toronto.²²² Er hatte in den 1940er Jahren zahlreiche tierexperimentelle Untersuchungen zur praktischen Anwendung der Hypothermie durchgeführt und für die Nutzung in der Herzchirurgie diskutiert. In den Tierexperimenten untersuchte er den Blutdruck, die Herzfrequenz, das Herzminutenvolumen, den Venendruck und die elektrokardiografischen Veränderungen bei Unterkühlung und anschließender Erwärmung mehrerer Hunde und veröffentlichte im Jahr 1950 seine Arbeit „*Hypothermia: its possible role in cardiac surgery*“.²²³

Zwei Jahre später konnten Lewis und Taufic die Oberflächenhypothermie erstmals erfolgreich klinisch anwenden. Sie korrigierten am 2. September 1952 den ASD eines 5jährigen Mädchens unter Sicht.²²⁴ Die erforderliche Hypothermie wurde durch eine Kältedecke eingeleitet, während die postoperative Erwärmung mittels heißen Wassers erfolgte. Bis zum Februar 1954 schloss sich eine Serie von 11 Operationen an, davon 9 erfolgreich. Mit derselben Technik operierten Swan und Mitarb. an der Universität von Colorado vom 19. Februar 1953 an 15 Patienten, von denen zwei verstarben.²²⁵ Mit dem Prinzip der Hypothermie durch Blutstromkühlung hatten sich besonders Brock und Ross in

²²² Fedak, (1998), S. 102

Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 414

²²³ W. G. Bigelow, W. K. Lindsay, und W. F. Greenwood, „Hypothermia: Its Possible Role in Cardiac Surgery: An Investigation of Factors Governing Survival in Dogs at Low Body Temperatures," *Ann Surg* 132, 5 (1950), S. 849-866

²²⁴ F. J. Lewis und M. Taufic, „Closure of atrial septal defects with the aid of hypothermia; experimental accomplishments and the report of one successful case," *Surgery* 33, 1 (1953), S. 52-59

²²⁵ H. Swan, M. D. Zeavin, und S. G. Blount, „Surgery by direct vision in the open heart during hypothermia," *Journal of the American Medical Association* 153 (1953), S. 1081-1085

Lewis und Taufic, (1953), S. 52-59

Hessel, in *Cardiac anesthesia principles and clinical practice. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co*, S. 3-36

London befasst.²²⁶ Unter Anwendung der venösen Technik verschlossen sie in London 1954 einen Vorhofseptum-Defekt.²²⁷ Aus Houston/Texas berichtete Denton Cooley, der ein Jahr in London hospitiert hatte, über eine Serie von 12 derartiger Operationen.²²⁸ Dieses Verfahren wurde allerdings wegen seiner Komplexität nicht weiterverfolgt. Dasselbe gilt auch für die venoarterielle Technik, mit der sich besonders die Arbeitsgruppe um Gollan in Nashville, Tennessee befasst hatte.²²⁹

Mit der klinischen Anwendung der „**Systemischen Hypothermie**“ war die Phase der „**Offenen Herzchirurgie**“ eingeleitet worden.

In diesen Zusammenhang gehören die physiologischen Arbeiten von Grosse-Brockhoff und Schoedel aus den 1940er Jahren. Sie hatten intensive Tierversuche mit Unterkühlung bei leicht narkotisierten Hunden durchgeführt. Ihre Experimente zeigten, dass zunächst eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs beobachtet werden kann, während die Unterkühlung von Hunden in tiefer Anästhesie den Sauerstoffverbrauch verringert.²³⁰ Grosse-Brockhoff und Schoedels Arbeiten dürfen als wegweisende physiologische Beiträge zur klinischen Anwendung der Oberflächenhypothermie bewertet werden. Sowohl Bigelow wie auch Gollan waren die Publikation von Grosse-Brockhoff und Schoedel bekannt. Ihre Hinweise darauf belegen die Bedeutung dieser Arbeit hinsichtlich der Entwicklung der Hypothermie für die offene Herzchirurgie.²³¹

Nicht zuletzt aufgrund der diversen Bemühungen vieler Chirurgen und damit verbunden, eines zunehmenden speziellen Wissens, verbreitete sich die Methode sehr schnell. So konnten beispielhaft Swan et al. gute Ergebnisse der operativen Behandlung von Pulmonalklappenstenosen unter Einsatz der Oberflächenhypothermie erzielen.²³²

²²⁶ R. C. Brock und D. N. Ross, „Hypothermia: The clinical application of hypothermic techniques,“ *Guy's Hospital Reports* 104 (1954), S. 99-113

²²⁷ Alexi-Meskishvili und Konstantinov, (2003), S. 326

Bircks, „Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung“, (2002), S. 414

²²⁸ Cooley, (1989), S. 817

²²⁹ F. Gollan et al., „Hypothermia of 1.5 degree C in dogs followed by survival,“ *American Journal of Physiology* 181, 2 (1955), S. 297-303

²³⁰ F. Grosse-Brockhoff und W. Schoedel, „Das Bild der akuten Unterkühlung im Tierexperiment,“ *Naunyn-Schmiedeberg's Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 201, 2 (1943), S. 417-442

²³¹ Bigelow, Lindsay, und Greenwood, (1950), S. 865

Gollan et al., (1955), S. 297

²³² H. Swan et al., „Hypothermia in Surgery: Analysis of 100 Clinical Cases,“ *Ann Surg* 142, 3 (1955), S. 382-400

In Deutschland korrigierte 1955 Ernst Derra in Düsseldorf in Zusammenarbeit mit Martin Zindler erstmals erfolgreich einen ASD unter Anwendung der Oberflächentherapie.²³³ Dieser Eingriff war der erste auf dem europäischen Festland, wobei nahezu gleichzeitig Crafoord und Senning in Stockholm mit derselben Technik erfolgreich operiert hatten.²³⁴ An die Erstoperation Derras in Düsseldorf schloss sich die weltweit größte Serie von Herzoperationen mit der Oberflächentherapie an. Bis zum Jahre 1986 wurden 1896 Patienten operiert.²³⁵ Die Korrekturen von ASD und Pulmonalstenosen waren die vorherrschenden operativen Eingriffe dieser Serie. Die Technik kam vereinzelt auch bei Resektionen von Aortenisthmusstenosen zum Einsatz: dabei sollte die Hypothermie, als im Kern anästhesiologische Methode, dem Schutz des Rückenmarks während der Aortenabklemmung zur Vermeidung von Paraplegien dienen.²³⁶ Wie u.a. Bircks ausführte, hatten „Derra und seine Mitarbeiter die Methode zu einem Standardverfahren für die Chirurgie des ASD und der Pulmonalklappenstenose etabliert. In Deutschland folgten 1956 Herbst, Koncz, Linder und Vosschulte, 1957 Gütgemann, Krauss und Zuckschwerdt, sodass bis 1957 die offene Herzchirurgie mithilfe der Hypothermie an acht deutschen Universitätskliniken aufgenommen worden war.“²³⁷ Auf Grund der physiologischen Bedingungen war jedoch die Dauer der Kreislaufunterbrechung begrenzt und schränkte damit die Anwendungsmöglichkeiten der Oberflächentherapie ein: Die Abklemmzeit durfte höchstens sechs bis acht Minuten betragen, konnte jedoch nach kurzer Erholungsphase wiederholt werden.²³⁸ Georg J. Wittenstein beschrieb, dass durch eine zusätzliche Perfusion der Koronararterien mit oxygeniertem Blut die Kreislaufunterbrechung auf 20 Minuten erhöht werden könne.²³⁹ Die grundsätzliche methodische Limitation der Hypothermie, die insbesondere keine komplexeren Eingriffe zuließ, verstärkte die ohnehin multiplen, weltweiten Anstrengungen,

²³³ E Derra, O Bayer, und F Grosse-Brockhoff, „Der Vorhofseptumdefekt und sein operativer Verschluss unter Sicht des Auges in Unterkühlungsanästhesie,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 80, 36 (1955), S. 1277-1281

²³⁴ Bircks, „Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung“, (2002), S. 415

²³⁵ P. F. Böttger und A. Bauer, *Chronik der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e.V. (DGfK): Entwicklung der Kardiotechnik in Deutschland seit der ersten Operation am offenen Herzen, 1955* (Bad Nauheim: Edition Lithouse, 2012), S. 10

²³⁶ A. Krian, Persönliche Mitteilung, Dezember 2020

²³⁷ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 415

²³⁸ Ebd., S. 409-433.

²³⁹ G. J. Wittenstein und J. B. Grow, „Möglichkeiten und Grenzen der Hypothermie in der Herzchirurgie,“ *Thoraxchirurgie* 7, 01 (1959), S. 1-17

das erwähnte „zweite Konzept“ für die offene Herzchirurgie, die „**Extrakorporale Zirkulation**“ zu realisieren.

Zwar hatte es, wie zuvor beschrieben, in der ersten Pionierzeit der Herzchirurgie verschiedene Ansätze zur extrakorporalen Perfusion von Organen oder auch des Organismus gegeben, doch war keinem davon bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges Nachhaltigkeit im Sinne erfolgreicher klinischer Anwendung gefolgt.

Nach Kriegsende sind dann sowohl in Amerika wie auch Europa intensive Aktivitäten zur Ermöglichung „offener Herzchirurgie mit extrakorporaler Zirkulation“ zu beobachten, die im Kontext der zuvor erläuterten Prinzipien parallel zur Entwicklung und letztlich Ablösung der Hypothermie standen.

Aus den Bemühungen dieser Arbeitsgruppen, die weiter unten (s. S. 53-56, S. 57-61, S. 64-65) noch beispielhaft genannt werden, kristallisierten sich zunächst in einem engen zeitlichen, räumlichen und auch personenbezogenen Zusammenhang drei erfolgreiche Lösungen heraus. Sie sind in herausragender Weise mit den Namen John H. Gibbon, C. Walton Lillehei und John W. Kirklin verbunden.

Unter diesen kommt John H. Gibbon, über dessen Experimente in den 1930iger Jahren bereits berichtet wurde, eine ganz besondere Bedeutung zu.

Er setzte nach dem Kriege seine Arbeiten an der EKZ am *Thomas Jefferson Medical College* in Philadelphia fort. Auf das zentrale, besonders herausfordernde Problem der Konstruktion einer für den klinischen Einsatz geeigneten künstlichen Lunge, wurde bereits eingegangen. Einzelheiten der schrittweisen Entwicklung und technische Details sind ausführlich und beispielhaft u.a. von Miller, 2003 und Böttcher und Woysch 2006 geschildert.²⁴⁰ Den „Durchbruch“ brachte das neue Konzept des Ersatzes des bis dahin verwendeten zylindrischen Oxygenators durch einen mit Drahtgittern, den sog. „Schirm Oxygenator“. Die Entwicklung dieses „*Parallel Screen Oxygenators*“ und der resultierenden Herz-Lungen-Maschine „Modell II“ fand wesentliche Unterstützung durch den Chairman der Firma „*International Business Machines Corp.*“ (IBM), Thomas J. Watson.²⁴¹ Auf der Basis seiner wichtigen Vorerfahrungen, der Fortführung der experimentellen Studien und der neuen

²⁴⁰ B. J. Miller, „Laboratory work preceding the first clinical application of cardiopulmonary bypass," *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003), S. 2203-2209

W. Böttcher und H. Woysch, „Die erste erfolgreiche herzchirurgische Operation mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine," *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 6 (2006), S. 248-260

²⁴¹ Gibbon, „The development of the heart-lung apparatus“, (1978), S. 617-618

R. Taylor, „A mechanical heart-lung apparatus," *IBM Journal of Research and Development* 1, 4 (1957), S. 330-340

technologischen Entwicklungen gelang John H. Gibbon am 6. Mai 1953 der erste erfolgreiche klinische Einsatz der Herz-Lungen-Maschine.²⁴² Er konnte den ASD eines 18 Jahre alten Mädchens, das bereits an Symptomen einer Rechtsherzinsuffizienz litt, verschließen.²⁴³ Intraoperativ übernahm die Herz-Lungen-Maschine für 26 Minuten die Funktionen von Herz und Lunge. Das Mädchen überstand den Eingriff ohne Folgen.

In Fortsetzung und Ergänzung der **„Offenen Herzchirurgie mittels Hypothermie“** war mit dieser erfolgreichen Operation der Grundstein für die Etablierung der **„Offenen Herzchirurgie mittels der Extrakorporalen Zirkulation“** gelegt.

Allerdings hatte Gibbons Erfolg nach seiner eigenen Einschätzung zunächst nur die Bedeutung eines vorläufigen „ersten Schritts“, den er noch nicht publizieren wollte, da er die Akzeptanz seines „Apparates“ auf der Basis eines einzigen positiven Resultats nicht für denkbar hielt. Erst auf nachhaltiges Drängen von Clarence Dennis, der ihn davon überzeugte, dass auch der Erfolg eines einzigen Eingriffs eine Veröffentlichung erforderte, beschrieb er am 16. September 1953 während des „Symposiums on Recent Advances in Cardiovascular Physiology“ an der Universität von Minnesota seine erfolgreiche Operation und publizierte sie auch schriftlich.²⁴⁴

Für eine Einordnung dieses Verhaltens John Gibbons sind nachfolgende Anmerkungen zur Beurteilung des Stellenwertes der „offenen Herzchirurgie“ durch das zeitgenössische Umfeld, trotz des herausragenden Erfolges, hilfreich:

Zwar wurde, wie oben erwähnt, in diesem Zeitraum von mehreren Chirurgen an verschiedenen Orten intensiv an der Entwicklung extrakorporaler Zirkulationsverfahren gearbeitet, jedoch ohne klinischen Erfolg. Alle diese Arbeiten basierten auf den Prinzipien der Experimente, die Gibbon initiiert hatte.²⁴⁵ Das zentrale Problem bestand unverändert in der Konstruktion einer „künstlichen Lunge“, die einen adäquaten Gasaustausch mit geringen traumatischen Auswirkungen auf den Gesamtorganismus ermöglichte. Die diversen Lösungen waren zwar phantasie reich, originell und innovativ, erbrachten zunächst jedoch keine praktische Anwendbarkeit.

²⁴² L. H. Cohn, „Fifty Years of Open-Heart Surgery,“ *Circulation* 107, 17 (2003), S. 2168-2170

J. H. Gibbon, „Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery,“ *Minn Med* 37, 3 (1954), S. 176

²⁴³ Gibbon, „Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery“, (1954), S. 176:

²⁴⁴ Westaby, (1998), S. 79

Gibbon, „Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery“, (1954), S. 171-185

²⁴⁵ Meisner, (2014), S. 646

Auch Gibbon hatte bereits 1952 ohne Erfolg bei einem einjährigen Mädchen einen „offenen Eingriff“ mittels des von ihm entwickelten „Schirm-Oxygenator-Systems“ durchgeführt. Ursache für den Tod der kleinen Patientin war allerdings nicht der „mechanische Herz-Lungen-Apparat“, sondern eine „Fehldiagnose“: Bei der Autopsie stellte sich heraus, dass nicht der vermutete ASD, sondern ein offener Ductus arteriosus vorgelegen hatte. Dieses Problem, ein nicht erkannter „offener Ductus“, bedeutete noch lange Zeit – bis zur Verbesserung der präoperativen Diagnostik – eine „katastrophale Situation“.²⁴⁶ Gibbon gelang jedoch nicht die angestrebte erfolgreiche Operationsserie, die weiteren Eingriffe waren erfolglos: Auf die erste erfolgreiche folgten vier Operationen mit letalem Ende.²⁴⁷ Enttäuscht beendete Gibbon daraufhin die Operationen mittels EKZ.²⁴⁸ Zu diesem Entschluss trugen wohl nicht nur Misserfolge, sondern sicher ganz wesentlich auch mangelnde Akzeptanz und Unverständnis bei. So drückt u.a. Lillehei seine Verwunderung darüber aus, wie gering damals trotz der Kenntnisnahme der Leistung Gibbons die Aufmerksamkeit und Begeisterung sowohl bei Kardiologen, wie auch Herzchirurgen war.²⁴⁹ Besonders erwähnenswert sind in diesem Kontext die „*Personal Reminiscences*“ von John Gibbons Schüler Anthony Dobell., der seine Eindrücke zu den Ereignissen am *Jefferson Medical College* in Philadelphia 1982 wiedergibt, weil sie die überwiegend perzipierten Auffassungen vom Umgang John Gibbons mit den Ereignissen um eine neue Perspektive erweitert. Zum einen habe damals am „*Jefferson*“ nur ein insgesamt geringes Interesse an herzchirurgischen Themen vorgelegen, wofür die recht geringe Anzahl von Herzoperationen steht. Zum anderen sei Gibbons primäres Interesse darauf gerichtet gewesen, die klinische Anwendung einer Herz-Lungen-Maschine zu realisieren und nicht Etablierung der Herzchirurgie. Weiterhin berichtet Dobell, dass Gibbon nach den vier

²⁴⁶ Daly et al., (2005), S. 636

Hessel, in *Cardiac anesthesia principles and clinical practice*. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co, S. 7
B. Löhr, „Intraoperative Komplikationen bei der Behandlung des Kammerseptumdefektes,“ *Thorac Cardio Surg* 7, 5 (1959), S. 535-536

Krian, Dezember 2020

²⁴⁷ Westaby, (1998), S. 79

Kouchoukos et al., (2003), S. 81

Kirklin, (1989), S. 823

Böttcher und Woysch, (2006), S. 258

²⁴⁸ Gibbon, „Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery“, (1954), S. 171-185

Fedak, (1998), S. 106

²⁴⁹ C. W. Lillehei et al., „The First Open-Heart Repairs of Ventricular Septal Defect, Atrioventricular Communis, and Tetralogy of Fallot Using Extracorporeal Circulation by Cross-Circulation: A 30-Year Follow-up,“ *Ann Thorac Surg* 41, 1 (1986), S. 5

missglückten Operationen der Verwaltung mitgeteilt habe, er werde sich nunmehr den Erkrankungen der Leber widmen.²⁵⁰

Ein verbreitetes Unverständnis stellt sich in Äußerungen dar, die die Bemühungen zur EKZ als „Verschwendung von Zeit und Geld“ bezeichnen, wie es Kirklin und Hill berichten.²⁵¹

Begründet war diese Einschätzung nicht zuletzt durch die damalige, insgesamt entmutigende, Situation der Herzchirurgie mittels EKZ: Zwischen 1951 und 1954 waren von verschiedenen Chirurgen insgesamt 18 derartige Operationen durchgeführt worden, davon 17 mit negativem Ergebnis.²⁵²

Gibbon regte dann eine einjährige Forschungsarbeit zur Lösung der Probleme an, die zum Tode der Patienten geführt hatten.²⁵³ Darüber hinaus soll er die Führung einer Initiative angeboten haben, die ein Verbot von Versuchen der Chirurgie am offenen Herzen in den USA auf unabsehbare Zeit zum Ziel hatte.²⁵⁴ Tatsächlich stoppten sowohl die „*American Heart Association*“, wie die „*National Institutes of Health*“ die finanzielle Förderung jeglicher Projekte von Studien zu Herz-Lungen-Maschinen in der Annahme, dass die physiologischen Probleme nicht lösbar seien.²⁵⁵

Nach Ansicht Castanedas „sollte Gibbon deshalb als „Vater der Herz-Lungen-Maschine und der extrakorporalen Zirkulation“ und weniger als „Begründer der Chirurgie am offenen Herzen“ anerkannt werden“.²⁵⁶ Auch Warden würdigt Gibbon als „Vater der Herz-Lungen-Maschine“ und Fraser hält fest, dass „der dynamische Prozess des spektakulären Wachstums der Herzchirurgie in den 1950iger Jahren in erster Linie durch die spektakuläre Maschine Gibbons gestartet wurde“.²⁵⁷

Somit bleiben die langjährigen, konsequenten und sorgfältigen experimentellen Arbeiten und die erste erfolgreiche klinische Anwendung einer Herz-Lungen-Maschine unbestritten Meilensteine in der Geschichte der Herzchirurgie, wie der Medizin, auch – wie Hill 1982

²⁵⁰ A. R. C. Dobell, „John H. Gibbon, Jr. Part II. Personal Reminiscences,“ *Ann Thorac Surg* 34, 3 (1982), S. 343
H. E. Ulmer, „John H. Gibbon jr. (1903-1973),“ *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34, 05 (2020), S. 328

²⁵¹ Hill, (1982), S. 341

Kirklin, (1989), S. 823

²⁵² A. Castañeda, „Angeborene Herzfehler — Eine chirurgischgeschichtliche Betrachtung,“ in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen* (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010), S. 216
W. S. Stoney, „Evolution of cardiopulmonary bypass,“ *Circulation* 119, 21 (2009), S. 2844

²⁵³ Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1473

²⁵⁴ Zitiert bei Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 216

²⁵⁵ Kirklin, zitiert bei Stephenson und Baciewicz, in *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 9

²⁵⁶ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 216

²⁵⁷ H. E. Warden, „C. Walton Lillehei: Pioneer cardiac surgeon,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989), S. 835
J. G. T. Fraser, „Retrospective on Dr Gibbon and his heart-lung machine,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003), S. 2198

hervorhebt – „wenn deren Bedeutung nicht sofort erkannt wurde, obwohl ihnen gleiche Bedeutung wie der Anästhesie und den Antibiotika zukäme“. ²⁵⁸ Zurecht wurde John Gibbon für den Nobelpreis für Medizin nominiert, verstarb aber leider zuvor. ²⁵⁹

Der „mechanische Herz-Lungen-Apparat“ Gibbons, das Modell II, wurde demontiert. Wesentliche Teile fanden Verwendung in dem mit Hilfe von IBM weiterentwickelten Modell III. Die Baupläne dieser Maschine stellte IBM weltweit zur Verfügung. Sowohl alle drei Maschinen wie die Rechte daran schenkte IBM dem *Jefferson Medical College*. ²⁶⁰ Auf die spezifischen Anstrengungen der Arbeitsgruppe um John Kirklin an der Mayo Klinik, deren sorgfältige Analyse und erfolgreiche Bearbeitung dieses Problemkreises soll im Zusammenhang mit dem Beginn der dortigen Herz-Lungen-Maschinen Operationen eingegangen werden. ²⁶¹

Aus der Vielfalt der diversen Aktivitäten dieser besonderen Phase entstand unter maßgeblicher Leitung der Persönlichkeit des Chirurgen C. Walter Lillehei ein Konzept, das als „Biologische Oxygenierung“ bezeichnet wurde. In Ermangelung einer für den klinischen Einsatz effektiven „künstlichen Lunge“ in einer EKZ entwickelte er eine alternative Lösung, bei der die Lungen von Hunden und Affen als „biologisches Substrat“ verwendet wurde. Eine präzise Schilderung der Einzelschritte auf dem Weg dahin und dessen Konsequenzen erscheint unter Bezug auf die Thematik der vorliegenden Arbeit gerechtfertigt.

Eingangs gehört dazu auch der Hinweis auf zwei bemerkenswerte Tatsachen dieser Zeit: Zum einen kommt der Arbeit als solcher eine zentrale Bedeutung zu. Zum zweiten gilt es die Besonderheit hervorzuheben, dass am 1. Juli 1951 in Minneapolis das erste spezielle Herzzentrum der Welt in Betrieb genommen wurde, an dem es neben den klinischen Einrichtungen großzügige Labore für experimentelle Studien gab. ²⁶²

Die erwähnten Einzelschritte auf dem Wege zur erfolgreichen Anwendung der „biologischen Oxygenierung“ sind 1989 ausführlich von Herbert Warden illustriert worden, dies auch mit Einbezug wesentlicher persönlicher Schilderungen des Mitarbeiters, Freundes und

²⁵⁸ Hill, (1982), S. 337, 341

Miller, (2003), S. 2203-2209

²⁵⁹ Meisner, (2014), S. 64

L. H. Edmunds, „The evolution of cardiopulmonary bypass: lessons to be learned,“ *Perfusion* 17, 4 (2002), S. 244

²⁶⁰ Taylor, (1957), S. 340

Böttcher und Woysch, (2006), S. 258

²⁶¹ Warden, (1989), S. 835

Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, (1990), S. 113

Daly et al., (2005), S. 637

²⁶² Meisner, (2014), S. 647

H. E. Ulmer, „C. Walton Lillehei,“ *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34, 2 (2020), S. 143

Kollegen.²⁶³ Daher folgt hier eine eher stichwortartige Darstellung der Entwicklung, die dennoch so umfangreich ist, um den Zusammenhang und die zeitgenössische Bedeutung zu verdeutlichen.

Ähnlich, wie Kirklin und andere, hatte auch Lillehei sehr frühzeitig das „Problem des Oxygenators“ erkannt.²⁶⁴ Er wurde jedoch durch eine Publikation der englischen Forscher Andreason und Watson in eine andere Richtung zur Realisierung einer Herz-Lungen-Zirkulation geleitet.²⁶⁵ Andreason und Watson hatten 1950 beobachtet, dass das Gehirn von Hunden längere Zeit mit einem Blutfluss der Vena azygos – etwa zehn Prozent des normalen – am Leben erhalten werden konnte.²⁶⁶ Dank seiner exzellenten physiologischen Vorbildung gelang es Lillehei zusammen mit seinem Kollegen Cohen ein Konzept zu entwickeln, welches sie als „*Azygos-flow principle*“ bezeichneten – **der erste Schritt** auf dem neuen Weg. Sie erkannten, dass damit für kurze Dauer Herzoperationen möglich sein müssten.²⁶⁷

Mit einem **zweiten Schritt** musste eine Methode zur Oxygenierung gefunden werden. Er war möglich durch die Etablierung zweier extrakorporaler Kreisläufe, bei denen der Azygos-Fluss in den kardialen Lungenlappen der Hunde geleitet wurde. Bei den Experimenten mit dieser „**Autogenen Lappen Oxygenierung**“ überlebten neunzig Prozent der Hunde folgenlos den verlängerten kardialen Bypass von etwa 10% ihres normalen kardialen Outputs. Somit wären unter diesen Bedingungen intrakardiale Eingriffe möglich gewesen. Allerdings zeigte sich bei den regelmäßigen Experimenten, dass die Versuchsanordnung insgesamt relativ störanfällig war, vor allem bedingt durch leichtes Abknicken der Gefäße, wie auch der Schläuche. Während einer derartigen kritischen Phase sollen spontane Überlegungen aufgekommen sein, wie „schön es wäre, wenn für Patienten, die eine Herzoperation benötigten, eine Plazenta zur Verfügung stünde“.²⁶⁸

Laut Warden soll Cohen am nächsten Tage die Idee geäußert haben, als „Plazenta einen zweiten Hund zu nutzen“. Nachdem Cohen und Warden diese „verrückte Idee“ mit Lillehei diskutiert hatten, dessen Reaktion nicht sehr ekstatisch, aber zustimmend gewesen sein soll, wurde am 22. Oktober 1953 die erste „**Cross-Circulation**“ im experimentellen Labor ausgeführt. Konkret bedeutete dies den **dritten Schritt** des zu schildernden Weges: Die

²⁶³ Warden, (1989), S. 833-845

²⁶⁴ Kirklin, (1989), S. 822

²⁶⁵ A. T. Andreason und F. Watson, „Experimental cardiovascular surgery,“ *British Journal of Surgery* 39, 158 (1952), S. 548-551

²⁶⁶ Ebd., S. 551.

²⁶⁷ M. Cohen und C. W. Lillehei, „A quantitative study of the azygos factor during vena caval occlusion in the dog,“ *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 98, 2 (1954), S. 231-232

²⁶⁸ Warden, (1989), S. 836

Kreisläufe zweier Hunde wurden, nach Kanülierung der arteriellen und venösen Gefäße, durch Plastikschläuche „überkreuzt“ miteinander verbunden. Somit konnte – mit Unterstützung einer zwischengeschalteten Pumpe – die Lunge des einen Hundes als „Donor“ den Organismus des anderen, des „Recipient“, versorgen. Die anschließenden, sehr erfolgreichen Experimente festigten gegen Ende 1953 bis Anfang 1954 im gesamten Team die Überzeugung, dass mittels dieser Technik Operationen am offenen Herzen sicher durchgeführt werden konnten.

Das Konzept erschien besonders für die Behandlung von Kindern und damit angeborener Herzfehler geeignet, da wegen der unvermeidlichen Herz-Kreislauf-Belastung des „Spenders“ ein deutlicher Größenunterschied zum „Empfänger“ angestrebt wurde. Dabei sollte ein menschlicher Spender mit identischer Blutgruppe, in der Regel ein Elternteil, die Kreislauf- und Lungenfunktion des Kindes während der intrakardialen Prozedur übernehmen. Diese Methode ist unter der Bezeichnung „*Controlled Cross-Circulation*“ in die Geschichte der Herzchirurgie eingegangen.

Zur Vorbereitung auf diesen „finalen“ **vierten Schritt**, der als Korrektur eines Ventrikelseptumdefekts (VSD) geplant war, gehörten für Lillehei, Varco und Cohen, neben der Zustimmung ihres Chefs, Owen H. Wangensteen, intensive Beratungen mit dem renommierten Pathologen Jesse E. Edwards an der Mayo Klinik.²⁶⁹

Dessen Expertise und die seinerzeit weltweit größte Sammlung von Herzen mit angeborenen Herzfehlern werden weiter gewürdigt werden. Sie waren für die damaligen Chirurgen und Kinderkardiologen von überragender Bedeutung, und sie stellten neben den schon zitierten Werken von Maude Abbot und Helen Taussig eine unverzichtbare Basis dar.

Lillehei wählte von drei sehr kranken Kindern, welche die Kinderkardiologen für den Eingriff vorbereitet hatten, einen fast einjährigen Jungen, der 6,9 kg wog, aus. Als „Spender“ war der Vater des Kindes bereit.

Bei der Operation von historischer Bedeutung konnte Lillehei am 26. März 1954 den VSD des Jungen durch Einzelnähte verschließen. Während der postoperative Verlauf des Vaters komplikationslos verlief, verstarb der kleine Junge nach anfänglicher guter Erholung am 11. postoperativen Tag an einer Pneumonie. Bei der Autopsie erwies sich der Defekt als sicher verschlossen. Damit war trotz des unglücklichen Ausgangs die prinzipielle Anwendbarkeit der Methode erwiesen.²⁷⁰

²⁶⁹ Ebd., S. 838.

²⁷⁰ Ebd.

Daher wurde der klinische Einsatz der Methode „*Controlled Cross-Circulation*“ am 20. April 1954 fortgesetzt; wiederum wurde ein VSD verschlossen, diesmal erfolgreich. Kirklin beschreibt 1989 diesen Tag als „elektrisierend“.²⁷¹ Im weiteren Verlauf schloss sich eine für die damalige Zeit überaus erfolgreiche, von Kirklin als „spektakulär“ titulierte Serie von insgesamt 45 Operationen bis zum 19. Juli 1955 an.²⁷² Mehrere bemerkenswerte Aspekte sind zu erwähnen: Es handelte sich um die erste Serie von offener Herzchirurgie mittels EKZ; sie betraf Patienten mit teilweise komplexen angeborenen Herzfehlern, die erstmalig operativ angegangen wurden: Ventrikelseptumdefekte, Fallot'sche Tetralogien, Atrioventrikularkanäle.²⁷³ Eine hohe Operationsletalität von teilweise 50% war sicher nicht der Technik, sondern dem Stand der damaligen Erfahrung geschuldet; die Überlebenszeit betrug für 22 Patienten z.T. mehr als dreißig Jahre. Anlässlich eines „30-Jahre Follow-up“ wurden von Lillehei und seinen Mitarb. die kompletten Einzelheiten der 45 Patienten akribisch dokumentiert.²⁷⁴ Zu den positiven Resultaten hatte ganz wesentlich die sorgfältige Vorbereitung durch die Zusammenarbeit mit Jesse Edwards hinsichtlich der Anatomie des Herzens und dessen Fehlbildungen beigetragen (s.u.).²⁷⁵

Neben breiter Zustimmung, die sich z.B. durch einen „konstanten Strom von Besuchern aus aller Welt“ erkennen ließ, gab es auch heftige Kritik an diesem Verfahren:²⁷⁶ So wurde Lillehei sogar als „Mörder“ bezeichnet; auch Helen Taussig werden „zynische Kommentare“ zugeschrieben, bezogen auf die „schlechten Ergebnisse“.²⁷⁷ Explizit hervorgehoben wurde auch, dass diese Operation potentiell mit einem Risiko von „200%“ behaftet war, bezogen auf Spender und Patient. Lillehei war sich dieser Problematik sehr bewusst (s.u.). Es ist belegt, dass er sich nicht nur persönlich für Komplikationen verantwortlich fühlte, sondern diese selbst den Angehörigen vermittelte.²⁷⁸

Das Bewusstsein um die Grenzen der Methode der „*Controlled Cross-Circulation*“, die vom Ersteingriff bis zum Februar 1955 ausschließlich benutzt wurde, ist sehr gut dadurch belegt,

²⁷¹ Kirklin, (1989), S. 823

²⁷² Kirklin 1979 zitiert bei Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, (1990), S. 117
Kouchoukos et al., (2003), S. 81

²⁷³ Fedak, (1998), S. 107

²⁷⁴ Lillehei et al., (1986), S. 4-21

²⁷⁵ J. E. Mayer, „50th Anniversary Landmark Commentary on Lillehei CW, Varco RL, Cohen M, Warden HE, Patton C, Moller JH. The first open-heart repairs of ventricular septal defect, atrioventricular communis, and tetralogy of Fallot using extracorporeal circulation by cross-circulation: a 30-year follow-up,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 99, 2 (2015), S. 387

²⁷⁶ Warden, (1989), S. 839

²⁷⁷ Ebd.

zitiert bei Meisner, (2014), S. 648

²⁷⁸ Meisner, (2014), S. 648

dass vom 1. März 1955 bei ausgewählten Patienten alternative Techniken, an denen in der Arbeitsgruppe in Minneapolis gearbeitet wurde, zur Anwendung kamen. Dazu gehörten zuerst die „biologische Oxygenierung“ durch Hunde-Lungen und das „arterielle Reservoir“; insgesamt betraf dies 15 Patienten, vor allem größere und solche mit geringerem Risiko.²⁷⁹ Ergänzend und zum allgemeinen Überblick über die bereits mehrfach angemerkten Aktivitäten diverser Gruppen zur Annäherung an die offene Herzchirurgie, seien in diesem Zusammenhang die Experimente und klinischen Anwendungen von Thornton Mustard zitiert. Auch er hatte sich mit dem Prinzip der „biologischen Oxygenierung“ beschäftigt, um angeborene Herzfehler zu korrigieren. Er begann nach ausgedehnten Vorbereitungen am 17.1.1952 mit dem Versuch einer Korrektur der TGA. Dabei wurden in der EKZ die Lungen von Affen verwendet. Leider verstarben alle sieben so operierten Kinder.²⁸⁰ Weil die Ursachen für den Misserfolg der einzelnen Operationen unterschiedlicher Art waren, setzte Mustard diese Technik bis 1956 weiter ein. Allerdings überlebten von insgesamt 21 Patienten nur drei.²⁸¹

Weiterentwicklung und Standardisierung der extrakorporalen Zirkulation

Die zweite alternative Technik zur offenen Herzchirurgie, an der in Minneapolis geforscht wurde, betraf die Entwicklung einer „künstlichen Lunge“, um die „*Cross-circulation*“ durch eine einfachere Methode abzulösen.²⁸² Ab dem Sommer 1954 wurde in Minneapolis, parallel zu den Erfahrungen mit der „*Cross-Circulation*“, an einer für klinische Anforderungen geeigneten Herz-Lungen-Maschine gearbeitet. Dabei hatte man sich, unter maßgeblichem Einsatz von Richard DeWall, der zur Gruppe um Lillehei gestoßen war, von vorneherein auf das Konzept eines „*Bubble*“ anstelle eines „Film-Oxygenators“ festgelegt.²⁸³ Dieser Ansatz versprach eine wesentlich einfachere Handhabung als der „Mayo-Gibbon-Film-Oxygenator“. Über verschiedene Entwicklungsstufen entstand der „*DeWall-Lillehei-Bubble Oxygenator*“.²⁸⁴

²⁷⁹ G. S. Campbell, N. W. Crisp, und E. B. Brown, Jr., „Total cardiac by-pass in humans utilizing a pump and heterologous lung oxygenator (dog lungs),“ *Surgery* 40, 2 (1956), S. 364-371

Lillehei et al., (1986), S. 12

Meisner, (2014), S. 648-649

²⁸⁰ W. T. Mustard et al., „A surgical approach to transposition of the great vessels with extracorporeal circuit,“ *Surgery* 36, 1 (1954), S. 39-51

²⁸¹ W. T. Mustard und J. A. Thomson, „Clinical experience with the artificial heart lung preparation,“ *Can Med Assoc J* 76, 4 (1957), S. 268

Stoney, (2009), S. 2846

²⁸² Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, (1990), S. 117

²⁸³ Ebd.

²⁸⁴ R. A DeWall et al., „A simple, expendable, artificial oxygenator for open heart surgery,“ *Surgical Clinics of North America* 36, 4 (1956), S. 1025-1034

Dessen Einsatz erfolgte vom 13. Mai 1955 an; dies zunächst nur bei ausgewählten Patienten größeren Gewichts und geringerem Risiko, während die *Cross-Circulation* für diejenigen mit höherem Risiko beibehalten wurde. Mit dem 19. Juli 1955 endete dann die Periode der „*Cross-Circulation*“; danach war ausschließlich der *Bubble-Oxygenator* Standard.²⁸⁵ Über diesen schrittweisen Übergang der Methodik berichtete die Arbeitsgruppe 1956: Bis dahin waren 158 offene Herzoperationen durchgeführt worden, die letzten 94 mittels des *Bubble-Oxygenators*. Außer der Illustration der neuen Technik ist an dieser Publikation besonders das breite Spektrum der operativen Eingriffe bemerkenswert, welches nicht nur angeborene, sondern auch diverse erworbene Herzerkrankungen umfasst.²⁸⁶ Dieses erfolgreiche Konzept wurde konsequent in Richtung eines „*Einmal-Bubble-Oxygenators*“ fortentwickelt“ und dessen tierexperimentelle Erarbeitung und erstmaliger klinischer Einsatz bei drei Patienten 1957 veröffentlicht. Hinzuweisen ist auch auf die Fußnoten, welche die Zusammenarbeit mit Firmen der Medizintechnik dokumentieren.²⁸⁷ In der Rückschau war das Konzept dieses Oxygenators einer der grundlegenden Beiträge zur Verbreitung der offenen Herzchirurgie. Eine weitere herausragende Pionierleistung Lilleheis betrifft die Anwendung temporärer, epikardialer Herzstimulation im Rahmen perioperativer Komplikationen. Die Korrektur komplexer angeborener Herzfehler, eine Pionierleistung per se, brachte es trotz der intensiven vorbereitenden Studien zur normalen und pathologischen Anatomie des Herzens mit dem Pathologen Edwards mit sich, dass Verletzungen des Erregungsleitungssystems der Herzen, vor allem totale atrioventrikuläre Blockierungen entstanden Am 30. Januar 1957 gelang es Lillehei und seiner Gruppe zum ersten Mal, einen postchirurgischen Herzblock zu behandeln. Der Erfolg dieses Konzepts epikardialer Stimulation mittels eines temporären Schrittmachers basierte auf langjährigen Erfahrungen aus der Physiologie mit elektrischer Stimulation tierischer Herzen.²⁸⁸ Mit einem dort üblichen „Grass Stimulator Model S-4A“ wurden passagere epikardiale und subkutane Elektrodenzusammen verbunden und bis Ende 1957 bei 18 von 19 Patienten erfolgreich angewendet.²⁸⁹ Aus dieser provisorischen Anwendung wurde in „multiprofessioneller“ Zusammenarbeit mit dem Ingenieur Earl

²⁸⁵ Lillehei et al., (1986), S. 12

²⁸⁶ DeWall et al., (1956), S. 1025-1026, Tab. 1

²⁸⁷ V. L. Gott et al., „A self-contained, disposable oxygenator of plastic sheet for intracardiac surgery; experimental development and clinical application," *Thorax* 12, 1 (1957), S. 1

²⁸⁸ W. L. Weirich et al., „Control of Complete Heart Block by Use of an Artificial Pacemaker and a Myocardial Electrode," *Circulation Research* 6, 4 (1958), S. 410

²⁸⁹ Ebd., S. 412-414.

Bakken, dem Gründer der Fa. Medtronic, ein mobiler externer Schrittmacher für die postoperative Phase entwickelt.²⁹⁰

Auf weitere Pionierarbeit Lilleheis, besonders zur Entwicklung künstlicher Herzklappen, wird weiter unten eingegangen. Die bahnbrechenden Leistungen Lilleheis und seiner Mitarb. für die „Fortschritte in der Herzchirurgie“ wurden durch zahlreiche Auszeichnungen gewürdigt. Hervorzuheben ist die Verleihung des „Albert Lasker Award“, der auch als „Amerikanischer Nobel Preis“ bezeichnet wird, durch die „*American Public Health Association*“ 1955. Die Anerkennung ärztlicher Kollegen illustriert am besten die ehrenhafte Titulierung als „Vater der Herzchirurgie“ durch namhafte Herzchirurgen.²⁹¹

Wie bereits erwähnt, erfolgte in zeitlicher Überschneidung und parallel zur Phase der offenen Herzchirurgie mittels der „*Cross-Circulation*“ eine „bedeutende Verlängerung der Gibbon Story“, wie Naef es sehr anschaulich formuliert: die Überarbeitung, Ergänzung und Weiterentwicklung Gibbons Herz-Lungen-Maschine an der Mayo Klinik.²⁹²

1952 hatte John Kirklin an der Mayo Klinik ein „Team von Experten zur Entwicklung eines herzchirurgischen Programms zur klinischen Anwendung eines mechanischen Pump-Oxygenators“ zusammengeführt. Dazu zählten der Pathologe Jesse E. Edwards, die Physiologen Earl H. Wood und H. Jeremy Swan, der Kardiologe Howard B. Burchell, der Kinderkardiologe James W. DuShane, der Anästhesist Robert T. Patrick, der Grundlagenforscher David E. Donald und der Ingenieur Richard E. Jones.²⁹³

In Ergänzung der eigenen Arbeiten wurden die potentiellen *Devices* evaluiert. Dazu besuchte John Kirklin 1954 zusammen mit Richard Jones das Labor Gibbons in Philadelphia, wie auch das von Forest Dodrill in Detroit. Nach eingehendem Studium der beiden unterschiedlichen Maschinen waren sie von Gibbons Konzept der „Gibbon-IBM“ Herz-Lungen-Maschine überzeugt.²⁹⁴ Diese vermittelte ihnen den Eindruck eines „Computers“, während das Modell von Dodrill, zusammen mit General Motors entwickelt, sie eher an einen „Auto-Motor“ erinnerte.²⁹⁵ Wie erwähnt, hatte Gibbon auf Grund seiner Misserfolge die Arbeit im Bereich

²⁹⁰ C. W. Lillehei et al., „Transistor pacemaker for treatment of complete atrioventricular dissociation,“ *JAMA* 172 (1960), S. 2006-2010

Warden, (1989), S. 841-843

Meisner, (2014), S. 649

²⁹¹ Meisner, (2014), S. 649

²⁹² Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, (1990), S. 113

²⁹³ Daly et al., (2005), S. 637

²⁹⁴ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 217

²⁹⁵ Stephenson und Baciewicz, in *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 9

der Herzchirurgie aufgegeben und die Unterlagen seines Modells II zur Verfügung gestellt.²⁹⁶ Kirklin analysierte eingehend die vier Todesfälle Gibbons nach der erfolgreichen Erstoperation und erkannte, dass alle vier Todesfälle unterschiedliche Ursachen hatten. Keiner beruhte auf dem grundsätzlichen Konzept der Gibbon-Maschine.²⁹⁷ In Konsequenz erwirkte Kirklin zusammen mit Burchell, DuShane, Swan und Patrick die Genehmigung der Leitung der Mayo Klinik, einen „Mayo-Gibbon-Pump-Oxygenator“ zu entwickeln. In der technischen Abteilung, mit der Kirklin bereits zusammen mit David Donald experimentell an Oxygenatoren gearbeitet hatte, wurde auf der Basis von Gibbons Modell II der „Mayo-Gibbon Oxygenator“ konstruiert.²⁹⁸ Naef titulierte ihn als „die mit Abstand beste, den Rolls Royce der Herz-Lungen-Maschinen“.²⁹⁹

Im Winter 1954/1955 überlebten neun von zehn operierten Hunden. Basierend auf diesen ermutigenden Ergebnissen beschlossen Kirklin und DuShane, acht Patienten intrakardialen Korrekturen zu unterziehen, unabhängig vom Ergebnis der ersten sieben Eingriffe. Diese Planung wurde mit Wissen und Genehmigung der Verwaltung der Mayo Klinik erstellt.³⁰⁰ Am 22. März 1955 erfolgte mit dem erfolgreichen Verschluss eines VSD der Beginn dieser Operationsserie von acht Patienten unter Verwendung der EKZ mittels des „Mayo-Gibbons-Oxygenators“.³⁰¹ Von den acht Patienten überlebten vier. Diese Operationen bildeten die weltweit erste Serie mittels kardiopulmonalem Bypass und einem Pump-Oxygenator.³⁰² Konkret war damit die Funktionstüchtigkeit des von Gibbon entwickelten Konzepts belegt. Es ist beeindruckend, wie Gibbon und Kirklin das kommentieren: Während Gibbon nach Kirklins Serie sein Scheitern auf „menschlichen Irrtum“ zurückführt, beschreibt Kirklin sehr einfühlsam, dass „die vier Patienten Gibbons z.T. wegen einer mangelnden Einschätzung der technischen Aspekte der Herzchirurgie verstarben“.³⁰³

Da die sorgfältig ausgewerteten Ergebnisse dieser ersten Serie erfolgversprechend waren, und obwohl sich das damalige chirurgische Umfeld auf Grund der vorausgegangenen

²⁹⁶ A. Krian, „Herzchirurgie gestern und heute,“ *Düsseldorfer Herztagung 2015* (27.2.2015)

²⁹⁷ Kouchoukos et al., (2003), S. 81

²⁹⁸ Kirklin et al., (1956), S. 2-8

J. W. Kirklin, „Open-heart surgery at the Mayo Clinic. The 25th anniversary,“ *Mayo Clinic Proceedings* 55, 5 (1980), S. 339

Taylor, (1957), S. 340

²⁹⁹ Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, (1990), S. 113

³⁰⁰ Kirklin, zitiert bei Stephenson und Baciewicz, in *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 9-10

³⁰¹ Hessel, in *Cardiac anesthesia principles and clinical practice. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co*, S. 9

³⁰² Kirklin et al., (1955), S. 858-862

Kirklin, (1980), S. 340

³⁰³ Westaby, (1998), S. 79

ungünstigen Erfahrungen mit EKZ eher skeptisch zeigte, operierte Kirklin im Jahr 1956 40 Patienten unter dem Einsatz des Mayo-Gibbon-Oxygenators.³⁰⁴ Seine Ergebnisse der Operationsserie waren erneut herausragend: Von seinen zuletzt operierten 14 Patienten mit VSD überlebten 13.³⁰⁵

Zeitgleich setzte Lillehei den „DeWall-Lillehei Bubble Oxygenator“ (s. S. 61) mit ähnlich guten Ergebnissen und einem breiten Spektrum von Herzkrankheiten ein.³⁰⁶

Für eine Zeit von 12-18 Monaten waren Kirklin und Lillehei die weltweit einzigen Chirurgen, die intrakardiale Operationen mit kardiopulmonalem Bypass durchführten. Sie demonstrierten mit ihren Ergebnissen nicht nur den zur Routineanwendung gereiften Einsatz der EKZ, sondern führten mit der seriellen Korrektur komplexer angeborener Herzfehler die Herzchirurgie in eine neue Ära. Lillehei hat diese Phase in seinen Erinnerungen 1986 mit herzlichem Dank an Kirklin kommentiert.³⁰⁷ Ebenso beschreibt Kirklin 1989 sehr persönlich, mit „Dankbarkeit und Stolz“, diese besondere Zeit, in der zwei herausragende Chirurgen zwar in „intensivem Wettstreit miteinander“ standen, aber – im Gegensatz zu vergleichbaren Konstellationen – sich außerordentlich kollegial und freundschaftlich verhielten. Sie besuchten einander, tauschten ihre Erfahrungen, ihre Erfolge und Misserfolge aus und führten intensive private Gespräche.³⁰⁸ Und sie ermutigten sich gegenseitig hinsichtlich der Bewältigung schwieriger Probleme bei der Behandlung komplexer Herzfehler. Dabei beschreibt er sehr realistisch die großen Unterschiede zwischen den Arbeitsgruppen in Minneapolis und Rochester, aber auch, dass Lillehei sehr frühzeitig die Einladung zu einem Vortrag an der Mayo Klinik umsetzte. Beide Kollegen erwähnen auch den „konstanten Strom von Besuchern aus der ganzen Welt“. Dazu sind namentlich fast alle Persönlichkeiten angeführt, die im weiteren Verlauf zur Entwicklung der Herzchirurgie beitrugen.³⁰⁹ Gegenseitige Besuche stellten offensichtlich eine gute Tradition der Kommunikation, wie auch der Wertschätzung dar, die u.a. auch Fedak, bezogen auf Blalock und Bigelow, beschreibt.³¹⁰

³⁰⁴ Litwak, (1971), S. 34

Kirklin et al., (1956), S. 6

³⁰⁵ Kirklin et al., (1956), S. 7

³⁰⁶ DeWall et al., (1956), S. 1025-1034

Gott et al., (1957), S. 1-9

³⁰⁷ Lillehei et al., (1986), S. 21

³⁰⁸ Kirklin, (1989), S. 823

³⁰⁹ Ebd., S. 823-824.

Lillehei et al., (1986), S. 21

³¹⁰ Fedak, (1998), S. 102

Ergänzend ist den Äußerungen hinzuzufügen, wie intensiv die Unterstützung beider Gruppen hinsichtlich der pathologischen Anatomie durch Jesse Edwards und seine Mitarb. war, deren „*Atlas of Congenital Anomalies of the Heart and Great Vessels*“ zu den grundlegenden Pionierleistungen der damaligen Epoche zählt.³¹¹

Tatsächlich können die Jahre 1950-1955, die man sowohl als „Morgendämmerung der offenen Herzchirurgie“, wie auch als „Wissenschaftliches Aufleuchten“ titulierte hat, rückblickend als eine epochale Phase angesehen werden, in der die Basis für die weitere Entwicklung des Fachgebietes Herzchirurgie erarbeitet wurde.³¹²

Während des geschilderten Prozesses, in dessen Verlauf die wichtigsten herzchirurgischen Meilensteine der Epoche der Etablierung gesetzt wurden, haben sich interdisziplinäre und auch multiprofessionelle Zusammenarbeit als unerlässlich und von zentraler Bedeutung erwiesen. Ohne das Zusammenwirken verschiedener Disziplinen und Berufe wie Anatomen, Pathologen, Physiologen, Kardiologen, Kinderkardiologen, Anästhesisten, Technikern und Ingenieuren, wären die dargestellten Erfolge in den Gruppen um die leidenschaftlichen, visionären Chirurgen Bigelow, Gibbon, Lillehei und Kirklin nicht erzielt worden. Meisner zählt dazu auch die Freunde und Kritiker.³¹³

Die Aussage, dass die teils unterschiedlichen, teils übereinstimmenden Ansätze dieser drei Chirurgen bei der Erarbeitung essentieller Grundlagen der Herzchirurgie „epochenbildende Arbeit“ bedeuten, kann so veranschaulicht werden: Die Leistung Gibbons ist in erster Linie durch die technologische Realisierung einer Herz-Lungen-Maschine definiert, deren praktische Anwendung durch Behandlung eher „einfacher“ Herzfehler belegt wurde; bei Lillehei stand bereits das Ziel der Korrektur komplexer Herzfehler im Vordergrund, zu deren Behandlung unterschiedliche technische Methoden erarbeitet wurden. Die Arbeit Kirklins ist, neben dem prinzipiellen Engagement zur chirurgischen Therapie angeborener Herzfehler in Analogie zu Lillehei, durch die Einführung analytischen, systematisierenden Denkens in das neue Fachgebiet charakterisiert. Diese Denkweise ist durch seine Überprüfung und Bearbeitung der Probleme Gibbons illustriert, aus der dann die Verbesserung der Gibbon-Maschine zur Mayo-Gibbon resultierte. Lillehei und Kirklin ist gemeinsam, dass sie ihre

³¹¹ Mayer, (2015), S. 387

Daly et al., (2005), S. 637

J. E. Edwards et al., *An Atlas of Congenital Anomalies of the Heart and Great Vessels* (Springfield, Ill: Charles C Thomas, 1954)

³¹² Daly et al., (2005), S. 636-640

Meisner, (2014), S. 649

Stephenson und Baciewicz, in *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 7

³¹³ Meisner, (2014), S. 650

Ansätze in die erfolgreiche serielle Durchführung offener herzchirurgischer Eingriffe umsetzen und eine erste Standardisierung bewirken konnten.

Als Zeichen kollegialer Wertschätzung und freundschaftlicher Zusammenarbeit seien noch einmal explizit die zahlreichen gegenseitigen Besuche hervorgehoben, die nahezu übereinstimmend in den Publikationen der führenden Herzchirurgen dieser Zeit beschrieben werden.³¹⁴

Derartige Besuche, die sowohl auf lokaler Ebene wie auch überregional, national und international regelhaft waren, förderten über die kollegiale Zusammenarbeit und den Wissenschaftsaustausch hinaus ganz unzweifelhaft auch den Fortschritt und die Weiterentwicklung des Fachgebietes.

Erstreckt man diese Feststellungen zur Entwicklung der Herzmedizin auf die Zeit ab 1945, sind zwei weitere Aspekte erkennbar: zum einen ist zu beobachten, dass nur die Ärzte, die sich überwiegend oder auch ausschließlich mit den spezifischen Herausforderungen des Gebietes beschäftigten, nachhaltigen Erfolg hatten. Bezogen auf die Herzchirurgie ist dies unverkennbar mit dem Übergang von singulären Eingriffen hin zu Operationsserien und damit der Gewinnung kardiochirurgischer Routine verbunden. Zum zweiten wurde eine Tendenz zur Spezialisierung der einzelnen Disziplinen deutlich sichtbar, die als notwendige Voraussetzung für die weitere positive Entwicklung zu gelten hatte.

Eine solche setzte dann sehr konsequent und mit großer Geschwindigkeit ein. Dazu trugen nicht nur die schon beschriebenen Leistungen bei. Hinzu kam ein weiteres bedeutsames Element: Es wurde ja wiederholt darauf hingewiesen, dass nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges weltweit an verschiedenen Orten an der Entwicklung der Herzchirurgie gearbeitet wurde. Beispiele im Zusammenhang mit der Anwendung der Hypothermie sind zitiert. Dieselben Arbeitsgruppen und mehrere andere beschäftigten sich ebenso mit der Anwendung der EKZ. Ihre Leiter gehörten nahezu alle zu dem erwähnten „Besucherstrom“ bei Lillehei und Kirklin. Dabei wurden unterschiedliche Lösungen, speziell bei der Konstruktion von Oxygenatoren, gefunden: so wurden an einigen Stellen eigenständige Herz-Lungen-Maschinen entwickelt, an anderen bereits vorhandene Konzepte verändert und wiederum an anderen auch gereifte und erprobte Entwicklungen übernommen. So hebt

³¹⁴ Cooley, (1989), S. 818
Kirklin, (1989), S. 823-824
Senning, (1989), S. 826
Warden, (1989), S. 839

Dogliotti 1951 hervor, welche bedeutsame Unterstützung er durch Blalock bei der „Inauguration des Zentrums für Herzchirurgie in Turin“ erlebt hat.³¹⁵

Des Weiteren seien hier von den zahlreichen Gruppen beispielhaft die amerikanischen um Dennis in Minneapolis, Dodrill in Detroit und die europäischen von Crafoord, Björk und Senning in Schweden, Jongbloed in Holland, Dubost in Frankreich, Melrose und Aird in England, sowie Bücherl in Deutschland angeführt.³¹⁶

Deren Expertise, gewonnen durch die jeweils individuellen Anstrengungen und sicher gefördert durch den geschilderten internationalen Wissensaustausch, ist exemplarisch illustriert durch die Tatsache, dass die zweite, wie die dritte erfolgreiche Operation mittels EKZ in Europa erfolgten: Am 9. Dezember 1953 durch Ian Aird und Denis Melrose in London und im Juli 1954 durch Ake Senning in Stockholm.³¹⁷ In den Publikationen beider Arbeitsgruppen sind zwei Gemeinsamkeiten dokumentiert: zum einen waren die Herz-Lungen-Maschinen jeweils eigene Konstruktionen, zum zweiten zitieren beide einen Dank für Information und Besuche.³¹⁸

Resümierend ist festzuhalten, dass eine gute und sichere Basis für die Weiterentwicklung der Herzchirurgie gebildet worden war, auf der eine zeitnahe internationale Ausbreitung erfolgen konnte.³¹⁹

Dies trifft auch auf die nationale Situation in Deutschland zu, die an dieser Stelle beschrieben werden soll, obwohl der Zeitraum sich über den der definierten Phase erstreckt.

Entsprechend der schon erläuterten, kriegsbedingten Verzögerung des Beginns der Herzchirurgie in Deutschland nach 1945 um etwa drei Jahre, ist dies auch für die Phase der Operationen mit Herz-Lungen-Maschinen zu beobachten.³²⁰ Da diese Ereignisse eng im Zusammenhang mit dem schon beschriebenen Prozess stehen, werden sie hier angeführt.

³¹⁵ A. M. Dogliotti, „Clinical use of the artificial circulation with a note on intra-arterial transfusion,“ *Bull Johns Hopkins Hosp* 90, 2 (1951), S. 131

³¹⁶ Böttcher und Woysch, (2006), S. 256-259

K. H. Leitz und G. Ziemer, "The History of Cardiac Surgery," in *Cardiac Surgery Operations on the Heart and Great Vessels in Adults and Children*, Hrsg. G Ziemer, Haverich A. Editors (Berlin: Springer, 2017), S. 15

³¹⁷ D. G. Melrose und L. Aird, „A mechanical heart-lung for use in man,“ *British Medical Journal* 2 (1953), S. 57-62

A. Senning, „Extracorporeal circulation combined with hypothermia,“ *Acta Chirurgica Scandinavica* 107, 5 (1954), S. 516-524

³¹⁸ D. G. Melrose, „A mechanical heart-lung for use in man,“ *Br Med J* 2, 4827 (1953), S. 61
Senning, (1989), S. 832

³¹⁹ Stephenson, in *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, S. 1474

Leitz und Ziemer, in *Cardiac Surgery Operations on the Heart and Great Vessels in Adults and Children*, S. 15

³²⁰ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung,“ in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 414

Zuvor ist eine Besonderheit dieser Jahre herausragend zu benennen und zu würdigen: die vielfältige Hilfe durch Kollegen aus Amerika und Europa bei der Entwicklung der Herzchirurgie im Nachkriegsdeutschland. Sie betraf – neben allgemeinem Wissensaustausch – konkrete Hinweise zur Technik der EKZ, der großzügigen Möglichkeiten für deutsche Chirurgen, an den führenden Kliniken zu hospitieren, die Besuche ausländischer Herzchirurgen in Deutschland zu technischen Fragestellungen der aktuellen Methodik einschließlich der Assistenz bei Ersteingriffen. Detaillierte Schilderungen dazu finden sich bei Rodewald und Bircks.³²¹ Ohne diese Unterstützung wäre Entwicklung im tatsächlich erreichten Zeitraum nicht realisierbar gewesen.³²²

Sowohl Bircks, wie auch Borst untermauern diese Aussage durch Hinweise darauf, wie die deutsche Chirurgie, die ihre bis 1930 „gebende Rolle“ verloren hatte, wieder in die Lage versetzt wurde, „eigene Beispiele zum Fortschritt zu leisten“.³²³

Immerhin beschäftigten sich auch in Deutschland an verschiedenen Orten mehrere Arbeitsgruppen mit der Entwicklung von Systemen EKZ, wie auch der Modifizierung vorhandener. Die wesentlichen Schritte sind verschiedentlich ausführlich dokumentiert, z.B. durch Rodewald, Zenker und Bircks, 1983, durch Bircks, 2002 wie auch durch Leitz 2010.³²⁴ Aus diesen wird, im Kontext der vorliegenden Arbeit, stichwortartig zitiert. In Ergänzung sei hier auf das spätere Kapitel zur Geschichte der Herz-Lungen-Maschine verwiesen (s. Kapitel 3.4.1).

Von 1949 an war Dietmann in Bonn, unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, mit der Entwicklung einer Herz-Lungen-Maschine befasst, die auf Erfahrungen mit dem von Jongbloed entwickelten System zurückging und zwischen 1952 und 1954 zu einem eigenen System gereift war. Bücherl hatte sich 1956 in Göttingen, basierend auf 1952 begonnen Entwicklungen einer Herz-Lungen-Maschine, habilitiert.

³²¹ Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 195-196

Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 414

³²² Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 195

Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 414

³²³ Borst, (1985), S. 487

³²⁴ Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 193-194

Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 416-417

Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 10-11

In Marburg arbeiteten Zenker und seine Mitarb. zunächst an dem DeWall-Lillehei-Oxygenator, wandten sich dann dem von Kay-Gaertner zu, den Borst in Zusammenarbeit mit dem Physikalischen Institut der Universität Marburg verbesserte. 1957 arbeitete die Gruppe um Linder in Berlin an dem von Longmire modifizierten Kay-Gaertner-Oxygenator. Auch aus Erlangen, Frankfurt, Freiburg, Gießen, Göttingen, Hamburg, Heidelberg und Münster werden experimentelle Untersuchungen berichtet.

Einen anderen Weg wählte Derra in Düsseldorf: Basierend auf den ausgedehnten Erfahrungen mit der Oberflächenhypothermie und der damit einhergehenden Erkenntnis derer Grenzen, begann Derra mit dem Ziel, die Technik der EKZ in Düsseldorf zu etablieren, eine Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Kirklin an der Mayo-Klinik. Dort erwarben Löhr, Ferbers und Sykosch die Kompetenz, die in Rochester verwendete Mayo-Gibbon-Maschine anzuwenden. Die dritte gebaute Maschine dieses Typs wurde für Düsseldorf erworben.³²⁵

Die ersten Operationen mit EKZ nahm im Oktober 1957 Bücherl in Göttingen vor. Er korrigierte bei zwei Kindern Fallot'sche Tetralogien. Beide Patienten verstarben jedoch beide wenige Tage postoperativ.

Die erste erfolgreiche Anwendung der Herz-Lungen-Maschine in Deutschland gelang am 18. Februar 1958 Zenker in Marburg: Er konnte mit seinem Team den ASD einer 29jährigen Patientin verschließen.

Es folgten 1958 Linder in Berlin, 1959 Derra in Düsseldorf, sowie Zukschwerdt in Hamburg und Hegemann in Erlangen. Im März 1960 begann Koncz in Göttingen mit der Anwendung der Herz-Lungen-Maschine; im selben Jahr folgten Bonn, Frankfurt, Freiburg, Gießen und Köln.³²⁶

Die Etablierung – 1955-1992

Vorbemerkungen

Der nun erreichte Stand der Herzchirurgie, gemessen an der Technologie der EKZ, wie auch der Breite des operativen Spektrums, stellte also eine Basis dar, auf der sie sich in einem

³²⁵ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 10
Borst, (1985), S. 486

³²⁶ Rodewald, Zenker, und Bircks, in *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, S. 194
Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 416-417

Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 10-12

nicht vorhersehbaren Ausmaß weiterentwickeln konnte. Sie bedeutete gleichsam eine „Initialzündung“, die ein ganzes Bündel von Aspekten beinhaltete: Zuerst die erwähnten Möglichkeiten der Therapie weiterer Herzerkrankungen, dann die Verbesserung der Technologie der EKZ, das Umfeld der neuen Therapien für die spezielle Versorgung der Patienten, einschließlich neuer Berufsbilder, wie auch die Erarbeitung neuer Hilfsmittel. Es bietet sich daher an, die Darstellung der weiteren Entwicklung – unter dem übergeordneten Gesichtspunkt einer Übersichtlichkeit – entsprechend den angeführten Aspekten in Form von Themenkomplexen vorzunehmen.

Das sind im Einzelnen:

- Die Chirurgie angeborener Herzkrankheiten
- Die Chirurgie von Herzklappenerkrankungen
- Die Chirurgie der koronaren Herzkrankheit
- Die Chirurgie von Herzrhythmusstörungen
- Die Chirurgie der Herzinsuffizienz
- Allgemeine und spezielle Weiterentwicklungen

Die Chirurgie angeborener Herzkrankheiten

Da der Beginn der offenen Herzchirurgie wesentlich von der operativen Therapie angeborener Herzerkrankungen geprägt war, soll zunächst deren Weiterentwicklung betrachtet werden.

In der sog. „Ära der Etablierung“ stand nach den jeweiligen „Ersteingriffen als Pionierleistungen“ insbesondere die Standardisierung der Behandlung komplexer angeborener Herzerkrankungen im Fokus. Aus dem breiten Spektrum der angeborenen Herzfehler werden exemplarisch die *Ventrikelseptum-Defekte (VSD)*, die *Fallot´Tetralogie*, die *Atrioventrikulären-Septumdefekte* und die *Transposition der großen Arterien (TGA)* ausgewählt, da sich an ihnen sehr gut die wesentlichen Aspekte der Entwicklung demonstrieren lassen. Daran schließt sich eine Beschreibung wichtiger Methoden an, die eine Grundlage für die Behandlung diverser komplexer Herzfehler darstellen.

Es wurde bereits auf den intensiven reziproken Lernprozess zwischen Chirurgen und Pathologen hingewiesen. Zum einen ermöglichten sowohl die intraoperativ gewonnenen Erkenntnisse wie auch die Aufarbeitung postoperativer Befunde nach erfolglosen Operationen einen Erfahrungszuwachs für beide Disziplinen. Zum anderen erarbeitete die Pathologie ein tieferes Verständnis der zugrundeliegenden Morphologie der angeborenen

Herzfehler, wie es z.B. für die Fallot-Tetralogie mehrfach von der Arbeitsgruppe der Mayo Klinik festgehalten wurde.³²⁷ Auch Helen Taussig beschreibt diesen Prozess beispielhaft für die Frühphase und bindet die Bedeutung der präoperativen Diagnostik ein.³²⁸ Grundsätzlich darf ein Teil der pathologisch-anatomischen Forschung in der „Ära der Etablierung“ als auf den chirurgischen Fortschritt ausgerichtet gesehen werden, wie es die Begriffe „*Surgical Anatomy*“, „*Surgical Pathology*“ und „Funktionelle Anatomie“ illustrieren.³²⁹ Diese allgemeinen Hinweise werden hinsichtlich der speziellen Bedeutung für die einzelnen Herzfehler bei deren Bearbeitung ergänzt. Besonders auf eine gewisse Problematik zwischen der Nomenklatur und der Verbindung zum chirurgischen Vorgehen sei schon hier hingewiesen.

Die erste operative Behandlung eines „komplexen Herzfehlers“ war das Anlegen einer aorto-pulmonalen Anastomose bei einem Kind mit Fallot Tetralogie durch Blalock 1944. Dieser lebensrettende Eingriff hatte eine Verbesserung der Lungendurchblutung zum Ziel und minderte so die Symptomatik der Zyanose, behob aber nicht die Grunderkrankung. Damit ist ein weiterer, grundsätzlich bedeutender Aspekt des erwähnten „Bündels“ angesprochen, nämlich die Thematik der „palliativen“ und der „korrigierenden“ Operationen. Entsprechend der Anmerkung auf Seite 49 soll sie hier erörtert werden, eingeschlossen die Beschreibung der wichtigsten operativen Techniken.

Primär – und auch im Weiteren grundsätzlich – bezog sich der Begriff der „Palliativen Herzoperationen“ ausschließlich auf diejenigen, die lebenserhaltend waren oder die Verbesserungen der Leistungsfähigkeit zum Ziel hatten. Das galt vor allem für die Zeit, in der intrakardiale Eingriffe im Sinne von „Korrigierenden Operationen“ nicht möglich waren. Von fundamentaler Bedeutung erwiesen sich die „aorto-pulmonalen Anastomosen“, deren erste der bereits erwähnte „Blalock-Taussig“ Shunt 1944 war. Er wurde 1946 durch die Anastomose von Potts und 1962 durch die von Waterston und die von Klinner ergänzt,

³²⁷ R. B. Karp und J. W. Kirklin, „Tetralogy of Fallot,“ *Ann Thorac Surg* 10, 4 (1970), S. 370

³²⁸ Taussig, (1965), S. 768-777

³²⁹ J. E. Edwards, *Congenital malformations of the heart* (Charles C. Thomas, Springfield, 1960)

R. Van Praagh und M. S. Visner, „Postoperative pathology of congenital heart disease,“ *Am J Cardiol* 38, 2 (1976), S. 225-230

D. Heath und J. E. Edwards, „Pathology of hypertensive vascular disease: a description of six grades of structural changes in the pulmonary arteries with special reference to congenital cardiac septal defects,“ *Circulation* 18, 4 (1958), S. 533-547

B. R. Wilcox und R. H. Anderson, *Surgical Anatomy Of The Heart* (London: Gower Medical Publishing Ltd., 1985)

A. Puff, "Funktionelle Anatomie des Herzens," in *Herz- und herznahe Gefäße - Allgemeine und spezielle Operationslehre*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und A. Senning (Berlin Heidelberg New York: Springer, 1978), S. 15-99

wobei die neuen Techniken die teilweise unbefriedigenden Aspekte der vorhergehenden vermeiden sollten. Die von Klinner als weltweit Erstem durchgeführte Interposition einer Gefäßprothese zwischen A. subclavia und Pulmonalarterie gilt heute als Goldstandard, der mithin einen gewissen Endpunkt eines Weiterentwicklungsprozesses darstellt.³³⁰

Von grundlegender Bedeutung ist auch die „Bündelungs-Operation“ der Pulmonalarterie, 1952 von Muller und Damman inauguriert, die einen Schutz der Lungengefäße darstellt.³³¹

Wie angedeutet, wird auf die genannten Techniken in Bezug auf unterschiedliche Grunderkrankungen noch eingegangen.

Auch die 1950 von Blalock und Hanlon angewandte „Atrioseptektomie“, die der Durchmischung venösen und arteriellen Blutes bei TGA diene, hatte lange Zeit einen herausragenden Stellenwert, da sie den Neugeborenen mit diesem Herzfehler überhaupt ein Leben ermöglichte.³³² Für Kinder mit Fehlbildungen des rechten Herzens, wie der Trikuspidalatresie, erwiesen sich „Cavo-pulmonale Anastomosen“, die eine Umgehung des rechten Herzens bewirkten, wie die von Glenn, als lebenserhaltend.³³³ Den angeführten Konzepten ist gemeinsam, dass der klinischen Anwendung z.T. ausgedehnte tierexperimentelle Studien, intensive pathologisch-anatomische Untersuchungen zugrunde lagen.

Die Interdisziplinarität erstreckte sich dann auf internistische, kinderkardiologische und auch radiologische Zusammenarbeit.³³⁴

Die palliativen Operationen waren auch nach der Erarbeitung intrakardialer Verfahren bedeutungsvoll; sie stellten nunmehr eine Ergänzung der Korrekturen dar. Dieser Aspekt wird weiter unten noch einmal präzisiert. Zusätzlich wurde der Begriff der „Palliation“ durch

³³⁰ Potts, Smith, und Glibson, (1946), S. 627-631

D. J. Waterston, „The treatment of Fallot's tetralogy in infants under the age of one year," *Rozhledy v Chirurgii* 41, 181 (1962), S. 3

W. Klinner, M. Pasini, und A. Schaudig, „Anastomose zwischen System- und Lungenarterie mit Hilfe von Kunststoffprothesen bei cyanotischen Herzvitien," *Thorac cardiovasc Surg* 10, 01 (1962), S. 68-75

D. A. Cooley und G. L. Hallman, „Intrapericardial aortic-right pulmonary arterial anastomosis," *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 122, 5 (1966), S. 1084-1086

³³¹ W. H. Muller, Jr. und J. F. Dammann, Jr., „The surgical significance of pulmonary hypertension," *Ann Surg* 136, 3 (1952), S. 495-509

³³² A. Blalock und C. R. Hanlon, „The surgical treatment of complete transposition of the aorta and the pulmonary artery," *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 90, 1 (1950), S. 1-15

³³³ W. W. Glenn und J. F. Patino, „Circulatory by-pass of the right heart. I. Preliminary observations on the direct delivery of vena caval blood into the pulmonary arterial circulation; azygos vein-pulmonary artery shunt," *Yale Journal of Biology and Medicine* 27, 3 (1954), S. 147-151

³³⁴ Muller und Dammann, „The surgical significance of pulmonary hypertension“, (1952), S. 495-509
Glenn und Patino, (1954), S. 147-151

J. Somerville et al., „Aorta to Right Pulmonary Artery Anastomosis (Waterston's Operation) for Cyanotic Heart Disease," *Circulation* 39, 5 (1969), S. 593-602

Inhalte wie Altersbeschränkungen für die Anwendung der EKZ, Vorbereitung zur Korrekturmöglichkeit und auch mangelnde Operationskapazitäten erweitert. So waren in der ersten Phase der „offenen Herzchirurgie“ korrigierende Eingriffe erst im späteren Kindesalter, ab etwa dem vierten Lebensjahr möglich, wobei die Altersgrenze differierte. Im Zeitraum der zweiten Hälfte der 1970iger Jahre vollzog sich der Wechsel, ein Übergang, von den zweizeitigen zu primären Korrekturen.³³⁵ Auch Castaneda beschreibt diesen Sachverhalt eindrücklich: Auf Grund nicht zufriedenstellender postoperativer Ergebnisse und der Probleme bei der Anwendung EKZ bei Jüngeren erfolgten zunächst palliative kardiochirurgische Eingriffe.³³⁶ So konnten zum einen die Korrekturen in ein höheres Lebensalter verschoben werden. Zum anderen bedeuteten die Palliationen bei einigen Herzfehlern auch eine gezielte Vorbereitung auf die Korrektur.

Dazu kam in den ersten Jahren an verschiedenen Orten, beispielsweise in Deutschland, die Notwendigkeit, auf Grund mangelnder Operationskapazitäten für Herz-Lungen-Maschinen Operationen die Wartezeiten durch Palliationen im anfänglichen Sinne durchzuführen.³³⁷ Diese Vorgehensweise verursachte neben der Notwendigkeit mehrfacher operativer Eingriffe und dadurch bedingt insgesamt höhere Komplikationsraten, auch eine zusätzliche emotionale Belastung aller Beteiligten.³³⁸

Die ersten erfolgreichen Operationen komplexer Herzfehler mit Anwendung der Herz-Lungen-Maschine, die nach dem Pioniereingriff von Gibbon durchgeführt wurden, waren Korrekturen von VSD.³³⁹ Damit war nicht nur der Beginn einer seriellen Behandlung verbunden, sondern gleichzeitig eine Standardisierung. Einen wesentlichen Beitrag leistete wiederum die interdisziplinäre Kooperation von Internisten, Kinderkardiologen, Radiologen und Chirurgen und besonders intensiv auch mit Pathologen.³⁴⁰

Wie bereits erwähnt, war man sich sehr früh des hohen Stellenwertes einer Klassifikation der Herzfehler bewusst, sowohl für die allgemeine klinische wie speziell auch die chirurgische Praxis. Bezüglich der VSD schlug die Arbeitsgruppe um Lillehei 1955 eine

³³⁵ K. Turley, W. Y. Tucker, und P. A. Ebert, „The changing role of palliative procedures in the treatment of infants with congenital heart disease," *J Thorac Cardiovasc Surg* 79, 2 (1980), S. 194-201

³³⁶ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 217

³³⁷ H. Meisner und S. Hagl, "Geschichte der Kinderherzchirurgie," in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, Hrsg. J. Weil et al. (München: Elsevir, 2019), S. 265

³³⁸ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 217

³³⁹ C. W. Lillehei et al., „The results of direct vision closure of ventricular septal defects in eight patients by means of controlled cross circulation," *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 101, 4 (1955), S. 446-466

J. W. Kirklin et al., „Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator system (gibbon type): report of eight cases," *Proc Staff Meet Mayo Clin.* 30, 10 (1955), S. 201-206

³⁴⁰ B. Soto et al., „Classification of ventricular septal defects," *British Heart Journal* 43, 3 (1980), S. 332-343

Klassifikation vor, die auf der von ihr gefundenen Morphologie basierte.³⁴¹ Es folgten weitere Typisierungen, beispielhaft: 1956 Becu et al.; 1957 Warden et al. und Kirklin et al.; 1980 Soto et al..³⁴² Im chirurgischen Alltag, wie im Schrifttum wurden und werden die angeführten Terminologien in unterschiedlicher Ausprägung verwendet, da sie in den verschiedenen „Schulen“ nicht einheitlich akzeptiert sind. Darauf weisen beispielhaft Becker und Anderson und Heinemann hin.³⁴³ Allerdings ist allen Klassifikationen eine Orientierung an Lokalisierung der Defekte im Bereich des rechten Ventrikels, wie er während des operativen Eingriffs gesehen wird, gemeinsam.

Wie schnell sich die neuen therapeutischen Möglichkeiten verbreiteten und wie etabliert sich die interdisziplinäre Zusammenarbeit gestaltete, ist beispielhaft dokumentiert durch ein Symposium zum VSD, das 1958 in Bad Godesberg stattfand. Dort kamen Repräsentanten der Physiologie, Pathologie, Kardiologie, Kinderkardiologie, sowie der Herzchirurgie zusammen und referierten den damaligen Status.³⁴⁴

Für den Zeitraum bis Ende der 1979iger Jahre war ein zweizeitiges Vorgehen zur Korrektur von VSD bis auf wenige Zentren regelhaft.³⁴⁵

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Herzchirurgie, insbesondere Fortschritten der Technologie der Herz-Lungen-Maschine, der Anästhesie und der Intensivmedizin (s. Kapitel 3.4.1 und 3.4.2) wurde die einzeitige Korrektur, bis auf wenige, spezielle Ausnahmen, Standard.³⁴⁶

³⁴¹ Lillehei et al., (1955), S. 455-458

M. Cohen et al., „A surgical pathologic classification for isolated ventricular septal defects and for those in Fallot's tetralogy based on observations made on 120 patients during repair under direct vision," *Journal of Thoracic Surgery* 33, 1 (1957), S. 21-44

³⁴² L. M. Becu et al., „Anatomic and Pathologic Studies in Ventricular Septal Defect," *Circulation* 14, 3 (1956), S. 349-364

H. E. Warden et al., „A surgical pathologic classification for isolated ventricular septal defects and for those in fallot's tetralogy based on observations made on 120 patients during repair under direct vision," *Journal of Thoracic Surgery* 33, 1 (1957), S. 21-44

J. W. Kirklin et al., „Surgical correction of septal defect: anatomic and technical considerations," *Journal of Thoracic Surgery* 33, 1 (1957), S. 45-59

Soto et al., (1980), S. 332-343

³⁴³ A. E. Becker und R. H. Anderson, "Cardiac Pathology," in *Paediatric Pathology* Hrsg. C. L. Berry (London: Springer 1996), S. 87

M. K. Heinemann, "Ventrikelseptumdefekte (VSD)," in *Herzchirurgie*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich (Berlin Heidelberg New York: Springer, 2010), S. 365

³⁴⁴ G. Heberer, „II. Chirurgisches Symposium (Ventrikelseptumdefekt) in Bad Godesberg am 31. Oktober 1958 " *Thoraxchirurgie* 7, 5 (1960), S. 439-542

³⁴⁵ H. D. Sirak, D. M. Hosier, und H. W. Clatworthy, Jr., „Defects of the interventricular septum in infancy; a two-stage approach to their surgical correction," *N Engl J Med* 260, 4 (1959), S. 147-151

L. P. Sterns, A. F. Bitash, und C. W. Lillehei, „Cardiovascular surgery in infancy," *Am J Cardiol* 13, 2 (1964), S. 153-161

³⁴⁶ Turley, Tucker, und Ebert, (1980), S. 199-200

Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 218

Auf diesen Aspekt der einzeitigen bzw. zweizeitigen Korrekturen wird weiter unten, bezogen auf alle komplexen angeborenen Herzerkrankungen, ausführlicher eingegangen.

Im Verlauf der Entwicklung der chirurgischen Therapie der Fallot Tetralogie sind ähnliche Schritte, wie bei der von VSD, zu beobachten. Die verschiedenen Palliationen in Form von aorto-pulmonalen Anastomosen wurden 1954 mit den ersten intrakardialen Eingriffen von Lillehei und seiner Arbeitsgruppe durch Behandlungen der Grundkrankheit, Korrekturen, ergänzt und als „kurative Prozeduren“ bezeichnet.³⁴⁷ Es folgte ab 1955 die schon beschriebene Serie von Korrekturen an der Mayo Klinik³⁴⁸ Alle diese Korrekturen waren erst ab dem Kleinkindesalter möglich. Der interaktive Lernprozess mit der Pathologie – stellvertretend für eine ganze Gruppe wurden bereits die Persönlichkeiten Edwards, Van Praagh, Anderson, Becker, Goerttler genannt – trug wesentlich dazu bei.

Als Resultat konnten 1970 Kirklin und Karp in ihrer Monographie, an der auch der Radiologe Barcia und der Kinderkardiologe Bargeron mitgearbeitet hatten, feststellen, dass die Chirurgie der Fallot -Tetralogie „nun sicher und reproduzierbar und daher lehrbar“ sei.³⁴⁹ Eine analoge Beschreibung ist auch von Meisner übermittelt, der Kirklin anlässlich einer Operation im Herzzentrum München zitiert.³⁵⁰

Zu dieser „Reproduzier- und Lehrbarkeit“ gehörte die Indikation für das ein- bzw. zweizeitige Vorgehen. Zunächst – bis in die 1970iger Jahre – galt die schon erwähnte Altersbeschränkung. Dann erwies sich eine Differentialindikation für die Korrekturen unter Beachtung der individuellen Morphologie der verschiedenen Ausprägungen der Fallot-Tetralogie, vor allem hinsichtlich der Lungengefäße, als grundlegend bedeutsam. Daher erwiesen sich palliative Operationen weiterhin notwendig, um die Lungenstrombahn zu erweitern.³⁵¹ Wegen unterschiedlicher technischer Probleme ergaben sich mit zunehmender

C. Huth und H. E. Hoffmeister, "Ventrikelseptumdefekt," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und H. Oelert (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991), S. 143-156

³⁴⁷ C. W. Lillehei et al., „Direct Vision Intracardiac Surgical Correction of the Tetralogy of Fallot, Pentalogy of Fallot, and Pulmonary Atresia Defects: Report of First Ten Cases," *Ann Surg* 142, 3 (1955), S. 418

³⁴⁸ J. W. Kirklin et al., „Surgical treatment for the tetralogy of Fallot by open intracardiac repair," *Journal of Thoracic Surgery* 37, 1 (1959), S. 22-51

³⁴⁹ J. W. Kirklin und R. B. Karp, *The Tetralogy of Fallot - From a surgical viewpoint*, 1. (Philadelphia, London, Toronto: W. B. Saunders, 1970), S. VII

³⁵⁰ H. Meisner, „Victory by Stages: The "Tour De Force" to Early Correction in Congenital Heart Surgery," *Thorac cardiovasc Surg* 53, 04 (2005), S. 199

³⁵¹ Somerville et al., (1969), S. 593-602

W. A. Gay und P. A. Ebert, „Aorta-to-right pulmonary artery anastomosis causing obstruction of the right pulmonary artery. Management during correction of tetralogy of Fallot," *Ann Thorac Surg* 16, 4 (1973), S. 402-410

D. J. Tay et al., „Early Results and Late Developments of the Waterston Anastomosis," *Circulation* 50, 2 (1974), S. 220-229

Erfahrung die schon erwähnten Modifikationen. Zur Illustration wesentlicher Probleme seien beispielhaft die Arbeiten von Alvarez-Diaz et al., 1973, Tay et al., 1974, sowie Cooley und Smith, 1979, zitiert.³⁵² Insgesamt waren die postoperativen Ergebnisse von Korrekturingriffen nach dem fünften Lebensjahr zunächst den Ergebnissen der Frühkorrektur überlegen, wie u.a. Kirklin und Karp ausführen.³⁵³ Auch Klinner, Pasini und Schaudigs Ergebnisse bevorzugten daher vor dem korrigierenden Eingriff eine Palliation.³⁵⁴ Auch wenn einige Berichte, wie z.B. von Gay und Ebert, 1973 oder Murphy et al., 1993 positive Ergebnisse von „zweizeitigen Korrekturen“ schildern, lassen die zunehmenden Erfahrungen dann für den Beginn der 1970iger Jahre die einzeitige „Primär-Korrektur“ zur „Methode der Wahl“ werden.³⁵⁵ In Deutschland wurde die Frühkorrektur in den 80er Jahren zum Standardverfahren.³⁵⁶

Ein nahezu identischer und besonders exemplarischer Lernprozess begegnet bei der Entwicklung der Chirurgie der Atrioventrikulären Septumdefekte. Dies beginnt bereits mit der Nomenklatur dieser Erkrankungen, wie es beispielhaft der Titel des Beitrages von Becker und Anderson „*Atrioventricular septal defects: What's in a name?*“ widerspiegelt.³⁵⁷ Durch Einbeziehung des fortschreitenden Wissens über die embryologische Genese und die damit verbundene zunehmende Kenntnis der Morphologie veränderte sich die Beschreibung dieses besonders komplexen Krankheitsbildes. Der jeweils gewonnene aktuelle Kenntnisstand der variantenreichen zentralen intrakardialen Fehlbildungen, betreffend die AV-Klappen, die Septen und das Erregungsleitungssystem, änderte und erweiterte wiederum das chirurgische Verständnis und implizierte so eine Adaptation der operativen Therapie.

A. W. Gale et al., „Growth of the pulmonary anulus and pulmonary arteries after the Blalock-Taussig shunt,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 77, 3 (1979)

D. A. Cooley und J. M. Smith, „Repair of pulmonary arterial stenosis after Waterston-Cooley anastomosis,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 77, 3 (1979), S. 474-477

³⁵² F. Alvarez-Díaz et al., „Ascending aorta-right pulmonary artery anastomosis: Waterston's operation,“ *Thorax* 28, 2 (1973), S. 152-157

Tay et al., (1974), S. 220-229

Cooley und Smith, (1979), S. 474-477

³⁵³ Karp und Kirklin, (1970), S. 379

³⁵⁴ Klinner, Pasini, und Schaudig, (1962), S. 69-75

³⁵⁵ A. D. Pacifico, L. M. Jr. Barger, und J. W. Kirklin, „Primary Total Correction of Tetralogy of Fallot in Children Less Than Four Years of Age,“ *Circulation* 48, 5 (1973), S. 1085-1091

M. A. Ergin und R. B. Griep, „Total correction of tetralogy of Fallot: How to deal with the complicated ascending aorta-right pulmonary artery anastomosis,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 77, 3 (1979), S. 469-473

³⁵⁶ Meisner und Hagl, in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, S. 269

³⁵⁷ A. E. Becker und R. H. Anderson, „Atrioventricular septal defects: What's in a name?,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 83, 3 (1982), S. 461

Aus geschichtlicher Sicht beginnt diese Entwicklung mit den Beschreibungen von Peacock, 1846, Rokitansky, 1875, Abbott, 1936, sowie Rogers und Edwards, 1948.³⁵⁸ Damit ist ein herausragendes Beispiel für den reziproken Lernprozess der beteiligten Disziplinen der Herzmedizin gegeben, der hier nur skizziert werden soll. Zurecht erwähnen Van Mierop und Mitarb., „dass jede Klassifikation angeborener Herzerkrankungen notwendigerweise willkürlich ist“.³⁵⁹ Sie präferierten unter Bezug auf Watkins und Gross den Oberbegriff „Endokardkissen-Defekte“ für die Anomalien „Persistierender gemeinsamer Atrioventrikulärer Kanal“ und „Persistierendes Ostium Primum“.³⁶⁰ Nicht zuletzt unter dem Einfluss von Becker und Anderson ist die Bezeichnung „Atrioventrikulärer Septum Defekt“ zum Standardbegriff gereift.³⁶¹

Durch Lillehei erfolgte im Rahmen der bereits erwähnten Operationsserie mittels *Cross Circulation* am 8.6.1954 der erste korrigierende Eingriff eines AV-Septumdefektes.³⁶² Zwar verstarb der Patient intraoperativ auf Grund eines Lungenödems; die pathologische Untersuchung zeigte jedoch einen korrekt verschlossenen AV-Septum-Defekt.³⁶³ In Konsequenz setzte Lillehei seine Operationsserie fort. Bis 1955 operierte er insgesamt fünf Patienten mit AV-Septum-Defekt unter Einsatz der *Cross Circulation* und belegte damit die Korrigierbarkeit dieser komplexen Fehlbildung.³⁶⁴ Nach flächendeckender Einführung der EKZ breitete sich seine Operationsmethode international aus. Dabei kommt der Arbeit der Mayo Klinik eine wegweisende Bedeutung zu, durch die nicht nur die Reproduzierbarkeit des Eingriffs belegt wurde. Darüber hinaus erfolgte eine erste Systematisierung der „chirurgischen Anatomie“ der komplexen und variantenreichen Fehlbildung in die Typen A, B, und C, die 1966 durch Rastelli publizierte und die nach ihm benannt wurde.³⁶⁵ Diese Einteilung, der die Morphologie der Mitralklappe zu Grunde liegt, hat bis heute einen

³⁵⁸ A. Krian, J. Ostermeyer, und W. Bircks, "Anomalien auf Vorhofebene," in *Herzchirurgie*, Hrsg. H. Borst, W. Klinger, und Oelert H. (Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1991), S. 52

³⁵⁹ L. H. Van Mierop et al., „The anatomy and embryology of endocardial cushion defects," *J Thorac Cardiovasc Surg* 43 (1962), S. 79

³⁶⁰ Gross et al., (1952), S. 455-460

³⁶¹ R. H. Feldt, *Atrioventricular Canal Defects*, Hrsg. R. H. Feldt, 1. (Philadelphia, London, Toronto: W. B. Saunders Company, 1976)

Becker und Anderson, „Atrioventricular septal defects: What's in a name?“, (1982), S. 461

S. Bharati, M. Lev, und J. W. Kirklin, *Cardiac Surgery and the Conduction System* 1. (Wiley Medical 1983)

R. H. Anderson et al., „Of clefts, commissures, and things," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 90, 4 (1985), S. 605

Becker und Anderson, "Cardiac Pathology," in *Paediatric Pathology* S. 90

³⁶² Lillehei et al., (1986), S. 8

³⁶³ Ebd., S. 14.

³⁶⁴ Ebd.

³⁶⁵ G. C. Rastelli, J. W. Kirklin, und J. L. Titus, „Anatomic observations on complete form of persistent common atrioventricular canal with special reference to atrioventricular valves," *Mayo Clin Proc.* 41 (1966), S. 296-308

Stellenwert in der Beschreibung intraoperativer Befunde. Die pathologisch-anatomischen Strukturen der Mitralklappe waren über viele Jahre Gegenstand intensiver, interdisziplinärer Studien, wobei die Frage kontrovers diskutiert wurde, ob es sich um eine Mitralklappe mit „Spaltbildung“ des anterioren Segels oder eine „Kommissur“ desselben handelt.³⁶⁶ Die daraus resultierende Betrachtung der Anatomie als „Zwei-Segel“- oder „Drei-Segel“-Klappe hatte unterschiedliche chirurgische Maßnahmen zur Folge. An ihre Stelle ist heute eine intraoperative Funktionsprüfung der Schlussfähigkeit getreten, aus der die notwendigen operativen Maßnahmen resultieren.³⁶⁷

Durch die bahnbrechenden Arbeiten von Horiuchi et al. (1963), Hikasa et al. (1967), Barratt-Boyes et al. (1971) sowie Castaneda et al. (1974) waren Grundlagen für das Erzielen guter operativer Resultate bei Kleinkindern mittels tiefer Oberflächen-Hypothermie und EKZ geschaffen worden. Das ermöglichte nun die – zur Vorbeugung pulmonalvaskulärer Erkrankungen wünschenswerte – „Früh-Korrektur“ von Atrioventrikulären Septum Defekten in den ersten Lebensmonaten. Das „Banding“ behielt einen Stellenwert für spezifische Ausnahmen.³⁶⁸

Darüber hinaus bedeutete dieses Verfahren neue Behandlungsmöglichkeiten für nahezu alle angeborenen Herzfehler, und dies auch für Neugeborene.

Exemplarisch steht dafür, wie oben annonciert, die chirurgische Therapie der TGA. Da dieses Krankheitsbild bezüglich interdisziplinärer und multiprofessioneller Kooperation von herausragender Bedeutung ist, soll es in einem gesonderten Kapitel ausführlich betrachtet und analysiert werden, sodass an aktueller Stelle lediglich zentrale Eckdaten im Vordergrund stehen.

³⁶⁶ A Carpentier, "Surgical Anatomy and Management of the Mitral Component of Atrioventricular Canal Defects " in *Pediatric Cardiology* Hrsg. R. H. Anderson und E. A. Shinebourne (Edinburgh; New York: Churchill Livingstone, 1978), S. 477

Anderson et al., (1985), S. 605-610

³⁶⁷ A. R. Castaneda, J. E. Mayer, und R. A. Jonas, „Repair of complete atrioventricular canal in infancy," *World Journal of Surgery* 9, 4 (1985), S. 590-597

A. Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

³⁶⁸ T. Horiuchi et al., „Radical Operation for Ventricular Septal Defects in Infancy," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 46, 2 (1963), S. 180-190

B. G. Barratt-Boyes, M. Simpson, und J. M. Neutze, „Intracardiac Surgery in Neonates and Infants Using Deep Hypothermia with Surface Cooling and Limited Cardiopulmonary Bypass," *Circulation* 43, 5s1 (1971), S. I-25-I-30

W Culpepper, Kolff J, Lin CY, Vitullo D, Lamberti J, Arcilla RA, Replogle R., „Complete Common Atrioventricular Canal in Infancy - Surgical Repair and Postoperative Hemodynamics," *Circulation* 58, 3 (1978), S. 550-558

M. L. Epstein et al., „Pulmonary artery banding in infants with complete atrioventricular canal," *J Thorac Cardiovasc Surg* 78, 1 (1979), S. 28-31

D. Ross, M. Jackson, und J. Davies, „Pulmonary autograft aortic valve replacement: long-term results," *Journal of Cardiac Surgery* 6, 4 Suppl (1991), S. 529-533

Da für eine Korrektur die Verfügbarkeit einer EKZ unerlässlich war, bestand die erste Therapieoption in einem palliativen Eingriff, der bereits erwähnten Atrioseptektomie, inauguriert von Blalock und Hanlon.³⁶⁹ Trotz anfänglich hoher Letalität wurde dieses Verfahren, da ohne Alternative, für lange Zeit weltweiter Standard.

Mit dem Ziel einer „anatomischen Korrektur“ mittels Koronararterientransfer als sog. „*Arterielle Switch-Operation*“ erfolgten ab etwa 1952 mehrfache Versuche, u.a. durch Mustard, 1954, wie auf S. 61 beschrieben. Alle Eingriffe endeten letal.³⁷⁰ Daher widmeten sich verschiedene Arbeitsgruppen der Thematik, eine alternative Vorgehensweise zu entwickeln, die eine Trennung des systemvenösen und des pulmonalvenösen Blutstroms im Sinne einer „physiologischen Korrektur“ zum Ziel hatte. Beispielhaft soll Thomas Baffes genannt werden, der mittels eines Conduits die Vena cava inferior mit dem linken Vorhof und die rechte Pulmonalarterie mit dem rechten Vorhof anastomosierte und gute postoperative Ergebnisse berichtete.³⁷¹

U.a. führte diese „Vorarbeit“ zu dem Verfahren, das sich als erste standardisierte korrigierende Technik international durchsetzte, die „Vorhofumkehr“. Bemerkenswert erscheint erneut, dass zwei Chirurgen mit kurzer zeitlicher Distanz diese Vorgehensweise als Ersteingriffe mit jeweils kleinen Unterschieden, einführten: Zunächst war es Senning, der im Jahr 1959 von einem erfolgreich mittels EKZ operierten neunjährigen Jungen berichtet.³⁷² Ihm folgte Mustard im Jahr 1963 mit einer erfolgreich durchgeführten Vorhofumkehr eines zwei Jahre alten Kindes.³⁷³ Sowohl Senning, als auch Mustard waren zuvor mit der Anwendung der arteriellen *Switch-Operation* gescheitert.³⁷⁴

Im Besonderen Mustards Operation, die technisch einfacher durchzuführen ist, kann als Initialzündung für die standardisierte internationale Ausbreitung einer korrigierenden Therapie der TGA bezeichnet werden. Da zu diesem Zeitpunkt Operationen mittels EKZ nur bei Kleinkindern möglich waren, behielt die Blalock-Hanlon-Operation ihren Stellenwert als

³⁶⁹ Blalock und Hanlon, „Interatrial septal defect; its experimental production under direct vision without interruption of the circulation“, (1948), S. 183-187

³⁷⁰ Mustard et al., (1954), S. 39-51

I. E. Konstantinov et al., „Atrial switch operation: past, present, and future,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 77, 6 (2004), S. 2250-2251

³⁷¹ T. G. Baffes, „A new method for surgical correction of transposition of the aorta and pulmonary artery,“ *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 102, 2 (1956), S. 227-233

³⁷² Å. Senning, „Surgical correction of transposition of the great vessels,“ *Surgery* 45, 6 (1959), S. 975

³⁷³ W. T. Mustard, „Successful two-stage correction of transposition of the great vessels,“ *Surgery* 55, 3 (1964), S. 470

³⁷⁴ Senning, „Surgical correction of transposition of the great vessels“, (1959), S. 696
Mustard et al., (1954), S. 46-49

„Palliation“ im Sinne von „lebenserhaltend“. Sie wurde zunächst ergänzt und dann weitestgehend ersetzt durch die erste interventionelle Methode in der Herzmedizin, die Erzeugung eines ASD mittels Herzkatheter. Diese bedeutsame, bahnbrechende Technik geht auf Rashkind zurück, der im Jahr 1966 erstmals eine „Katheter-gestützte“ Atrioseptostomie durchführte.³⁷⁵ Die „Rashkind-Prozedur“ etablierte sich zu einem standardisierten Verfahren, das Kindern eine Erstoperation mit all ihren Nachteilen ersparte. Ebenso bahnbrechend im Hinblick auf eine kurzfristige Versorgung von Neugeborenen mit zyanotischen Herzfehlern war 1976 die Entdeckung der Wirkweise von Prostaglandin E zur Offenhaltung des Ductus arteriosus.³⁷⁶

Einen wichtigen Schritt im Entwicklungsprozess zur anatomischen Korrektur der TGA stellt die im Jahr 1975 von Jatene durchgeführte erste erfolgreiche „arterielle *Switch Operation*“ dar, die die Vorhofumkehr als „Goldstandard“ der Behandlungsoption der TGA ablöste. Es gelang Jatene – unter den Bedingungen tiefer Hypothermie und EKZ – bei einem 40 Tage alten Neugeborenen Aorta und Pulmonalarterie umzusetzen und die Koronararterien mit einem Teil der sie umgebenden Aortenwand zu reimplantieren und den begleitenden VSD zu verschließen.³⁷⁷ Wenige Monate später gelang auch Yacoub's Arbeitsgruppe die arterielle *Switch-Operation* bei einem Kind mit TGA.³⁷⁸ An dieser Stelle ist der Hinweis darauf wichtig, dass die bis zu diesem Zeitpunkt operierten Patienten einen VSD aufwiesen. Durch damit verbundene Druckbelastung des anatomisch linken Ventrikels resultierten die hämodynamischen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Korrektur.³⁷⁹ Mit dem Ziel, die arterielle *Switch-Operation* für alle Kinder mit TGA anwendbar zu machen, entwickelte Yacoub gemeinsam mit der kardiochirurgischen Klinik in Kiel einen zweistufigen Therapieplan, bei dem durch die Bändelung der Pulmonalarterie eine Druckbelastung und somit ein „*Training*“ für den anatomisch linken Ventrikel erzeugt wurde. Falls nicht vorhanden, wurde ein ASD geschaffen.³⁸⁰ Dieses Konzept verbindet einen palliativen einen

³⁷⁵ W. J. Rashkind und W. W. Miller, „Creation of an Atrial Septal Defect Without Thoracotomy: A Palliative Approach to Complete Transposition of the Great Arteries," *JAMA* 196, 11 (1966), S. 991-992

³⁷⁶ P. M. Olley, Cocceani. F., und E. Bodach, „E-type prostaglandins: a new emergency therapy for certain cyanotic congenital heart malformations," *Circulation* 53, 4 (1976), S. 728-731

³⁷⁷ A. D. Jatene et al., „Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report," *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 28, 4 (1975), S. 461-464

³⁷⁸ M. H. Yacoub, R. Radley-Smith, und C. J. Hilton, „Anatomical correction of complete transposition of the great arteries and ventricular septal defect in infancy," *British Medical Journal* 1, 6018 (1976), S. 1112-1114

³⁷⁹ Jatene et al., (1975), S. 461-464

Yacoub, Radley-Smith, und Hilton, (1976), S. 1112-1114

³⁸⁰ F. W. Arensman et al., „Assessment of coronary and aortic anastomoses after anatomic correction of transposition of the great arteries," *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 4 (1985), S. 597-604

korrigierenden Eingriff und enthält somit die prinzipiellen Nachteile eines zweizeitigen Vorgehens.

Die schon erwähnte Möglichkeit, Operationen mittels EKZ und tiefer Hypothermie bei Säuglingen durchzuführen und auf Neugeborene zu erweitern, ließ die arterielle *Switch Operation* zum internationalen Standard der Therapie der TGA werden. Erneut gehörte Castanedas Arbeitsgruppe in Boston zusammen mit Ebert in San Francisco und Quaegebeur in Leiden zu denen, die um 1983 Neugeborene mit TGA erfolgreich operativ korrigierten und sehr gute postoperative Ergebnisse verzeichnen konnten.³⁸¹

In Deutschland führte Josef Konz in Göttingen im Jahr 1965 erstmals eine Mustard Operation bei TGA erfolgreich.³⁸² Auch die anatomische Korrektur des Krankheitsbildes bei Neugeborenen wurde frühzeitig in Deutschland übernommen: Ziemer in Hannover (1985) Krian in Düsseldorf (1985) und Meisner in München (1985). Meisner und Krian hatten dabei zeitweilige Unterstützung durch Quaegebeur.³⁸³ Die „20-institution study“ der nordamerikanischen „*Congenital Heart Surgeons Society*“ aus dem Jahre 1988 belegt zum einen die sehr guten Frühresultate dieses Eingriffs durch spezialisierte Institutionen, wie auch die Nachhaltigkeit hinsichtlich der Langzeitergebnisse.³⁸⁴

Für die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit der Pathologie auch bei diesem Herzfehler seien beispielhaft Anderson, Gittenberger-de Groot und Van Praagh genannt, die sowohl für die morphologische Beschreibung der kardialen Morphologie,³⁸⁵ wie die Besonderheiten der Koronararterien wegweisende Analysen für eine chirurgische Therapie erstellten.³⁸⁶ Die von

³⁸¹ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 217-218

A. R. Castañeda et al., „Transposition of the Great Arteries and Intact Ventricular Septum: Anatomical Repair in the Neonate," *Ann Thorac Surg* 38, 5 (1984), S. 438-443

J. M. Quaegebeur et al., „The arterial switch operation: An eight-year experience," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 92, 3, Part 1 (1986), S. 361-384

Ebert et al., zitiert bei J. M. Quaegebeur, „The Arterial Switch Operation - Rationale, Results, Perspectives“ (Thesis, Uitgeverij Rozengaard 1986).

³⁸² C. Tjindra, „Josef Konz (1916 - 1988): sein Leben und sein Werk / vorgelegt von Claudia Tjindra“ (2004), S. 75.

³⁸³ A. Krian et al., „The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems," *Thorac Cardiovasc Surg* 39, S 2 (1991), S. 160-165

H. Meisner et al., „Experience with Anatomical Correction of Transposition of the Great Arteries (TGA)," *Thorac Cardiovasc Surg* 39 (1991), S. 155-159

Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 17

³⁸⁴ W. I. Norwood et al., „Intermediate results of the arterial switch repair - A 20-institution study," *J Thorac Cardiovasc Surg* 96, 6 (1988), S. 854-863

³⁸⁵ Becker und Anderson, "Cardiac Pathology," in *Paediatric Pathology*

³⁸⁶ A. C. Gittenberger-de Groot, U. Sauer, und J. Quaegebeur, „Aortic intramural coronary artery in three hearts with transposition of the great arteries," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 91, 4 (1986), S. 566-571

A. C. Gittenberger-de Groot, „Coronary arterial anatomy in transposition of the great arteries: A morphological study," *Pediatric Cardiology* 4 (1983), S. 15-24

ihnen vorgeschlagene „segmentale Analyse“ hat über die TGA hinaus grundlegende Bedeutung für die generelle Beschreibung der kardialen Morphologie erfahren und ist aus der Arbeit des Fachgebietes nicht wegzudenken.³⁸⁷ Ebenso wurde die Technik des „arteriellen *Switch*“ zu einer Methode für die chirurgische Therapie diverser Herzfehlbildungen. Damit ist eine Überleitung von der Deskription der Chirurgie einzelner Herzfehler zu Beschreibung spezieller Methoden vollzogen.

In Analogie zum „arteriellen *Switch*“ ist Operationsmethode der „Kompletten Cavo-pulmonalen Anastomose“ zu nennen, die Françoise Fontan zunächst gezielt für die operative Behandlung der Trikuspidalatresie vorgeschlagen hat. Er konnte nach einer ausgedehnten tierexperimentellen Versuchsphase erstmalig am 25.04.1968 erfolgreich ein zwölfjähriges Mädchen mit dieser Krankheit operieren.³⁸⁸

Seine Technik erweiterte die als palliative Behandlungsalternative 1958 eingeführte Glenn-Operation – eine Anastomose der Vena cava superior mit der distalen Pulmonalarterie – als eine Verbindung der proximalen rechten Pulmonalarterie zum rechten Vorhof.³⁸⁹ Die Analogie zur arteriellen *Switch* Operation besteht darin, dass mit der „Fontan Technik“ eine Methode entwickelt wurde, die über die Behandlung der Trikuspidalatresie hinaus grundsätzliche Bedeutung hat: mit ihr wurde das klinische Konzept des „verzichtbaren rechten Ventrikels“ eingeführt – und dann später zur Grundlage für die generelle „univentrikuläre Methode“ bei komplexen Herzerkrankungen weiterentwickelt.³⁹⁰ Damit wurde eine Operationsmethode etabliert, die als eine „Palliation“ zu definieren ist, aber gleichzeitig für nicht weiter therapierbare Herzfehler eine grundsätzliche Behandlungsmöglichkeit darstellt.

Ulmer beschreibt, dass Fontans Operationstechnik sich schnell „in alle großen Herzzentren dieser Welt“ ausbreitete und sich einer Vielzahl an Modifikationen unterzog. Beachtenswert erscheint, dass Fontan selbst lediglich ungefähr 20 Eingriffe dieser Art vornahm.³⁹¹

R. Van Praagh und W. K. Jung, „The Arterial Switch Operation in Transposition of the Great Arteries: Anatomic Indications and Contraindications," *Thorac Cardiovasc Surg* 39 (1991), S. 138-150

³⁸⁷ R. H. Anderson, „Has the Congenitally Malformed Heart Changed Its Face?," *Circulation Research* 120, 6 (2017), S. 901

³⁸⁸ F. Fontan und E. Baudet, „Surgical repair of tricuspid atresia," *Thorax* 26, 3 (1971), S. 240-248

³⁸⁹ W. W. Glenn, „Circulatory bypass of the right side of the heart. IV. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery; report of clinical application," *N Engl J Med* 259, 3 (1958), S. 117-120
Fontan und Baudet, (1971), S. 241

³⁹⁰ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 218

³⁹¹ H. E. Ulmer, "Meilensteine der Entwicklung - Francis M. Fontan (1929-2018)," in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie* Hrsg. J. Weil et al. (Elsevier, 2019), S. 301

Basierend auf den Erfahrungen mit dem „Fontan Konzept“ entwickelte William Norwood eine Behandlungsstrategie für das „Hypoplastische Linksherz-Syndrom“. Nach vorausgehenden enttäuschenden Erfahrungen konnte Norwood am 20. Januar 1979 erstmals bei einem drei Tage alten Kind mit hypoplastischem Linksherz eine Shuntverbindung der Pulmonalarterie zur descendierenden Aorta herstellen, in einem zweiten Operationsschritt am 6. Februar schließlich ein klappentragendes Conduit als Verbindung zwischen rechtsventrikulärem Ausflusstrakt und Aorta descendens platzieren.³⁹² Der rechte Ventrikel, als univentrikuläres Herz, übernimmt somit zeitweise die Funktion der Kreislaufferhaltung. Norwood beschreibt, dass der finale Operationsschritt durch die Fontan-Prozedur vervollständigt wird.³⁹³ Sie ist das „Ziel“ seiner Behandlungsstrategie. Diese als „3-Stufen-Palliation“ modifizierte Behandlungsstrategie wird bis heute bei hypoplastischem Linksherz durchgeführt. Sie beinhaltet im ersten Schritt die Norwood-Operation, es folgt die Generierung eines bidirektionalen Glenn-Shunts und im letzten operativen Eingriff die Fontan-Operation.³⁹⁴

Im Zusammenhang mit diesem komplexen Verfahren zitiert Ulmer Norwood, wie dieser explizit die serienhafte Anwendung dieser neuen Operationsmethoden und die hierdurch entstehende Verbesserung mit zunehmender Erfahrung fordert: „... *that if it can be done once, it can be done again and again – and better and better.*“³⁹⁵ Diese Aussage kann symbolisch für die Arbeit in der sog. Ära der Etablierung stehen.

Als Behandlungsalternative zur Norwood Operation, sowohl bei primär komplexen anatomischen Verhältnisse oder nach Scheitern derselben, stellte sich die Herztransplantation (HTx) dar.³⁹⁶ Denton Cooley konnte am 1. November 1984 die erste HTx bei einem acht Monate alten Kind, das unter einer subendokardialen Fibroelastose litt, erfolgreich durchführen.³⁹⁷ Ein Jahr später erkannte Leonard Bailey die Transplantation als möglichen Therapieansatz für Patienten mit hypoplastischem Linksherz und führte am 16.

³⁹² W. I. Norwood, J. K. Kirklin, und S. P. Sanders, „Hypoplastic left heart syndrome: experience with palliative surgery,“ *Am J Cardiol* 45, 1 (1980), S. 88

³⁹³ Ebd., S. 90.

³⁹⁴ R. Mair, "Aortenatresie, hypoplastisches Linksherzsyndrom und hypoplastischer Linksherzkomplex," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010), S. 463

³⁹⁵ Zitiert nach H. E. Ulmer, "Meilensteine der Entwicklung - William I. Norwood (geb. 1941)," in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, Hrsg. J. Weil et al. (Elsevier, 2019), S. 357

³⁹⁶ Mair, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 463

³⁹⁷ D. A. Cooley et al., „Cardiac Transplantation in an 8-Month-Old Female Infant With Subendocardial Fibroelastosis,“ *JAMA* 256, 10 (1986), S. 1326-1329

November 1985 erfolgreiche eine HTx bei einem vier Tage alten Kind mit diesem Krankheitsbild durch.³⁹⁸

Grundsätzlich sind sowohl die Herztransplantation bei Säuglingen wie die Norwood-Prozedur als palliative Eingriffe bei hypoplastischem Linksherz zu werten.³⁹⁹

Dennoch fasst Castaneda treffend zusammen, dass insbesondere die Fontan-Prozedur und ihre Modifikationen mit der Einführung des „klinischen Konzepts des verzichtbaren rechten Ventrikels“ entscheidend die kardiochirurgischen Möglichkeiten erweitern konnten.⁴⁰⁰

Gleichzeitig wagt er einen Blick auf mögliche zukünftige kardiochirurgische Innovationen, wie die fetale Herzchirurgie: Im Jahr 1990 konnten Allan, Tynan und Maxwell die Ballondilatation einer stenosierten Aortenklappe beim ungeborenen Kind erfolgreich durchführen.⁴⁰¹

Als herausragende Innovation für die Herzklappenerkrankungen im Kindesalter ist die sog. „Ross-Operation“ zu nennen. Im Vergleich zum mechanischen oder biologischen Herzklappenersatz hat sie den entscheidenden Vorteil, dass weder eine Antikoagulation notwendig ist noch die Gefahr eines frühzeitiges Prothesenversagens – ein großer Risikofaktor des biologischen Herzklappenersatzes im Kindesalter – besteht.⁴⁰²

Donald Ross berichtete erstmals 1967 von zwölf Patienten mit Aortenklappenvitium, deren eigene Pulmonalklappe als „Autograft“ in die Aorta implantiert, und an die Stelle der Pulmonalklappe ein sog. „Homograft“ eingesetzt wurde.⁴⁰³ Er konnte sehr gute Ergebnisse mit dieser Vorgehensweise erzielen und erwähnte einige Jahre später, dass sein Verfahren insbesondere für Kinder mit angeborenen Herzklappenvitien der Aorten-, aber auch Mitralklappe vorteilhaft erscheint.⁴⁰⁴ Bemerkenswert ist, dass vor allem bei Berücksichtigung der Langzeitergebnisse Tendenzen eines altersgerechten Wachstums der transplantierten

³⁹⁸ L. L. Bailey et al., „Cardiac Allotransplantation in Newborns as Therapy for Hypoplastic Left Heart Syndrome,\" *New England Journal of Medicine* 315, 15 (1986), S. 949-951

³⁹⁹ Ulmer, „Meilensteine der Entwicklung - William I. Norwood (geb. 1941),“ in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, S. 357

⁴⁰⁰ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 218

⁴⁰¹ D. Maxwell, L. Allan, und M. J. Tynan, „Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus: a report of two cases,\" *British Heart Journal* 65, 5 (1991) S. 256-258

⁴⁰² D. N. Ross, „Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft,\" *Lancet* 2, 7523 (1967), S. 956

⁴⁰³ Ebd., S. 956-958.

⁴⁰⁴ D. Ross, „The versatile homograft and autograft valve,\" *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989), S. 69

Herzklappe vermutet werden.⁴⁰⁵ Zurecht ist die Ross-Operation bis heute das favorisierte Vorgehen bei Kindern mit angeborenen Aortenklappenerkrankungen.⁴⁰⁶

Zwischenfazit angeborene Herzerkrankungen

In Zusammenschau wird deutlich, dass die Geschichte der angeborenen Herzerkrankungen von zwei parallel ablaufenden Entwicklungsschritten geprägt ist: Zum einen erfolgten die Modifizierung und die Verbesserung der palliativen Eingriffe als mögliche Vorbereitung auf den korrigierenden Eingriff. Zum anderen fand eine Anpassung der kardiochirurgischen Möglichkeiten an die Anatomie und Physiologie von Neugeborenen statt, sodass Korrekturingriffe frühzeitig und ohne den Einsatz von vorausgehenden Palliativoperationen stattfinden konnten. Diese Errungenschaften sind Ausdruck eines medizinischen, auf angeborene Herzerkrankungen ausgerichteten, Spezialisierungsprozesses.

Zusätzlich zu den Aspekten der kardiochirurgischen Spezialisierung und erfolgter Standardisierungsprozesse wird insbesondere die Unerlässlichkeit interdisziplinärer und multiprofessioneller Zusammenarbeit deutlich. Beispielhaft und treffend fasst Castaneda zusammen, dass die harmonische Kooperation unterschiedlicher medizinischer Professionen, des spezialisierten Pflegepersonals und weiterer medizinischer Assistenzberufe, wie die Kardiotechniker, als multiprofessionelles Team ausschlaggebend für den Erfolg der Behandlung angeborener Herzerkrankungen sind.⁴⁰⁷ Wie aus der ausführlichen Darstellung dieses Entwicklungsprozesses hervorgeht, wurden die Diagnostik und die herzchirurgische Therapie vor allem durch Integration von Kinderkardiologen, Pathologen, Gynäkologen, Embryologen, Anatomen, Genetiker, Radiologen, Anästhesisten und Intensivmedizinern bereichernd ergänzt.⁴⁰⁸ In Kombination mit der Verbesserung und Anpassung von Operationstechniken, Narkosemöglichkeiten, EKZ und Nahtmaterial wird der Behandlungsprozess der angeborenen Herzerkrankungen multiprofessionell.⁴⁰⁹ Hinsichtlich

⁴⁰⁵ Ross, Jackson, und Davies, (1991), S. 529-533

⁴⁰⁶ J. S. Donald et al., „Ross Operation in Children: 23-Year Experience From a Single Institution," *Ann Thorac Surg* 109, 4 (2020), S. 1251-1259

T. E. David, „The Ross procedure is alive and well in Lübeck, Germany," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 156, 1 (2018), S. 77-78

⁴⁰⁷ A. R. Castañeda et al., *Cardiac Surgery of the Neonate and Infant*, 1. (Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994), S. V

⁴⁰⁸ Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 219

A. J. Marian, „Congenital Heart Disease," *Circulation Research* 120, 6 (2017), S. 897

R. Van Praagh, „Terminology of congenital heart disease. Glossary and commentary," *Circulation* 56, 2 (1977), S. 139

⁴⁰⁹ Meisner und Hagl, in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, S. 262

der Thematik der Therapie von Herzfehlbildungen nimmt die Pathologie in diesem Zusammenhang eine herausragende Stellung ein, wie es u.a. aus der Arbeit von Van Praagh 1977 hervorgeht.⁴¹⁰

Insgesamt zeichnet sich die Weiterentwicklung der Therapiemöglichkeiten angeborener Herzerkrankungen daher durch einen multiprofessionellen medizinischen Lernprozess aus, der darin mündet, dass die Behandlungsstrategie komplexer angeborener Herzerkrankungen nicht nur standardisiert durchgeführt werden kann, sie kann ebenso gelehrt und standardisiert weitergegeben werden.⁴¹¹

Die Chirurgie von Herzklappenerkrankungen

Die Einführung der offenen Herzchirurgie mittels EKZ ermöglichte eine gezielte operative Therapie von Herzklappenerkrankungen. Diese wurde sehr schnell zu einem umfassenden Spektrum klappenerhaltender Korrekturen und klappenersetzenden Techniken weiterentwickelt. Im Folgenden wird, im Sinne einer Übersicht, anhand herausragender Beispiele und zentraler Eckpunkte die Entwicklungsgeschichte der Chirurgie von Herzklappenerkrankungen mit Herz-Lungen-Maschine beleuchtet; ganz wesentlich liegt der Fokus auf den erworbenen Herzklappenfehlern, da die angeborenen schon erörtert wurden. Generell ist zu berücksichtigen, dass – bis auf die unmittelbare Anfangsphase – korrigierende und ersetzende Eingriffe bis heute parallel zur Anwendung kamen und kommen. Dasselbe gilt für die unterschiedlichen Typen von Herzklappenprothesen, ebenso die Anwendung auf die verschiedenen nativen Herzklappen, Taschen- bzw. Segelklappen, wodurch eine systematische Schilderung des Entwicklungsprozesses vereinfachend, als Übersicht, möglich ist. Das Spektrum der Techniken gliedert sich zum einen in *korrigierende* und zum anderen in *klappenersetzende Eingriffe*. Beim Herzklappenersatz ist eine Unterteilung in *mechanischen* und *biologischen Ersatz* zu treffen.

Korrigierende Herzklappenoperationen

In der Anfangsphase der offenen Herzklappenchirurgie, bis gegen Ende der 1950iger Jahre, waren Eingriffe bei allen Erkrankungen auf korrigierende Maßnahmen beschränkt: Die Beseitigung von Stenosen durch Erweiterung verengter, sowie die Beseitigung von Insuffizienzen durch Raffung schlussunfähiger Klappen. Beispielhaft berichten in dieser

⁴¹⁰ Van Praagh, (1977), S. 139

⁴¹¹ Kirklin und Karp, (1970), S. VII

frühen Phase 1957 Lillehei und Mitarb., 1960 Kay und Mitarb., 1962 Wooler und Mitarb. über ihre Erfahrungen.⁴¹²

Eine anschauliche Übersicht dieser Entwicklung für die Taschenklappen geben hinsichtlich der Aortenklappenfehler Dalichau und Borst 1978 und 1991.⁴¹³ Für die Segel- oder Atrioventrikularklappen seien Borst und Dalichau, 1978 und Hetzer, 1991 zitiert.⁴¹⁴ Auch Kouchoukos et al., 2003, vermitteln dazu einen repräsentativen Eindruck.⁴¹⁵

Während die korrigierenden Techniken bezüglich der Aortenklappenfehler für die Beseitigung von Stenosen nahezu unverändert blieben, wurden die von Insuffizienzen bedeutsam weiterentwickelt. Dafür stehen beispielhaft David und Feindel, 1992, sowie Yacoub et al., 1998. Beide Gruppen analysierten das Aortenfundament und seine Veränderungen während des Herzzyklus und leiteten daraus Techniken zur Korrektur mit Klappenerhalt ab.⁴¹⁶

Für die Korrekturen der Atrioventrikularklappen erwarb sich Carpentier besondere Verdienste. Die von ihm entwickelten, systematisierenden Techniken bilden seit ihrer Erstbeschreibung 1969 bis heute das Gerüst für die chirurgische Therapie und erlangten die Bedeutung von „Standards“.⁴¹⁷

⁴¹² C. W. Lillehei et al., „Surgical Correction of Pure Mitral Insufficiency by Annuloplasty Under Direct Vision," *Lancet* 77 (1957), S. 446

E. B. Kay, A. C. Nogueira, und H. A. Zimmermann, „Correction of Mitral Insufficiency under Direct Vision," *Circulation* 21, 4 (1960), S. 568-577

G. H. Wooler et al., „Experiences with the Repair of the Mitral Valve in Mitral Incompetence," *Thorax* 17, 1 (1962), S. 49-57

⁴¹³ H. Dalichau und H. G. Borst, "Operative Behandlung erworbener Aortenklappenfehler," in *Herz-und herznahe Gefäße*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Senning A. (Berlin Heidelberg NewYork: Springer, 1978), S. 547

H. Dalichau und H. G. Borst, "Erworbene Vitien im Bereich der Aortenklappe," in *Herzchirurgie*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Oelert H. (Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1991), S. 370

⁴¹⁴ H. G. Borst und H. Dalichau, "Die Chirurgie der Atrioventrikularklappen," in *Herz-und herznahe Gefäße*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Senning A. (Berlin Heidelberg New York: Springer, 1978), S. 495-546

R. Hetzer, "Chirurgie der Atrioventrikularklappen," in *Herzchirurgie*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Oelert H. (Berlin-Heidelberg -New York: Springer, 1991), S. 398-432

⁴¹⁵ Kouchoukos et al., (2003), S. 483-711

⁴¹⁶ T. E. David und C. M. Feindel, „An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 103, 4 (1992), S. 617-622

M. H. Yacoub et al., „Late results of a valve-preserving operation in patients with aneurysms of the ascending aorta and root," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 115, 5 (1998), S. 1080-1090

⁴¹⁷ Carpentier 1969, zitiert in A. Carpentier et al., „A new reconstructive operation for correction of mitral and tricuspid insufficiency," *J Thorac Cardiovasc Surg* 61, 1 (1971), S. 1-13

A. Carpentier, „Cardiac valve surgery: the „French correction“,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 86, 3 (1983), S. 323-337

Herzklappenersatz

Allerdings waren die Langzeitergebnisse der Rekonstruktion von Herzklappenerkrankungen in der Frühphase nach anfänglichem Enthusiasmus teilweise unbefriedigend, sodass um 1970 eine gewisse Diskreditierung dieser Methoden konstatiert wurde.⁴¹⁸ In Konsequenz entwickelte sich der Herzklappenersatz zum für längere Zeit dominierenden Verfahren. Wie beschrieben, konnte Hufnagel 1952 erstmalig eine *mechanische Aortenklappenprothese* implantieren, dies, anatomisch nicht korrekt, in der deszendierenden Aorta, da noch keine Zugangsmöglichkeit zum Aortenostium gegeben war. Nach Etablierung der EKZ gelang Harken im März 1960 der erfolgreiche Aortenklappenersatz mit dem von ihm und Soroff entwickeltem Kugelventil.⁴¹⁹

Am 11. März 1960 führte Nina Braunwald erfolgreich einen Mitralklappenersatz mit einer Polyurethan-Kunststoffprothese durch, die in der Arbeitsgruppe des *Bethesda National Health Instituts* in Maryland/USA entwickelt worden war. Nachdem ein erster Eingriff am Tag zuvor gescheitert war, überlebte die Patientin der zweiten Operation vier Monate. Die Konstruktion dieser Prothese imitierte die Morphologie der natürlichen Mitralklappe, Langzeiterfolge blieben jedoch wegen Materialermüdung aus.⁴²⁰ Dennoch handelt es sich um eine herausragende Leistung, da durch diese Operationen die prinzipielle Durchführung des prothetischen Mitralklappenersatzes demonstriert worden war. Nachdem im September 1960 Albert Starr mit der von ihm und Edwards entworfenen Kugelklappe ebenfalls einen erfolgreichen Mitralklappenersatz verzeichnete, der auch eine gute Funktion der implantierten Herzklappen bei einer Vielzahl seiner Patienten nach einem Jahr beinhaltete, darf das Jahr 1960 als das Datum für die definitive Entwicklung des Herzklappenersatzes bezeichnet werden.⁴²¹

Von diesem Zeitpunkt an folgte eine Vielzahl von Innovationen unterschiedlicher mechanischer Herzklappen und Modifikationen. Grundsätzlich beruhen sie auf vier Prinzipien, bezogen auf die Schlussfunktion: Kugel-, Scheiben-, Kippscheiben- und Doppelflügelprothesen. Des Weiteren findet sich eine große Anzahl unterschiedlicher Materialien. Schon diese Auflistung weist darauf hin, dass es keine „ideale mechanische

⁴¹⁸ Carpentier et al., (1971), S. 1

⁴¹⁹ D. E. Harken et al., „Aortic valve replacement with a gaged ball valve," *Am J Cardiol* 9, 2 (1962), S. 292-299

⁴²⁰ N. S. Braunwald, T. Cooper, und A. G. Morrow, „Complete replacement of the mitral valve. Successful clinical application of a flexible polyurethane prosthesis," *J Thorac Cardiovasc Surg* 40 (1960), S. 1-11

N. S. Braunwald, „It will work: The first successful mitral valve replacement," *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989), S. 1-3

⁴²¹ A. Starr und M. L. Edwards, „Mitral Replacement: Clinical Experience with a Ball-Valve Prosthesis," *Ann Surg* 154, 4 (1961), S. 739

Prothese“ gibt, sondern bestenfalls eine Annäherung daran. Einen hervorragenden Überblick über den mechanischen Herzklappenersatz einschließlich einer Dokumentation der wichtigsten Modelle, vermitteln die Arbeiten von DeWall und Mitarb., 2000 sowie Gott und Mitarb., 2003.⁴²²

Hervorzuheben sind als wesentliche Komplikationen, bzw. Nachteile die grundsätzlichen Probleme der mechanischen Störungen, Materialermüdungen, Thrombenbildung mit konsekutiven Thromboembolien und Notwendigkeit dauerhafter Antikoagulation. Von diesen soll beispielhaft auf eine besondere Problematik, die bei der Björk-Shiley Herzklappe auftrat, eingegangen werden. Bei der Björk-Shiley Herzklappe handelt es sich um ein „Kippscheibenventil“.⁴²³ Björk entwickelte 1969 federführend den Mechanismus der Prothese mit einem Öffnungswinkel der Kippscheibe von 60°.⁴²⁴ Er geht zurecht darauf ein, dass sie in ihren hämodynamischen Eigenschaften einer Kugelprothese deutlich überlegen ist. Die „exzellenten“ Ergebnisse der ersten 20 operierten Patienten nach sechs Monaten bestätigen seine Hypothese.⁴²⁵ Bereits 1969 erwähnt er, dass, basierend auf experimentellen Untersuchungen, ein Öffnungswinkel von 68° anstelle von 60° den intrakardialen Blutfluss marginal verbessern könnte.⁴²⁶

Dementsprechend, nachdem die Björk-Shiley-Herzklappe auch hinsichtlich ihrer Langzeitergebnisse überzeugte, wurde der Öffnungswinkel der Kippscheibe auf 70° verändert, eine Maßnahme, die als „Optimierung“ angesehen wurde.⁴²⁷ Tatsächlich konnte nachgewiesen werden, dass die veränderte Mechanik Blutstromturbulenzen verringerte und daher bessere hämodynamische Verhältnisse generierte.⁴²⁸

Einige Jahre nach diesen vielversprechenden Ergebnissen zeigten sich jedoch wiederholt Bügelbrüche der Herzklappenprothese, die in den meisten Fällen letal endeten. Björk-Shiley-Klappen mit einem Öffnungswinkel von 70° waren signifikant häufiger betroffen. Lindblom berichtet gemeinsam mit Björk im Jahr 1986 von bisher 19 Patienten mit Bügelbrüchen, die

⁴²² DeWall, Qasim, und Carr, (2000), S. 1612-1621

Gott, Alejo, und Cameron, (2003), S. 2230-2239

⁴²³ Barbara Schmitt, „Langzeitergebnisse nach Implantation von Björk-Shiley C/C Herzklappen“ (Herzchirurgische Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2009), S. 2.

⁴²⁴ V. O. Björk, „A New Tilting Disc Valve Prosthesis," *Scandinavian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 3, 1 (1969), S. 1

⁴²⁵ Ebd., S. 6-10.

⁴²⁶ Ebd., S. 1-2.

⁴²⁷ V. O. Björk, „The optimal opening angle of the Björk-Shiley tilting disc valve prosthesis," *Scandinavian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 15, 3 (1981), S. 223

⁴²⁸ Ebd., S. 225-227.

insbesondere nach Aortenklappenersatz in nur wenigen Stunden zum Tod führten.⁴²⁹ In weiterführenden Untersuchungen zeigte sich, dass die 70°-Öffnungswinkelprothesen der sog. frühen Produktionsserie vor 1982 vor allem von Bügelbrüchen betroffen waren. Diese waren ursprünglich für die Verwendung als 60°-Prothese ausgelegt und wurden erst anschließend zur 70°-Prothese modifiziert.⁴³⁰ Bis 1986 konnten insgesamt 52 Bügelbrüche nachgewiesen werden, wobei eine elektive Explantation der 70°-Prothese nicht empfohlen wurde, da eine umfangreiche, langjährige Analyse das individuelle Risiko für einen Bügelbruch als niedriger im Vergleich zu einer Reoperation belegte.⁴³¹

Diese Darstellung soll exemplarisch die generellen Probleme und möglichen Komplikationen des mechanischen Herzklappenersatz illustrieren. Sie wird durch die Feststellungen von Gott et al. untermauert, dass bis 2003 mehr als 70 unterschiedliche Typen mechanischer Herzklappen implantiert wurden, mit einer postoperativen Letalität von 15-20% für die frühen Jahre.⁴³²

Nicht zuletzt wegen der Probleme des mechanischen Herzklappenersatzes wurde im ungefähr gleichen Zeitraum mit dem biologischen Herzklappenersatz ein weiteres Verfahren zur operativen Therapie von Herzklappenerkrankungen entwickelt.⁴³³ Die sog. „*Homo-, bzw. Heterografts*“, frische oder kryokonservierte menschliche oder tierische Herzklappen, sollten u.a. die Therapie mit Antikoagulantien erübrigen und eine günstigere Hämodynamik bewirken.⁴³⁴ In Analogie zum Beginn des mechanischen Herzklappenersatzes durch Hufnagel, wurden in den 1950iger Jahren bei Aortenklappeninsuffizienzen Homografts in der deszendierenden Aorta platziert. Zunächst erbrachten Lam u. Mitarb., 1952, Murray, 1956 und auch Beall und Mitarb. 1961, tierexperimentell bei Hunden den Beweis dafür, dass dieses Verfahren prinzipiell funktionierte, trotz der anatomisch inkorrekten Positionierung.⁴³⁵ Die Arbeitsgruppe von Kerwin in Toronto übertrug diese Erfahrungen auf

⁴²⁹ D. Lindblom, V. O. Björk, und B. K. Semb, „Mechanical failure of the Björk-Shiley valve. Incidence, clinical presentation, and management," *J Thorac Cardiovasc Surg* 92, 5 (1986), S. 905

⁴³⁰ D. Lindblom, L. Rodriguez, und V. O. Björk, „Mechanical failure of the Björk-Shiley valve. Updated follow-up and considerations on prophylactic rereplacement," *J Thorac Cardiovasc Surg* 97, 1 (1989), S. 95

⁴³¹ J. Ostermeyer et al., „The Björk-Shiley 70° Convexo-Concave Prosthesis Strut Fracture Problem," *Thorac Cardiovasc Surg* 35, 02 (1987), S. 76

⁴³² Gott, Alejo, und Cameron, (2003), S. 2230

⁴³³ B. G. Barratt-Boyes, „Homograft Aortic Valve Replacement in Aortic Incompetence and Stenosis " *Thorax* 19, 2 (1964), S. 131

J. P. Binet et al., „Heterologous aortic valve transplantation," *Lancet* 2, 7425 (1965), S. 1275

⁴³⁴ Barratt-Boyes, (1964), S. 131

H. Nägele et al., „Aortenklappenersatz mit Homografts - Eine Übersicht," *Herz* 25, 7 (2000), S. 651-658

⁴³⁵ C. R. Lam, H. H. Aram, und E. R. Munnell, „An experimental study of aortic valve homografts," *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 94, 2 (1952), S. 129-135

den Menschen und berichtete über Langzeitergebnisse bis zu sechs Jahren.⁴³⁶ Duran und Gunning führten diesen Ansatz weiter: Nachdem ein nachhaltiger Homograft-Klappenersatz in der descendierenden Aorta belegt war, entwickelten sie eine Methode der Präparation der Herzklappe, sodass diese in anatomisch korrekter, subkoronarer Position zu implantieren war. Sie konnten dies tierexperimentell belegen.⁴³⁷

Die ersten erfolgreichen klinischen Anwendungen dieser Technik gelangen Ross, der am 24. Juli 1962 erstmals eine kryokonservierte Herzklappe orthotop als Aortenklappenersatz transplantierte, sowie kurz danach, am 23.08.1962 Barratt-Boyes. Ross, dessen erster Patient drei Jahre überlebte, erwähnt, dass er die von Duran und Gunning vorgeschlagene Technik zur Durchführung seiner Erstoperation anwandte und dankt ihnen explizit für diese erkenntnisbringende Information.⁴³⁸ Der erfolgreiche Eingriff von Barratt-Boyes war der Beginn einer ersten Operationsserie mit 44 Patienten, deren Aortenklappe durch eine *Homograft*-Herzklappe ersetzt wurde.⁴³⁹

Erneut begegnet hier ein bereits beschriebenes Phänomen, dass zwei verschiedene Personen unabhängig voneinander zum beinahe selben Zeitpunkt eine kardiochirurgische Innovation einführen.

An dieser Stelle ist noch einmal auf die „Ross Operation“, den oben bereits beschriebenen autologen Aortenklappenersatz mittels der Pulmonalklappe, hinzuweisen. Sie steht nachvollziehbar im engen Zusammenhang mit den Forschungen der frühen 1960iger Jahre und sie hat sich als nachhaltiges Verfahren bis heute bewährt.⁴⁴⁰

G. Murray, „Homologous aortic-valve-segment transplants as surgical treatment for aortic and mitral insufficiency," *Angiology* 7, 5 (1956), S. 466-471

A. C. Beall, Jr. et al., „Homotransplantation of the aortic valve " *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 42, 4 (1961), S. 497-506

⁴³⁶ A. J. Kerwin, S. C. Lenkei, und D. R. Wilson, „Aortic-Valve Homograft in the Treatment of Aortic Insufficiency," *New England Journal of Medicine* 266, 17 (1962), S. 852-857

⁴³⁷ C. G. Duran und A. J. Gunning, „A method for placing a total homologous aortic valve in the subcoronary position," *The Lancet* 280 (1962), S. 488-489

⁴³⁸ D. N. Ross, „Homograft Replacement of the Aortic Valve " *The Lancet* 280, 7254 (1962), S. 487

R. A. Hopkins, J. St Louis, und P. C. Corcoran, „Ross' first homograft replacement of the aortic valve," *Ann Thorac Surg* 52, 5 (1991), S. 1190

⁴³⁹ Barratt-Boyes, (1964), S. 132-133

⁴⁴⁰ Ross, „Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft“, (1967), S. 956-958

Ross, Jackson, und Davies, (1991), S. 529-533

P. Stelzer, S. Weinrauch, und R. F. Tranbaugh, „Ten years of experience with the modified Ross procedure," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 115, 5 (1998), S. 1091-1100

David, (2018), S. 77-78

H. H. Sievers et al., „Valve performance classification in 630 subcoronary Ross patients over 22 years," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 156, 1 (2018), S. 79-86.e72

Ein weiterer wichtiger Schritt dieser Entwicklung bestand in der Ausweitung des homologen auf den heterologen Klappenersatz. Binet berichtet, dass Duran und Gunning nach den initialen Tierversuchen 1964 eine heterologe Herzklappentransplantation bei einem schwerkranken Patienten durchführten, der zwar frühpostoperativ starb, wobei die Todesursache jedoch nicht im Zusammenhang mit der implantierten Klappe stand. Die transplantierte Herzklappe sei in einem sehr guten Zustand gewesen.⁴⁴¹

Inspiziert von diesen grundlegenden Arbeiten führte Binet, in Zusammenarbeit mit Duran, Carpentier und Langlois, ab September 1965 bei fünf Patienten, darunter auch ein 14jähriger Junge, erstmals einen heterologen Aortenklappenersatz mittels Schweine- oder Kalbsherzklappen erfolgreich durch.⁴⁴² Ihnen folgten kurze Zeit später weitere Arbeitsgruppen, wie z.B. O'Brien, der 1967 von 23 operierten Patienten berichtet.⁴⁴³ Die Langzeitergebnisse dieser ersten Operationsserien waren jedoch zunächst nicht überzeugend: Carpentier weist im Jahr 1969 darauf hin, dass bei lediglich 35 Patienten von 53 operierten eine gute kardiale Funktion nachweisbar ist.⁴⁴⁴ Ursächlich hierfür war insbesondere die Immunreaktion gegen das verwendete xenogene Material.⁴⁴⁵

Es folgte eine Reihe von Untersuchungen und Experimenten mit dem Ziel, diese Problematik zu umgehen. Schließlich stellte sich die Behandlung der verwendeten Herzklappen mit Glutaraldehyd als wirksame Vorgehensweise heraus, wie Carpentier und Mitarb. es 1972 dokumentieren.⁴⁴⁶ Ionescu u. Mitarb. 1977 titulieren „...die Einführung der Gerbung der Gewebe mit Glutaraldehyd als einen bedeutenden Fortschritt“.⁴⁴⁷ Dasselbe gilt für die Fixierung auf einem Kunststoffgerüst, den sog. Stent.⁴⁴⁸ Die Arbeitsgruppe um Ionescu erweiterte 1971 die *Xenograft*-Verfahren um die Konstruktion biologischer Herzklappen aus dem Perikard von Rindern und erzielte „vergleichbar günstige Resultate“.⁴⁴⁹ Binet beschreibt rückblickend diese bedeutenden Schritte eindrücklich: „Aus selbstgemachten *Heterografts*

⁴⁴¹ Binet et al., (1965), S. 1275

⁴⁴² Ebd.

⁴⁴³ M. F. O'Brien et al., „Heterograft aortic valve replacement: initial follow-up studies,“ *Thorax* 22, 5 (1967), S. 387-396

⁴⁴⁴ A. Carpentier et al., „Biological factors affecting long-term results of valvular heterografts,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 58, 4 (1969), S. 478-479

⁴⁴⁵ Ebd., S. 480.

⁴⁴⁶ Carpentier A., "Principles of tissue valve transplantation," in *Biological Tissue in Heart Valve Replacement*, Hrsg. M I; Ross Ionescu, DN; Wooler GH. (London: Butterworth, 1972), S. 49-81

⁴⁴⁷ M. I. Ionescu et al., „Heart valve replacement with the Ionescu-Shiley pericardial xenograft,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 73, 1 (1977), S. 31

⁴⁴⁸ R. A. Manji, W. Lee, und D. K. C. Cooper, „Xenograft bioprosthetic heart valves: Past, present and future,“ *International Journal of Surgery* 23 (2015), S. 281

⁴⁴⁹ M. I. Ionescu, D. N. Ross, und G. H. Wooler, *Biological Tissue in Heart Valve Replacement* (London: Butterworth, 1972), S. 925

werden professionell hergestellte Bioprothesen“.⁴⁵⁰ Die weitere Entwicklung der biologischen Herzklappenprothesen war jedoch noch lange nicht abgeschlossen, die bereits erfolgten notwendigen Verbesserungsschritte beschreibt Carpentier zurecht als „*Continuing improvement*“.⁴⁵¹ Einen generellen, systematisierenden Überblick dazu vermittelt der Buchbeitrag „Transplantation von Herzklappen“ von Dalichau.⁴⁵²

Zwischenfazit Herzklappenchirurgie

Wie beschrieben, hatte sich die Chirurgie der Herzklappenfehler in eine Richtung bewegt, die nicht eine Überlegenheit eines der Verfahren Korrektur, mechanischer oder biologischer Klappenersatz bedeutete. Vielmehr wurde etwas erreicht, was als „Differential-Therapie“ anzusehen ist. Weder gibt es für alle Erkrankungen eine ideale Rekonstruktion, noch erreichten die verschiedenen Herzklappenprothesen die „Drei primären Ziele eines idealen Klappenersatzes“, wie sie Ionescu formuliert: Erstens eine Freiheit von Thromboembolismus ohne Antikoagulation, zweitens nahezu normale Hämodynamik und drittens langdauernder Erhalt sowie funktionelle Integrität.⁴⁵³ Für jedes Verfahren gilt eine sorgfältig gewählte Indikation für den individuellen Patienten.⁴⁵⁴

Insgesamt verdeutlicht die Thematik der Herzklappenchirurgie zentrale medizinische Entwicklungen. Zum einen kann ein stetiger Standardisierungsprozess dadurch bewirkt werden, dass die Anzahl der Operationsserien, die einer wissenschaftlichen Analyse zugänglich sind, die der Einzeleingriffe deutlich übersteigt. Im Zentrum dieser Standardisierung steht der chirurgische Lernprozess, basierend auf Erfahrungen, der Weitergabe dieser Erfahrungen und in engem Kontext mit multiprofessioneller Kooperation. Z.B. illustriert die Erarbeitung des biologischen Herzklappenersatzes erneut, wie naturwissenschaftliche Grundlagenforschung fester Bestandteil der chirurgischen Disziplin wird. Neben der praktischen Durchführung von Operationen ist der chirurgische Lernprozess

⁴⁵⁰ J. P. Binet, „Pioneering in heterografts,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989), S. 71

⁴⁵¹ A. Carpentier et al., „Continuing improvements in valvular bioprotheses,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 83, 1 (1982), S. 27-42

⁴⁵² H. Dalichau, „Transplantation von Herzklappen,“ in *Transplantationschirurgie*, Hrsg. E. Albert et al. (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981), S. 975-998

⁴⁵³ Ionescu et al., (1977), S. 31

⁴⁵⁴ E. M. Mullin et al., „Current Results of Operation for Mitral Stenosis - Clinical and Hemodynamic Assessments in 124 Consecutive Patients Treated by Closed Commissurotomy, Open Commissurotomy, or Valve Replacement,“ *Circulation* 46, 2 (1972), S. 298-308

J. H. Oury et al., „Mitral valve replacement versus reconstruction: An analysis of indications and results of mitral valve procedures in a consecutive series of 80 patients,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 73, 6 (1977), S. 825-835

ganz wesentlich von biologischen, immunologischen und biochemischen Wissenserwerb geprägt, wie Carpentier im Jahr 1971 treffend ausführt.⁴⁵⁵ Ergänzend zu medizinischen Fachrichtungen ist hinsichtlich des mechanischen Herzklappenersatzes die Integration von Ingenieurwissenschaften unerlässlich. Ähnlich, wie bei der Chirurgie der angeborenen Herzerkrankungen, gilt mithin auch für die der Herzklappenfehler, dass Erfolge nur in Kooperation mit anderen Disziplinen und Professionen möglich waren. Hierzu ist die Pathologie zu zählen, allerdings etwas weniger ausgeprägt.⁴⁵⁶ Wichtige Beiträge zur Diagnostik, Indikation und Therapie lieferten Kardiologie, Radiologie und Anästhesie. Ein herausragender Stellenwert kam der Physiologie zu, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Myokardprotektion. Zur multiprofessionellen Zusammenarbeit stellte sich zunehmend die Bedeutung der Medizintechnik heraus. Das betrifft die diversen Materialien, die Erprobung der Herzklappen und die Entwicklung spezieller Nahtmaterialien. Darauf wird noch Bezug genommen.

Insgesamt wird in der Entwicklung der Herzklappenchirurgie zum einen der Aspekt zunehmender Spezialisierung und Subspezialisierung deutlich: Gekennzeichnet von intensiver wissenschaftlicher Auseinandersetzung und Ausbildung von Expertenwissen kann die Herzklappenchirurgie als Subspezialisierung der Herzchirurgie angesehen werden. Zum anderen ist die Entwicklung eines internationalen kardiochirurgischen Netzwerks zu beobachten, das sowohl durch den Austausch dieses Wissens entsteht als auch durch den Wissensaustausch profitiert und wächst.

Die Chirurgie der koronaren Herzkrankheit

Auch bei der Entwicklung der operativen Therapien der koronaren Herzerkrankung lässt sich die Tendenz zur Standardisierung kardiochirurgischer Eingriffe beispielhaft nachvollziehen. Vor der Einführung der Herzchirurgie mittels EKZ hatte sich die bereits erwähnte Vineberg-Operation als indirekte myokardiale Revaskularisationsmethode zur Therapie der koronaren Herzerkrankung international verbreitet.⁴⁵⁷

Trotz der primär günstigen Ergebnisse dieses Verfahrens, dokumentiert durch Minderung der Symptomatologie, sowie die angiographisch gesicherte Ausbildung von Kollateralen

⁴⁵⁵ A. Carpentier, "Principles of tissue valve transplantation," in *Biological Tissue in Heart Valve Replacement*. London: Butterworths, Hrsg. M. I. Ionescu, D. N. Ross, und G. H. Wooley (1971), S. 49

⁴⁵⁶ W. C. Roberts und A. G. Morrow, „Cardiac valves and the surgical pathologist," *Archives of Pathology* 82, 4 (1966), S. 309-313

⁴⁵⁷ Vineberg und Miller, (1951), S. 204-210

zwischen den Nebenästen der myokardial implantierten IMA , sive ITA und den Koronararterien, blieb es das Ziel, direkte Gefäßverbindungen als Überbrückung von Koronararterienstenosen herzustellen, den sog. „aortokoronaren Bypass“.

Bezüglich des „Ersteingriffs“ finden sich für die erfolgreich durchgeführte „direkte myokardialen Revaskularisation“, also „Bypass-Operation“, unterschiedliche Angaben in der Literatur: Konstantinov beschreibt sehr ausführlich, dass Robert Goetz am 2. Mai 1960 erstmalig eine koronare Bypass-Operation am Menschen durchführen konnte.⁴⁵⁸ Er verwendete hierfür die rechte ITA, die er mit Hilfe eines sog. „Tantalum Rings“ mit der rechten Koronararterie anastomosierte.⁴⁵⁹ Damit war er seiner Zeit weit voraus, wie Konstantinov kommentiert und aus einem Brief von Goetz an ihn zitiert, wie sich, trotz des ausgezeichneten Zustandes des Patienten, Kardiologen „verletzend“ äußerten und selbst von Chirurgen „schwere Kritik“ geübt wurde.⁴⁶⁰ Auch Stephenson und Baciewicz berichten anschaulich, wie Goetz trotz der vorausgegangen erfolgreichen Tierversuche für seinen Pioniereingriff stark angegriffen wurde und daher keine weitere Operation dieser Art am Menschen vornahm.⁴⁶¹ Dennoch ist nach Konstantinov die Operation von Goetz als Initialzündung der modernen Koronarchirurgie anzusehen, obwohl „die Welt unbeeindruckt“ war.⁴⁶²

Diese Feststellung wird auch dadurch unterstützt, dass Kolessov, dem im Jahr 1964 in Russland eine koronararterielle Bypass-Operation gelang, die ihm als erfolgreiche „Erstdurchführung“ zugeschrieben wird, Goetz zitiert und ihm Anerkennung für seine vorausgehende Arbeit entgegenbringt.⁴⁶³ Im Unterschied zu Goetz wendete Kolessov eine Gefäßnaht zur Anastomosierung der ITA an und berichtet im Jahr 1967 über bereits sechs operierte Patienten. Als Nahtmaterial verwendet er Seide.⁴⁶⁴ Zu diesem Aspekt der Umstände eines Pioniereingriffs jener Zeit fügt sich ein weiterer hinzu: Kolessov schildert ausführlich, dass aus Sorge vor der Auslösung von Kammerflimmern bei einigen der Patienten auf eine Koronarangiographie verzichtet worden war. Die Identifikation der

⁴⁵⁸ I. E. Konstantinov, „Robert H. Goetz: the surgeon who performed the first successful clinical coronary artery bypass operation,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 69, 6 (2000), S. 1966-1972

⁴⁵⁹ R. H. Goetz et al., „Internal mammary-coronary artery anastomosis. A nonsuture method employing tantalum rings,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 41 (1961), S. 378-386

⁴⁶⁰ Konstantinov, (2000), S. 1971

⁴⁶¹ Stephenson und Baciewicz, in *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 13

⁴⁶² Konstantinov, (2000), S. 1971

⁴⁶³ V. I. Kolessov, „Operations on the coronary arteries,“ *Exp Clin Anaesth* 10 (1964), S. 3-8
Konstantinov, (2000), S. 1972

⁴⁶⁴ V. I. Kolessov, „Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 54, 4 (1967), S. 535-536

korrekten Stelle für die Anastomosierung erfolgte intraoperativ durch Palpation.⁴⁶⁵ Auf das Bewusstsein der Untersucher jener Zeit um die Gefahren und Komplikationsmöglichkeiten, die mit einer direkten Kontrastmittelinjektion in die Koronararterien verbunden waren, weist u.a. auch Lichtlen 2002 hin.⁴⁶⁶

In Bezug auf die ersten Eingriffe der modernen Koronarchirurgie wird neben Kolessov und Goetz häufig auch George Green erwähnt, der vornehmlich in Amerika als Pionier dieses Verfahrens gilt.⁴⁶⁷ Im Jahr 1968 konnte er bei einem Patientenkollektiv von 31 Patienten das von Goetz und Kolessov eingeführte Verfahren zur Revaskularisierung mittels Anastomosierung der ITA anwenden.⁴⁶⁸

Sowohl Kolessov als auch Green führten konsekutive Operationsserien durch und analysierten ihre Ergebnisse. Während Kolessov im Jahr 1967 sechs Patienten operierte, von denen einer auf Grund eines Koronarspasmus postoperativ verstarb, beschrieb Green ein Patientenkollektiv von 31 Patienten.⁴⁶⁹ Er hebt als herausragend hervor, dass die pektanginösen Beschwerden bei allen Patienten rückläufig waren und daher die Anwendung der koronararteriellen Bypass-Operation als erfolgreich einzuschätzen sei.

Auch diese Therapie steht als weiteres Beispiel für eine Art der Entwicklung medizinischen Fortschritts: Auf einen zunächst häufig kritisierten Ersteingriff folgen Modifikationen und dann erste Operationsserien, die letztlich zur Standardisierung und breiten Übernahme des Verfahrens führen. Darauf wird weiter unten noch einmal eingegangen.

Zu den angedeuteten Modifikationen gehört, neben der Technik der Endarteriektomie mit konsekutiver Venen-Patch-Erweiterung, die Anwendung des venösen Gefäßersatzes. Bereits am 4. April 1961 führte Sabiston eine direkte Revaskularisation unter Verwendung der Vena saphena durch. Sein Patient verstarb jedoch bereits am dritten postoperativen Tag. Eine Publikation erfolgte erst 1974.⁴⁷⁰ Zwischenzeitlich, 1963, hatte Sauvage mit seiner Arbeitsgruppe in Seattle überzeugende experimentelle Grundlagen zum „aortokoronaren

⁴⁶⁵ Ebd., S. 536-537.

⁴⁶⁶ P. R. Lichtlen, "Geschichte der koronaren Herzkrankheit," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, Hrsg. Berndt Lüderitz und Gunther Arnold (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002), S. 295-296

⁴⁶⁷ Litwak, (1971), S. 39

Hessel, in *Cardiac anesthesia principles and clinical practice. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co*, S. 3-36

⁴⁶⁸ G. E. Green et al., „Anastomosis of the Internal Mammary Artery to the Distal Left Anterior Descending Coronary Artery," *Circulation* 41, 5S2 (1970), S. II-79-II-84

⁴⁶⁹ Kolessov, „Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris“, (1967), S. 542-543

Green et al., (1970), S. II-84

⁴⁷⁰ Konstantinov, (2000), S. 1971-1972

Venenbypass“ (ACVB) an 65 Hunden erarbeitet. Aus operationstechnischer Perspektive ist anzumerken, dass alle Anastomosen mit Seidennähten unterschiedlicher Stärke erstellt wurden.⁴⁷¹ Der entscheidende Durchbruch für die klinische Anwendung dieser überaus bedeutenden Methode ist Rene Favaloro zuzuschreiben, der am 9. Mai 1967 an der *Cleveland Clinic*/Ohio die erste von 15 erfolgreichen Revaskularisationen mit der Vena saphena als Bypass-Gefäß durchführte und 1968 darüber im größeren Zusammenhang mit weiteren Koronareingriffen, wie den verbreiteten Endarteriektomien, berichtete.⁴⁷² Als Nahtmaterial für die Anastomosen benutzte Favaloro die derzeit verfügbare herkömmliche Seide.

Auch an dieser Stelle soll ein „Einschub“ dem Phänomen gewidmet sein, welches, wie oben annonciert, später umfassender kommentiert werden soll. Konkret geht es um die Tatsache, dass die Idee zu einer chirurgischen Therapie, selbst nach positiven Resultaten, als falsch, ethisch verwerflich oder unangebracht adressiert wird. Für die koronare Bypasschirurgie seien hier – in Ergänzung zu den Erlebnissen von Goetz – Mason Sones und Wolfgang Bircks zitiert: So soll Sones „skeptisch zu Favaloro geäußert haben, „...was passiert, wenn diese *Grafts* zwei bis drei Monate nach der Operation wiederzugehen“.⁴⁷³ Lichtlen ergänzt dazu, dass zu jener Zeit „lange nicht alle Kardiologen diese Art der Chirurgie akzeptierten, insbesondere auch, weil Langzeitverläufe fehlten“.⁴⁷⁴ Mit ähnlichen Worten beschreibt Bircks, „dass zunächst berechtigte Bedenken gegen Revaskularisationsoperationen für das Myokard bestanden“.⁴⁷⁵

Vor diesem Hintergrund kann der verwendete Begriff des „Durchbruchs“ nicht klarer begründet werden als durch die von Effler und Mitarb. 1971 beschriebene Tatsache, dass an der *Cleveland Clinic* vom Mai 1967 bis zum April 1971 1965 koronare Bypass-Operationen mit Verwendung der Vena saphena magna durchgeführt wurden. Dabei bewirkten „die damit verbundenen Vereinfachungen der Prozeduren eine drastische Reduktion der

⁴⁷¹ L. R. Sauvage et al., „Experimental Coronary Artery Surgery: Preliminary Observations of Bypass Venous Grafts, Longitudinal Arteriotomies, and End-to-End Anastomosis,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 46, 6 (1963), S. 826-836

⁴⁷² R. G. Favaloro, „Saphenous Vein Autograft Replacement of Severe Segmental Coronary Artery Occlusion,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 5, 4 (1968), S. 334-339

⁴⁷³ Lichtlen, in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 298

⁴⁷⁴ Ebd., S. 299.

⁴⁷⁵ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung,“ in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 419

Hospitalletalität und eine signifikante Verbesserung der chirurgischen Resultate“.⁴⁷⁶ Mit anderen Worten wird deutlich, dass die Koronarchirurgie innerhalb weniger Jahre ein wachsendes Ausmaß an Standardisierung aufweisen konnte. Diese Entwicklung wurde im Jahr 1968 von Dudley Johnson durch die sog. „Mehrfach-Bypass-Operation“ mittels Gefäßtransplantationen ergänzt.⁴⁷⁷ Er nutzte eine Kombination aus direkten Gefäßanastomosen und indirekter Revaskularisierung des Myokards.

Diese fulminante Entwicklung wäre ohne interdisziplinäre Kooperation von Kardiologen und Kardiochirurgen nicht möglich gewesen. Als bedeutsames Verbindungsglied steht dafür die selektive Koronarangiografie. Sehr prägnant bemerkt Effler: „*Coronary artery surgery begins and ends with coronary arteriography*“.⁴⁷⁸

Die Koronarangiographie dient nicht nur der präoperativen Diagnostik, sondern ermöglicht ebenso die postoperative Überprüfung des Operationserfolgs. Beispielsweise erwähnt Favaloro, dass mittels postoperativer Koronarangiografie die „exzellente“ Funktion der verwendeten Gefäßtransplantate nachweisbar ist.⁴⁷⁹ Johnson bildet in seiner Arbeit aus dem Jahr 1969 mehrfach Aufnahmen von postoperativ durchgeführten Koronarangiografien zur Illustration des Operationserfolgs ab.⁴⁸⁰ Effler fasst mit einem Hinweis auf die „kollektive Ansicht des Teams der *Cleveland Clinic*“ zusammen, dass alle Formen und Indikationen der Koronarchirurgie ohne adäquate Angiographie undenkbar sind. Damit weist er die Auffassung einer geringen Bedeutung des Verfahrens zurück.⁴⁸¹

Die Etablierung der standardisierten koronaren Diagnostik verlief parallel zu der Chirurgie. Dabei erfolgte die erste selektive Koronarangiografie eher zufällig, ungewollt: Während einer planmäßigen Aortographie im Jahre 1959 an der *Cleveland Clinic* applizierte der Kinderkardiologe Mason Sones Kontrastmittel in die rechte Koronararterie, da der Herzkatheter während der Injektion in das Koronargefäß geglitten war. So wurde der gesamte Verlauf der Arterie sichtbar.⁴⁸² Dieses Schlüsselereignis war ausschlaggebend für Sones weitere differenzierte Auseinandersetzung mit der Thematik der Koronarangiografie im Sinne einer Standardisierung. Beispielsweise veränderte er die Dosis des applizierten

⁴⁷⁶ D. B. Effler et al., „The simple approach to direct coronary artery surgery. Cleveland Clinic experience,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 62, 4 (1971), S. 504

⁴⁷⁷ W. D. Johnson et al., „Extended treatment of severe coronary artery disease: a total surgical approach,“ *Ann Surg* 170, 3 (1969), S. 460-470

⁴⁷⁸ Effler et al., (1971), S. 504

⁴⁷⁹ Favaloro, (1968), S. 339

⁴⁸⁰ Johnson et al., (1969), S. 460-470

⁴⁸¹ Effler et al., (1971), S. 505

⁴⁸² zitiert nach Litwak, (1971), S. 38

Kontrastmittels oder setzte unterschiedliche Arten des Katheters ein. Letztendlich stellte er anhand dieses diagnostischen Verfahrens bis zum Jahr 1962 bei 700 Patienten die Indikation zur Durchführung eines kardiochirurgischen Eingriffs.⁴⁸³

Ein gewisser Nachteil des Sones Verfahrens bestand darin, dass als Zugang zu den Koronararterien ausschließlich die rechte A. brachialis genutzt wurde, die anschließend übernäht werden musste. Somit bedeutete die Modifikation des Radiologen Judkins, der 1967 die Punktion der A. femoralis als Zugangsweg zum Herzen einführte, einen wesentlichen Durchbruch für die Koronarographien.⁴⁸⁴ Da die Mehrzahl der Kardiologen durch die allgemeinen Herzkatheteruntersuchungen mit dem transfemorale Vorgehen einschließlich eventueller Komplikationen vertraut war, setzte sich die Technik nach Judkins sehr schnell als Standardverfahren durch.⁴⁸⁵

Für eine außerordentlich wichtige Weiterentwicklung der chirurgischen Therapie der koronaren Herzerkrankung steht die zunehmende Verwendung arterieller Gefäße, vor allem der ITA ab etwa 1970, besonders intensiviert durch Green.⁴⁸⁶ Die überragenden Langzeitergebnisse bezüglich der Funktionstüchtigkeit arterieller Grafts wurden u.a. durch die Arbeitsgruppe um Loop von der *Cleveland Clinic* demonstriert.⁴⁸⁷

In Deutschland begann 1967 als erste die Universitätsklinik Erlangen (Gall, v.d. Emde, Hacker) mit der koronaren Revaskularisation, gefolgt 1969 von Düsseldorf (Bircks) und Hamburg, (Rodewald), 1971 Hannover (Borst) und 1972 München (Klinner).⁴⁸⁸

Zwischenfazit Koronarchirurgie

Auch die beispielhafte Illustration einiger entscheidender Entwicklungsschritte der Chirurgie der koronaren Herzerkrankung verdeutlicht den kardiochirurgischen Standardisierungsprozess, gefördert durch Fortschritte von Medizin wie der Medizintechnik. Dazu zählt für diese „gefäßchirurgische Disziplin“ ganz zentral die Entwicklung geeigneten Nahtmaterials.

⁴⁸³ F. M. Sones, „Cine Coronary Arteriography: Second Becton, Dickinson and Company Oscar Schwidetzky Memorial Lecture,“ *Anesthesia & Analgesia* 46, 5 (1967) S. 499-508

⁴⁸⁴ Zitiert nach B. Lüderitz und G. Arnold, *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz- und Kreislaufforschung* (Springer-Verlag, 2011), S. 7

⁴⁸⁵ Lichtlen, in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 296

⁴⁸⁶ Green et al., (1970), S. II-79-II-84

⁴⁸⁷ F. D. Loop et al., „Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events,“ *N Engl J Med* 314, 1 (1986), S. 1-6

⁴⁸⁸ Hegemann und Dittrich, (1972), S. 388-396

Bircks, „Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung,“ in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 419

Darauf soll in einem gesonderten Abschnitt eingegangen werden. Positiv trugen Verbesserungen der EKZ, der Myokardprotektion, wie der Anästhesie und damit einhergehend gute postoperative Ergebnisse zu einer bis dahin unvorstellbar schnellen und breiten Anwendung dieses Konzeptes der Koronarchirurgie bei. Insgesamt ist auch dieser Entwicklungsprozess von wechselseitiger positiver Beeinflussung durch interdisziplinäre Zusammenarbeit geprägt, mit dem Resultat zunehmender medizinischen Spezialisierung. Für die Gesundheitssysteme war dieser enorme Fortschritt der Behandlung ischämischer Herzerkrankungen mit einem neuen Problem, einer großen Herausforderung, verknüpft: Nachdem der nachhaltige Erfolg dieser Therapie belegt worden war, mussten in kurzer Zeit große infrastrukturelle Kapazitäten zur Deckung der gestiegenen Nachfrage, die ihren Ausdruck in „Wartelisten für Herzoperationen“ gefunden hatten, erstellt werden.⁴⁸⁹

Die Chirurgie von Herzrhythmusstörungen

Die Chirurgie der Herzrhythmusstörungen kann durch drei Segmente dargestellt werden, die alle verschiedene Facetten interdisziplinärer und multiprofessioneller Zusammenarbeit aufweisen. Das gilt sowohl für die Therapie von *Bradykardien* mittels Herzschrittmachern, von *Tachykardien* durch Defibrillatoren, sowie die Behandlung *diverser Formen von Tachykardien* durch die sog. „offene Rhythmuschirurgie“.

Bradykarde Herzrhythmusstörungen – Herzschrittmacher

Wie oben beschrieben, konnten Lillehei und Mitarb. im Zusammenhang mit iatrogen verursachten totalen AV-Blockierungen bei der chirurgischen Therapie angeborener Herzfehler erstmals eine künstliche Herzschrittmachertherapie durchführen, die auf die perioperative Phase beschränkt war (s. S. 62-63). Dem Bestreben, einer auf Dauer ausgerichteten Behandlung von Bradykardien, zunächst des totalen AV-Blocks, kam die Zusammenarbeit des Chirurgen Senning mit dem Ingenieur Elmquist durch die erste Implantation eines Herzschrittmachers am 8. Oktober des Jahres 1958 nahe.⁴⁹⁰ Ihnen folgten zwei Jahre später, am 9.7.1960, Greatbatch und Chardack.⁴⁹¹ Den Ersteingriffen schlossen

⁴⁸⁹ M. J. Polonius, H. G. Borst, und H. Dittrich, „Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie,“ *Thorac cardiovasc Surg* 25, 01 (1977), S. 54

⁴⁹⁰ B. Larsson et al., „Lessons From the First Patient with an Implanted Pacemaker,“ *Pacing and Clinical Electrophysiology* 26, 1p1 (2003), S. 114

⁴⁹¹ W. M. Chardack, A. A. Gage, und W. Greatbatch, „A transistorized, self-contained, implantable pacemaker for the long-term correction of complete heart block,“ *Surgery* 48, 4 (1960), S. 643-654

sich alsbald Operationsserien an: 1964 hatten Chardack und Greatbatch bereits 60 Schrittmacher implantiert.⁴⁹²

Diese initialen Ansätze führten letztlich zur flächendeckenden Einführung implantierbarer Herzschrittmacher und Weiterentwicklung des Verfahrens. Eine besondere Herausforderung stellte die Haltbarkeit von Batterien und Elektroden der Systeme dar. Dazu kam die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung der Technologie in Hinsicht auf eine „physiologische“ Funktionsweise. Während die ersten implantierten Schrittmacher „festfrequent“, mithin „unphysiologisch“ arbeiteten, konnte der Funktionsmodus erst im späteren Verlauf der Erkrankung des Patienten angepasst werden.⁴⁹³ Zur Illustration: Da die einwandfreie Funktionsdauer von Sennings erstem implantierten Schrittmachersystem aus unterschiedlichen Gründen anfänglich nur bei wenigen Stunden lag, waren wiederholte operative Eingriffe unerlässlich.⁴⁹⁴ Sein Patient musste sich im Zeitraum von 1958 bis 2001 insgesamt 24 Revisionsoperationen wegen Batterieerschöpfungen und Elektrodenproblemen unterziehen.⁴⁹⁵

Der Entwicklungsprozess der Herzschrittmacher hinsichtlich der Optimierung der verwendeten Energiequelle wird auch anhand der Einführung radio-isotoper Modelle deutlich. Initial kann eine Vielzahl von tierexperimenteller Anwendung beobachtet werden, wie z.B. bei den Arbeitsgruppen von Morrow 1970 und die von Purdy 1975, deren Modelle auf eine Lebensdauer von 20 Jahren ausgerichtet waren.⁴⁹⁶ Parallel folgten erste klinische Anwendungen der isotopen Herzschrittmacher.⁴⁹⁷ Wegen der unvermeidbaren Langzeitprobleme mit radioaktivem Material wurde dieser Ansatz aufgegeben. Die langjährig verwendeten „Zink-Quecksilber-Batterien“ wurden von Mitte der 1970iger Jahre durch die wesentlich länger haltbaren Lithiumbatterien ersetzt.⁴⁹⁸ Der kontinuierliche

⁴⁹² W. M. Chardack, „Heart block treated with an implantable Pacemaker. Past experience an current developments.“ *Progress In Cardiovascular Diseases* 6 (1964), S. 507-537

⁴⁹³ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 12

⁴⁹⁴ Larsson et al., (2003), S. 115

⁴⁹⁵ Ebd., S. 118.

⁴⁹⁶ A. G. Morrow et al., „Experimental evaluation of a radioisotope-powered cardiac pacemaker,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 60, 6 (1970), S. 836-841

D. L. Purdy, G. J. Magovern, und N. P. Smyth, „A new radioisotope-powered cardiac pacer,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 69, 1 (1975), S. 82-91

⁴⁹⁷ K. A. Rosenkranz, "Clinical Experience with Nuclear-Powered Pacemakers (Promethium-147)," in *Engineering in Medicine: Volume 1: Advances in Pacemaker Technology*, Hrsg. Max Schaldach und Seymour Furman (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1975), S. 503-529

J. C. Reidemeister et al., „Erste Erfahrungen mit Isotopen-Schrittmachern,“ *Thorac cardiovasc Surg* 20, 06 (1972), S. 435-440

⁴⁹⁸ T. Stegmann, "Herzschrittmacherchirurgie," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinger, und H. Oelert (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991), S. 287

Entwicklungsprozess, der Herzschrittmacher-Therapie betrifft alle Teile dieser Systeme: Neben der ständigen Miniaturisierung, die zunehmend auch die Anwendung bei Kindern zuließ, gilt dies für die Verbesserung der Materialien und dann die Erweiterung der Funktionalität durch Fortschritte der Elektronik. Die Entwicklung der bifokalen sequentiellen Stimulation mit bedarfsgerechter Frequenzadaptierung einschließlich der Verbesserung der endokardialen Elektroden führten so zu einem hohen Standard der Herzschrittmachertherapie.⁴⁹⁹

Tachykarde Herzrhythmusstörungen – Implantierbare Defibrillatoren

In Analogie zu den implantierbaren Herzschrittmachern wurde zur Therapie ventrikulärer Tachykardien, insbesondere des Kammerflimmerns, in langjähriger Forschungstätigkeit, die wiederholt von Rückschlägen begleitet war, ein „Automatischer implantierbarer Defibrillator, AID“ erarbeitet. Im Zentrum dieser Aktivitäten stand die Arbeitsgruppe um Michel Mirowski am Johns Hopkins Hospital in Baltimore, in enger Zusammenarbeit mit der Medizintechnik. Zusätzlich zu den großen technischen Problemen galt es, Ablehnungen und Widerstände führender Kardiologen jener Zeit zu überwinden, was Steinbeck 2015 in einer Übersichtsarbeit zur Geschichte des implantierbaren Kardioverter-Defibrillators, ICD, hervorhebt: „Mirowski und Mitarbeiter hatten bei der Entwicklung des ICD zum klinischen Einsatz vor 1980 gegen den erbitterten Widerstand des kardiologischen Establishments zu kämpfen hatten mit entsprechenden Schwierigkeiten, Forschungsunterstützung zu erhalten“.⁵⁰⁰ Beispielsweise äußerte sich Bernard Lown von der *Harvard School of Public Health*, der „Guru of sudden death at the time“, dezidiert abfällig zu den Arbeiten Mirowskis und dessen Team.⁵⁰¹ Letztlich, nach mehr als 12jähriger Entwicklung und intensiver Erprobung, konnte der junge „Hopkins“ Kardiochirurg Levi Watkins zusammen mit dem Elektrophysiologen Philipp Reed, Leiter der Arrhythmie Abteilung, und Morton Mower, dem Kardiologen des *Sinai Hospitals Baltimore*, im Beisein von Michel Mirowski, am 4. Februar

G. E. Antonioli, „Lithium Pacemaker: The First Clinical Experience,“ *Pacing and Clinical Electrophysiology* 13, 3 (1990), S. 363-370

⁴⁹⁹ H. H. Scheid und H. Gulbins, "Chirurgie bei tachykarden Rhythmusstörungen und Herzschrittmachertherapie," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen* (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010), S. 733-734

⁵⁰⁰ G. Steinbeck, „Klinische Entwicklung des implantierbaren Kardioverter-Defibrillators über 35 Jahre,“ *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie* 26, 2 (2015), S. 72

⁵⁰¹ J. A. Kastor, „Michel Mirowski and the automatic implantable defibrillator,“ *American Journal of Cardiology* 63, 15 (1989), S. 1122-1123

B. Lown und P. Axelrod, „Implanted Standby Defibrillators,“ *Circulation* 46, 4 (1972), S. 637-639

1980 den ersten automatischen Defibrillator beim Menschen implantieren.⁵⁰² Dabei wurde eine Defibrillationselektrode transvenös im Herzen platziert und eine zweite, aus methodischen Gründen der Defibrillation relativ großflächige, Patch-Elektrode nach Durchführung einer Thorakotomie epikardial am Apex des Herzens fixiert. Die kompakte Funktionseinheit, das Aggregat, 145 ml voluminös und 250 g schwer, wurde in eine subkutane abdominale Tasche gelagert.⁵⁰³ Bei der Entwicklung des *Devices* hatte die Gruppe um Mirowski eng mit dem medizintechnischen Unternehmen Medrad-Intec Systems, Pittsburgh, Pa. und besonders dem Ingenieur Alois Langer zusammengearbeitet.⁵⁰⁴ Bei der Patientin handelte es sich um eine 57jährige Frau, die initial einen Myokardinfarkt in Kombination mit Kammerflimmern erlitt. Nach erfolgter koronarer Bypass-Operation kam es auch ohne ischämisches Ereignis zu Kammerflimmern.⁵⁰⁵ Die Implantation des Defibrillators war zur Prophylaxe eines erneuten Ereignisses indiziert. Nach komplikationslosem Eingriff war der Gesundheitszustand auch fünf Monate später stabil.⁵⁰⁶ Dass dieser Schritt unzweifelhaft als „Pionierleistung“ zu qualifizieren ist, geht aus der anschließenden Serie von Eingriffen hervor, über deren durchgängig positive Resultate Levi Watkins 1983 berichten konnte.⁵⁰⁷

Den ersten Defibrillator in Deutschland implantierte Bircks am 17.4.1984. Dieser Eingriff der Düsseldorfer Arbeitsgruppe, zu der die Kardiologen Breithardt und Borggrefe zählten, ist u.a. in den persönlichen Aufzeichnungen Michel Mirowskis dokumentiert.⁵⁰⁸ Ihnen folgten im selben Jahre die Gruppen in Hannover, Bonn und München.⁵⁰⁹

⁵⁰² M. Mirowski et al., „Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings," *N Engl J Med* 303, 6 (1980), S. 322

L. Watkins et al., „Automatic defibrillation in man: The initial surgical experience," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 82, 4 (1981), S. 492-500

Kastor, (1989), S. 977-982

Kastor, (1989), S. 1121-1126

⁵⁰³ Steinbeck, (2015), S. 70

⁵⁰⁴ M. Mirowski et al., „A chronically implanted system for automatic defibrillation in active conscious dogs. Experimental model for treatment of sudden death from ventricular fibrillation," *Circulation* 58, 1 (1978), S. 90

Watkins et al., (1981), S. 492

⁵⁰⁵ Mirowski et al., (1980), S. 322

⁵⁰⁶ Ebd.

Mirowski et al., (1978), S. 90-94

⁵⁰⁷ L. Watkins et al., „Trials of the automatic implantable defibrillator in man: A three-year program report," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 86, 3 (1983), S. 381-387

⁵⁰⁸ A. Krian, Persönliche Mitteilung, April 2017

⁵⁰⁹ H. J. Trappe, „Dreißig Jahre Defibrillatortherapie in Deutschland (1984–2014)," *Der Kardiologe* 8, 2 (2014), S. 125

Steinbeck, (2015), S. 71

Ebenso wie bei den Herzschrittmachern erfolgte auch bei den implantierbaren Defibrillatoren eine relativ schnelle und kontinuierliche Verbesserung mit einer Vielzahl an Modifikationen. Steinbecks Arbeit aus dem Jahr 2015 erlaubt einen Überblick über die wichtigsten Schritte der Entwicklung bis hin zum heutigen Standard der Medizintechnik. Vor allem wird deutlich, wie die Funktionalität der Defibrillatoren erweitert und die Applikation neben einer Miniaturisierung um zusätzliche endokardiale bipolare Elektroden ergänzt und erleichtert wurde. Etwa ab dem Jahr 1991 war dann keine Thorakotomie mehr zur Implantation notwendig.⁵¹⁰

„Offene chirurgische Therapie“ tachykarder Herzrhythmusstörungen

Die sog. „Offene Herzrhythmuschirurgie“ stellt eine Therapieoption unterschiedlicher tachykarder Herzrhythmusstörungen durch direkte lokale Maßnahmen ohne Implantation eines medizintechnischen Gerätes dar.

Entscheidende Vorarbeiten für den letztlich chirurgischen Erfolg leistete 1967 die Gruppe um Bruchell mit ihren Ansätzen zur Therapie des Wolff-Parkinson-White (WPW) Syndroms. Sie belegten, dass akzessorische Leitungsbündel mittels Novocaininjektion vorübergehend stillgelegt werden konnten.⁵¹¹ Im Gefolge konnte 1968 die Arbeitsgruppe von Sealy erstmals das nach Kent benannte akzessorische Leitungsbündel mittels epikardialer Dissektion im Bereich des rechten Vorhofs dauerhaft chirurgisch unterbrechen.⁵¹² Voraussetzung und „unverzichtbar“ für diesen erfolgreichen operativen Eingriff war die exakte intraoperative Lokalisierung der Leitungsbahn durch das von Kardiologen durchgeführte epikardiale *Mapping*. Beispielhaft ergänzten sich die „Domäne der Kardiologie“ und die Techniken der Herzchirurgie.⁵¹³

Einen weiteren Fortschritt der „offenen“ Herzrhythmuschirurgie stellte das 1977 von Gallagher eingeführte Verfahren der Kryoablation zur Unterbrechung akzessorischer

⁵¹⁰ Steinbeck, (2015), S. 70-71

Leitz und Ziemer, in *Cardiac Surgery Operations on the Heart and Great Vessels in Adults and Children*, S. 21

⁵¹¹ H. B. Burchell et al., „Atrioventricular and ventriculoatrial excitation in Wolff-Parkinson-White syndrome (type B). Temporary ablation at surgery,“ *Circulation* 36, 5 (1967), S. 663-672

⁵¹² F. R. Cobb et al., „Successful Surgical Interruption of the Bundle of Kent in a Patient with Wolff-Parkinson-White Syndrome,“ *Circulation* 38, 6 (1968), S. 1018-1029

G. Frank und D. Lowes, "Chirurgische Behandlung tachykarder Herzrhythmusstörungen," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinger, und H. Oelert (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991), S. 464

⁵¹³ Cobb et al., (1968), S. 1028

Leitungsbahnen dar. Bredikis zeigte 1985, dass dieser rhythmischirurgische Eingriff auch ohne EKZ möglich war.⁵¹⁴

Als ein weiterer wichtiger Beitrag der operativen Herzrhythmuschirurgie erwies sich die Chirurgie ventrikulärer Tachykardien, die überwiegend Folgen von Myokardinfarkten waren. Guiraudon konnte unter Anwendung epikardialen Mappings im Jahr 1978 ein durch Sauerstoffminderversorgung geschädigtes Areal identifizieren und erfolgreich durch endokardiale Zirkumzision ausschalten.⁵¹⁵ Es folgten eine Vielzahl an Modifikationen dieser Technik durch verschiedene Arbeitsgruppen. Als besonders erfolgreiche sollen hier – für den nationalen Bereich – die Hannoveraner Gruppe um den Herzchirurgen Frank und die Düsseldorfer um Ostermeyer benannt werden, die große, internationale Anerkennung erfuhren.⁵¹⁶ Wegen der herausragenden Bedeutsamkeit hinsichtlich interdisziplinärer Kooperation soll die operative Therapie tachykarder Herzrhythmusstörungen fokussiert auf die Universität Düsseldorf in einem gesonderten Kapitel behandelt werden.⁵¹⁷

Zwischenfazit

Die Geschichte der Herzrhythmuschirurgie verdeutlicht zusätzlich zum Aspekt der kardiologisch-chirurgischen Spezialisierung weitere Facetten interdisziplinärer und multiprofessioneller Kooperation.

Insbesondere die chirurgische Therapie tachykarder Herzrhythmusstörungen, für die das intraoperative „*Mapping*“ als gezielte diagnostische Massnahme unerlässlich ist, erfordert die enge Zusammenarbeit von Kardiologen und Kardiochirurgen, wodurch Kardiologen zu aktiven Teilnehmern des Operationsablaufs werden.

⁵¹⁴ J. J. Gallagher et al., „Cryosurgical ablation of accessory atrioventricular connections: a method for correction of the pre-excitation syndrome," *Circulation* 55, 3 (1977), S. 471-479

J. Bredikis und A. Bredikis, „Cryosurgical ablation of left parietal wall accessory atrioventricular connections through the coronary sinus without the use of extracorporeal circulation," *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 2 (1985), S. 199-205

J. Bredikis et al., „Cryosurgical ablation of right parietal and septal accessory atrioventricular connections without the use of extracorporeal circulation. A new surgical technique," *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 2 (1985), S. 206-211

⁵¹⁵ G. Guiraudon et al., „Encircling endocardial ventriculotomy: a new surgical treatment for life-threatening ventricular tachycardias resistant to medical treatment following myocardial infarction," *Ann Thorac Surg* 26, 5 (1978), S. 438-444

⁵¹⁶ J. Ostermeyer et al., „The surgical treatment of ventricular tachycardias. Simple aneurysmectomy versus electrophysiologically guided procedures," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 84, 5 (1982), S. 704-715

Frank und Lowes, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 463-483

⁵¹⁷ Ostermeyer et al., (1982), S. 704-715

Der Entstehungsprozess der Therapieoptionen von Herzrhythmusstörungen durch implantierbare Herzschrittmacher und Defibrillatoren ist von Beginn an multiprofessionell geprägt. Die Integration von Ingenieurwissenschaften ist zur Entwicklung dieser medizinischen Therapien unumgänglich. Daher illustrieren die Entwicklungsschritte der Herzrhythmuschirurgie sowohl Interdisziplinarität, als auch Multiprofessionalität in der Medizin.

Die Chirurgie der terminalen Herzinsuffizienz

Ganz wesentlich basierend auf den dargestellten kardiochirurgischen Fortschritten, wurde als Therapieoption der terminalen Herzinsuffizienz das Konzept angegangen, das insuffiziente menschliche Herz durch homologe Organtransplantation zu ersetzen.

Das Vorfeld dieses Meilensteins der kardiochirurgischen Geschichte, der ersten HTx, haben eine Vielzahl von Chirurgen durch tierexperimentelle, wie auch erste klinische Ansätze geprägt. Alexis Carrel war im Jahr 1905 der erste, der das Herz eines kleinen Hundes in den Nacken eines größeren Hundes, somit heterotop, transplantierte.⁵¹⁸ Ihm folgten weitere Chirurgen, die sowohl heterotope, wie auch orthotope Transplantationen am Tier durchführten. Eine überragende Rolle kommt dabei der Arbeitsgruppe um Norman Shumway am *Stanford Medical Center* in Kalifornien zu.⁵¹⁹ Stofls Arbeit aus dem Jahr 2017 gibt einen fundierten orientierenden Überblick über die wichtigsten Ereignisse und Entwicklungen in diesem Zusammenhang.⁵²⁰

Die erste klinische Durchführung einer HTx aus einer Akutsituation als Xenotransplantation, da kein geeigneter menschlicher Spender gefunden werden konnte, unternahm Hardy am 23. Januar 1964. Er transplantierte das Herz eines Schimpansen einem multimorbiden Patienten im kardiogenen Schock. Der Patient verstarb eine Stunde postoperativ.⁵²¹

⁵¹⁸ R. M. Sade, „Transplantation at 100 years: Alexis Carrel, pioneer surgeon," *Ann Thorac Surg* 80, 6 (2005), S. 2416

⁵¹⁹ R. R. Lower, R. C. Stofer, und N. E. Shumway, „Homovital transplantation of the heart," *J Thorac Cardiovasc Surg* 41 (1961), S. 196-204

⁵²⁰ N. A. G. Stolf, „History of Heart Transplantation: a Hard and Glorious Journey," *Braz J Cardiovasc Surg* 32, 5 (2017), S. 423-425

⁵²¹ J. D. Hardy et al., „Heart Transplantation in Man. Developmental Studies and Report of a Case," *JAMA* 188 (1964), S. 1132-1140

A. Haverich, "Herz- und Herz-Lungen-Transplantation," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinger, und H. Oelert (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991), S. 543

Stolf, (2017), S. 425

Die zweite klinische Herztransplantation, die erste Homotransplantation, durchgeführt von Christian Barnard am 3. Dezember 1967 in Kapstadt, sorgte weltweit für großes Aufsehen.⁵²² Barnards erster Patient war ein 54jähriger Mann, der unter einer Herzinsuffizienz als Folge eines Herzinfarktes litt. Er empfing das Herz eines Mädchens, das nach einem Verkehrsunfall für hirntot erklärt wurde.⁵²³ Barnards erster Patient starb 18 Tage nach der Operation an den Folgen einer Pneumonie.⁵²⁴ Am 2. Januar 1968 führte Barnard eine zweite Herztransplantation durch. Dieser Patient überlebte mehrere Monate.⁵²⁵ Ausgehend von Barnards ersten Eingriffen als Initialzündung begannen weltweit viele Kliniken HTx durchzuführen. Im Jahr 1968 wurden bereits 102 Herzen transplantiert.⁵²⁶ Leider zeigten diese ersten Operationen keine dauerhaften Erfolge, sodass die Patienten zunächst nicht langfristig überlebten. Ursächlich dafür war weniger die chirurgische Technik, sondern vielmehr die Problematik der letztlich ungenügenden Immunsuppression. Nicht zuletzt dadurch bedingt, wurde weltweit die Anzahl von HTx rückläufig.⁵²⁷ Entscheidend verbessert wurde diese Situation mit der Einführung von Cyclosporin als transplantationsbegleitendes Immunsuppressivum in die Herzchirurgie im Jahr 1980.⁵²⁸ In Analogie hierzu verbesserten sich auch die Ergebnisse ersten kombinierten Herz-Lungen-Transplantationen nach der Einführung von Cyclosporin.⁵²⁹ Auf der Grundlage dieses epochalen medikamentösen Fortschritts konnten die Transplantations-Verfahren auf weitere Patientengruppen übernommen werden. Beispielsweise führten, wie bereits auf S. 84-85 erwähnt, Cooley 1984 und Bailey 1985 die ersten HTx bei Neugeborenen durch.⁵³⁰ Das eigentliche zentrale Problem der Organtransplantation – neben der Problematik der Immunsuppression – blieb aber der Mangel an Spenderorganen. Dem sollte durch die Entwicklung eines „künstlichen Herzens“ begegnet werden, eine Entwicklung, die auch

⁵²² C. N. Barnard, „The operation. A human cardiac transplant: an interim report of a successful operation performed at Groote Schuur Hospital, Cape Town,“ *S Afr Med J* 41, 48 (1967), S. 1271-1274

⁵²³ C. N. Barnard, „Human heart transplantation,“ *Can Med Assoc J* 100, 3 (1969), S. 91-104

⁵²⁴ J. G. Brink und J. Hassoulas, „The first human heart transplant and further advances in cardiac transplantation at Groote Schuur Hospital and the University of Cape Town,“ *Cardiovasc J Afr* 20, 1 (2009), S. 31-35

⁵²⁵ Ebd., S. 32-33.

⁵²⁶ Stolf, (2017), S. 426

⁵²⁷ Haverich, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 542

⁵²⁸ P. E. Oyer et al., „One year experience with cyclosporin A in clinical heart transplantation,“ *Heart Transplantation* 1, 4 (1982), S. 285-290

⁵²⁹ B. A. Reitz et al., „Heart-lung transplantation: successful therapy for patients with pulmonary vascular disease,“ *N Engl J Med* 306, 10 (1982), S. 557-564

⁵³⁰ Cooley et al., (1986), S. 1326-1329

Bailey et al., (1986), S. 949-951

derzeit noch nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte. So ist die erste Implantation eines künstlichen Herzens im Jahr 1982 als Therapieoption der terminalen Herzinsuffizienz besonders erwähnenswert.⁵³¹

Zusammenfassend kann daher die Herztransplantation als „wirkungsvolle Palliation ansonsten unheilbarer Krankheiten“ bezeichnet werden.⁵³² Ihr Entwicklungsprozess illustriert die Auswirkung interdisziplinärer Errungenschaften auf die stetige Verbesserung einer kardiochirurgischen Therapieoption.

Allgemeine und spezielle Weiterentwicklungen

Der dargestellte spezifisch herzmedizinische Entwicklungsprozess wurde durch eine Vielzahl allgemeiner chirurgischer, medizinischer und technischer Fortschritte sehr nachdrücklich begleitet und gefördert. Auf einige herausragende Beispiele soll im Folgenden eingegangen werden, insbesondere im Hinblick auf ihre interdisziplinären Aspekte.

Nahtmaterial

Insgesamt ist die Entwicklung des Nahtmaterials ein bedeutender Faktor, der unabdingbar zum Beginn der modernen Chirurgie gehört und die Durchführbarkeit spezifischer operativer Eingriffe gewährleistet. Nachdem zunächst unterschiedliche tierische und natürliche Materialien zur Versorgung von Wunden oder zur intraoperativen Naht verwendet wurden, wie z.B. Leinenzwirn, Tierhaare, Tiersehnen oder Schafsdarm und auch Stahldraht, wurden Seide und Catgut die ersten standardisiert eingesetzten Nahtmaterialien.⁵³³ Sie waren zunächst lediglich als Meterware vorhanden, die je nach Einsatzgebiet zurecht geschnitten und in die Nadel eingefädelt werden musste.⁵³⁴ Es folgten in den 1960iger Jahren die ersten synthetisch hergestellten und geflochtenen Fäden, z.B. Mersilene aus Dacron, die erstmals einzeln verpackt waren.⁵³⁵ Ihr Vorteil besteht darin, dass das Ausmaß einer „exsudativen Entzündung“, die jeder Naht folgt, bei synthetischen Fäden deutlich geringer ist, sodass die Gefahr des Ausreißen minimiert wird.⁵³⁶ Zu dieser Gruppe der nichtresorbierbaren

⁵³¹ W. C. DeVries et al., „Clinical Use of the Total Artificial Heart,“ *New England Journal of Medicine* 310, 5 (1984), S. 273-278

⁵³² Haverich, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 543

⁵³³ M. Flury, „Die Entwicklung chirurgischen Nahtmaterials als Voraussetzung und Folge operativer Tätigkeiten und wissenschaftlicher Forschung“ (Universität Würzburg, 2002), S. 5-13; S. 19-20.

⁵³⁴ A. Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

⁵³⁵ Ebd.

Flury, S. 16.

⁵³⁶ F. Gschnitzer, „Nahtmaterial in der Thoraxchirurgie,“ *Chirurg* 46 (1975), S. 444

Materialien zählt auch das Anfang der 1970iger Jahre eingeführte monofile, aus Polypropylen bestehende, Prolene, das insbesondere für koronarchirurgische Eingriffe verwendet wird.⁵³⁷ Dieser besonders glattwandige Faden – wegen seiner monofilen Struktur – kann als einer der entscheidendsten Beiträge zur Etablierung der modernen Herzchirurgie bezeichnet werden.

Für die Durchführbarkeit und Effizienz von intrakorporalen Nähten war die Einführung von resorbierbaren, synthetisch hergestellten Fäden bedeutsam. Hierzu zählen zum einen Vicryl (Polyglykolsäure) als geflochtener Faden, sowie PDS (Polydioxanon), als erste monofile resorbierbare Naht.⁵³⁸

Die Vielzahl des breitgefächerten zur Verfügung stehenden Nahtmaterials wurde anhand umfänglicher wissenschaftlicher Studien untersucht. Wenige markante Beispiele sollen genannt werden: Im Jahr 1975 empfiehlt Gschnitzer, für die Ligatur eines persistierenden Ductus arteriosus einen geflochtenen Seidenfäden zu verwenden, für die Therapie angeborener Herzerkrankungen möglichst dünne synthetische Fäden, während Gefäßprothesen mittels monofilen oder geflochtenem Kunststoffmaterial und einer „geschliffenen Nadel“ versorgt werden sollten.⁵³⁹ Im weiteren Verlauf wiederholen sich unterschiedliche Ansichten zum Vorgehen mit den zur Verfügung stehenden Materialien: Zum einen konnte Paes Arbeitsgruppe tierexperimentell zeigen, dass resorbierbares Nahtmaterial aus Polyglykolsäure, wie PDS, nicht resorbierbarem Nahtmaterial bei der Herstellung von Gefäßanastomosen sich im Wachstum befindlicher Gefäße überlegen sei; sie empfehlen es für die Therapie angeborener Herzerkrankungen.⁵⁴⁰ Auch die vergleichenden Untersuchungen atrialer Nähte durch Vincent und Mitarb. 1983 ergaben einen günstigen Effekt hinsichtlich des Wachstums durch die resorbierbaren Fäden.⁵⁴¹ Im Gegensatz dazu konnten bei einer tierexperimentelle Arbeit aus der Düsseldorfer Klinik aus dem Jahr 1986 funktionell bessere Ergebnisse mit nichtresorbierbaren Fäden aus Polypropylen (Prolene) erreicht werden.⁵⁴² Sowohl diese Resultate wie auch die Erfahrungen von Quaegebeur

⁵³⁷ Ethicon, „Gesamtkatalog,“ (2019), S. 190

⁵³⁸ Flury, S. 23.

⁵³⁹ Gschnitzer, (1975), S. 446

⁵⁴⁰ W. E. Pae et al., „Primary vascular anastomosis in growing pigs: comparison of polypropylene and polyglycolic acid sutures,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 81, 6 (1981), S. 921-927

⁵⁴¹ H. F. Vincent et al., „Atrial wound healing with polyglycolic acid and polypropylene sutures,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 86, 1 (1983), S. 150-153

⁵⁴² C. Töns, J. Armbrrecht, und W. Bircks, „The use of synthetic absorbable suture materials (polyglycolic acid and polydioxanone) in the low pressure circulatory system of growing organisms,“ *Thorac Cardiovasc Surg* 34, 2 (1986), S. 128-131

fürhten bei der Standardisierung der arteriellen Switch-Operation dazu, bei allen Anastomosen anstelle resorbierbaren Materials, wie Polydioxane, ausschließlich Propylene zu verwenden.⁵⁴³ Mit speziellem Blick auf die Anforderungen der Herzchirurgie an das Nahtmaterial betont Gschnitzer die Bedeutung von sog. „Widerlagern“ aus Teflon oder Polyäthylen, sodass ein Ausreißen der Naht im Myokard verhindert werden kann.⁵⁴⁴ Ebenso legt er Wert auf die Bedeutsamkeit der korrekten Knotentechnik, die ein frühzeitiges Lösen des Fadens, sowie das Risiko einer Bakteriämie entscheidend reduzieren kann.⁵⁴⁵ Zusätzlich zur Beschaffenheit des Fadens ist der Weiterentwicklungsprozess der verwendeten Nadeln bedeutsam. Die ideale Konfiguration von Nadel und Faden ist gekennzeichnet als „gewebeschonende, nicht traumatisierende Nadel-Faden-Verbindung“.⁵⁴⁶ Sie zeichnet sich durch eine feste, stufenlose Verbindung, ohne Nadelöhr aus, sodass das durchstochene Gewebe nicht zusätzlichem Trauma ausgesetzt ist.⁵⁴⁷ Weitere Nadelvarianten wurden eingeführt, wie z.B. die Abreißnähte, die eine Effizienzsteigerung der Nähte bewirkten.⁵⁴⁸

Insgesamt zeigt diese kurze Übersicht einiger Schwerpunkte der Thematik, dass eine enge Zusammenarbeit von Industrie und Medizin unabdingbare Voraussetzung für Fortschritte hinsichtlich der Verbesserung des Nahtmaterials war. Diese multiprofessionelle Kooperation mündete in Professionalisierungsprozessen der Herstellung von Nahtmaterial. Beispielsweise wurde ab dem Jahr 1900 in Deutschland Nahtmaterials aus Schafsdarm, der durch die Wurstherstellung zur Verfügung stand und mit Jod sterilisiert wurde, industriell hergestellt.⁵⁴⁹ Als herausragendes Beispiel für die Professionalisierung der Nahtmaterialherstellung kann George Merson angebracht werden. Seit dem Ersten Weltkrieg vertrieb er in Großbritannien selbst hergestellte und sterilisierte chirurgische Fäden und Nadeln mit großem Erfolg, sodass aus seinem Betrieb die spätere, weltweit bekannte, Firma Ethicon hervorging.⁵⁵⁰ Zwischen dem deutschen Departement in Norderstedt bei Hamburg und führenden deutschen herzchirurgischen Kliniken entwickelte sich seit den 1960iger Jahren eine wechselseitige enge Zusammenarbeit, die eine breite Palette diversifizierten Nahtmaterials für die breitgefächerten Ansprüche der

⁵⁴³ Quaegebeur, S. 128.

⁵⁴⁴ Gschnitzer, (1975), S. 445

⁵⁴⁵ Ebd.

⁵⁴⁶ Flury, S. 63.

⁵⁴⁷ Ebd., S. 64.

⁵⁴⁸ Ebd.

⁵⁴⁹ D. Mackenzie, „The history of sutures,“ *Medical History* 17, 2 (1973), S. 167

⁵⁵⁰ Ebd., S. 168.

fachspezifischen Anwendungen hervorbrachte. Zu den Konsequenzen dieser multiprofessionellen Arbeit gehört auch die Tatsache, dass der Pionier der deutschen Sektion der Fa. Ethicon, Ulrich Karsten, eine nach ihm benannte Stiftung „Zur Förderung der Wissenschaft der Herzmedizin, insbesondere der Herzchirurgie“ gründete.⁵⁵¹

Instrumente

Wie das Nahtmaterial, sind die zur Verfügung stehenden Operationsinstrumente essentiell für den Operationserfolg. Im Hinblick auf eine zunehmende kardiochirurgische Spezialisierung ergaben sich besondere Anforderungen an die Instrumente, die sich im Rahmen der Etablierung spezifischer und zunehmend standardisierter Operationsabläufe herauskristallisierten. Auch dieses Feld hatte einen Ursprung in der Thoraxchirurgie, wie es Sachs 2001 in einer Übersicht illustriert.⁵⁵² Als Einzelbeispiel kann die Potts-Klemme dienen: Potts entwickelte sie im Jahr 1948, um die chirurgische Unterbrechung des persistierenden Ductus arteriosus zu vereinfachen und das Risiko einer Blutungskomplikation zu minimieren, indem er die speziell gebogene Klemme in Richtung der Aorta auf dem persistierenden Ductus positioniert.⁵⁵³ Zu weiteren auf die spezifischen kardiochirurgischen Anforderungen ausgerichtete Operationsinstrumenten gehört z.B. die Derra Klemme, die den provisorischen Verschluss der Vorhofinzision bei Hypothermie-Eingriffen bewirkte. Die Crafoord Klemme wurde initial zum Abklemmen der Aorta descendens bei der Operation von Aortenisthmusstenosen entwickelt.⁵⁵⁴ Im Verlauf des kardiochirurgischen Entwicklungsprozesses stellte sich jedoch heraus, dass sich diese Klemme auch für andere Eingriffe, z.B. an der ascendierenden Aorta, als vorteilhaft erwies.⁵⁵⁵ Ergänzend konnte eine Vielzahl der aus der Allgemeinchirurgie bekannten Utensilien, sowie anderen chirurgisch tätigen Disziplinen, verwendet werden. Ein relativ neues Beispiel ist der sog. Castroviejo-Nadelhalter, der ursprünglich für die Durchführung ophthalmologischer Nähte eingeführt wurde.⁵⁵⁶ Er erwies sich jedoch als besonders geeignet für Operationen

⁵⁵¹ A. Krian, „Vortrag - Die Ulrich Karsten-Stiftung " Hamburg, Archiv der DGTHG (26.04.2017)
Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

⁵⁵² Sachs, *Geschichte der operativen Chirurgie Band 2 - Historische Entwicklung des chirurgischen Instrumentariums*, (2000), S. 235-263

⁵⁵³ W. J. Potts, „A new clamp for surgical division of the patent ductus arteriosus," *Quarterly Bulletin of Northwestern University (Evanston, Ill.) Medical School* 22, 4 (1948), S. 321-324

⁵⁵⁴ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

⁵⁵⁵ Ebd.

⁵⁵⁶ G. Bernstein, „The Castroviejo needle holder," *Journal of Dermatologic Surgery and Oncology* 14, 1 (1988), S. 21

angeborener Herzerkrankungen bei Neugeborenen, wie der arteriellen Switch-Operation bei TGA oder für die filigranen Anastomosen der Koronarchirurgie.⁵⁵⁷

Der kardiochirurgische Spezialisierungsprozess wird begleitend durch einen stetigen Spezialisierungsprozess des zur Verfügung stehenden Nahtmaterials und Instrumentariums ergänzt.

Gefäßprothesen

In Analogie zur Entwicklung spezifischer kardiochirurgischer Operationsinstrumente ist ebenso die Etablierung von Gefäßprothesen von entscheidender Bedeutung.

Der erste alloprothetische Gefäßersatz geht auf Voorhees, Blakemore und Jaretzki zurück, die feststellten, dass ein Seidenfaden, der ins Herzen eines Hundes eingesetzt wurde, einige Zeit später von einer Pseudointima umgeben war. Daraufhin entwickelten sie die erste alloprothetische Gefäßprothese aus Vinyon N, die im Jahr 1952 erstmals bei einem Patienten mit rupturiertem Aortenaneurysma klinisch zum Einsatz kam.⁵⁵⁸ Voorhees, Blakemore und Jaretzkis Gefäßprothese war die Initialzündung für den Beginn der Entwicklung weiterer alloplastischer Materialien, die sich für den Gefäßersatz eigneten. Hierzu zählten u.a. Nylon, Orlon, Teflon oder Dacron, wobei die beiden letzteren im Verlauf die günstigsten Eigenschaften aufwiesen.⁵⁵⁹

Die Arbeitsgruppe um DeBakey implantierte im Jahr 1963 erstmals Dacron in die thorakale Aorta von Schweinen und konnte nachweisen, dass es nach einiger Zeit von Endothel überwachsen wurde.⁵⁶⁰ Somit eignete sich Dacron als mögliches alloplastisches Material für den Gefäßersatz.

Ausgehend von dieser Basis entstanden weitere Modifikationen und Verbesserungen der Prothesen. Haacke fasst die zentralen Eckpunkte gebündelt zusammen: Durch sog. *Crimping* und die Etablierung von nahtlosen Prothesen war es möglich längere Gefäßabschnitte zu

⁵⁵⁷ W. Konertz, I. Yükseltan, und A. Bernhard, *Anatomische und funktionelle Grundlagen für die Wahl von Nahtmitteln und Nahttechniken in der Koronarchirurgie*, ed. Arnulf Thiede und Horst Hamelmann (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1982), S. 317-330.

⁵⁵⁸ A. B. Voorhees, A. Jaretzki, und A. H. Blakemore, „The use of tubes constructed from vinyon "N" cloth in bridging arterial defects," *Ann Surg* 135, 3 (1952), S. 332-336

L. R. Sauvage, „A brief history of arterial prosthesis development," *Journal of Investigative Surgery* 6, 3 (1993), S. 221

Christian Haacke, „Die multifunktionelle Gefäßprothese - Weiterentwicklung und Optimierung - The multi-functional vascular graft - advancement and improvement" (2009), S. 3.

⁵⁵⁹ Haacke, S. 3.

⁵⁶⁰ M. M. Stump et al., „Endothelium grown from circulating blood on isolated intravascular dacron hub " *American Journal of Pathology* 43, 3 (1963), S. 361-367

ersetzen.⁵⁶¹ Ebenfalls zeigte sich, dass eine Veloursbeschichtung auf Grund der Oberflächenvergrößerung die Bildung einer Neointima erleichterte.⁵⁶² Auch die Teflonprothesen unterzogen sich einiger Veränderungen, wie z.B. einem „Reckungsprozess“ durch eine „Knoten-Fibrillen-Struktur“.⁵⁶³ Weiterhin stellte sich die Porosität als bedeutender Faktor des verwendeten Materials heraus: Harrison und Davalos konnten im Jahr 1961 im Rahmen einer tierexperimentellen Studie nachweisen, dass die Verwendung von Teflonprothesen mit einer zu stark ausgeprägten Porosität starke Blutungskomplikationen mit sich brachte, während die Thromboserate mit Abnahme der Porosität stieg. Daher erwiesen sich Gefäßprothesen, deren poröse Eigenschaften gerade unterhalb der Grenze der Blutungskomplikation lagen, für den Gefäßersatz als am besten geeignet.⁵⁶⁴

Insgesamt zeichnet sich der Entwicklungsprozess zum modernen Gefäßersatz von zunächst gewebten blutdurchlässigen zu primär blutundurchlässigen Gefäßprothesen aus, die nicht nur die chirurgische Anwendbarkeit erleichterten, sondern ebenfalls die postoperativen Ergebnisse verbesserten.⁵⁶⁵

Oxygenatoren

Wie beschrieben, steht die Geschichte der Kardiochirurgie in engem Zusammenhang mit der Einführung EKZ. Durch deren Weiterentwicklung und Standardisierung vergrößerte sich das Repertoire an Therapieoptionen deutlich bei gleichzeitiger Zunahme der Sicherheit.

Besondere Bedeutung kam dabei der Weiterentwicklung der Oxygenatoren und Schlauchsysteme zu. Im Folgenden soll eine orientierende Übersicht über einige Meilensteine dieser Thematik erfolgen. Auf weitere Aspekte wird in einem gesonderten Kapitel eingegangen.

Insgesamt ist der Entwicklungsprozess der Bestandteile der Herz-Lungen-Maschinen von der Verwendung zunächst handgefertigter Einzelteile zu letztlich industriell gefertigten Komponenten erfolgt. Beispielsweise bei den Schläuchen: von individuell zugeschnittener Meterware ist der Weg zu vorgefertigter standardisierter Einmalware geprägt.⁵⁶⁶ 1978

⁵⁶¹ Haacke, S. 3-4.

⁵⁶² Ebd., S. 4.

⁵⁶³ Ebd., S. 5.

⁵⁶⁴ J. H. Harrison und P. A. Davalos, „Influence of porosity on synthetic grafts. Fate in animals,“ *Archives of Surgery* 82 (1961), S. 13

⁵⁶⁵ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

⁵⁶⁶ Ebd.

beschreibt Sebening eindrücklich die Erleichterung der klinischen Anwendung mit der Einführung von Einmalmaterial, wodurch sich die Operationsvorbereitungszeit und Reinigung des verwendeten Materials effizienter gestaltete.⁵⁶⁷

Nach Gibbons erstem klinischen Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine wurde kontinuierlich an Verbesserungen der Oxygenatoren gearbeitet. Gibbon verwendete einen sog. Film-Oxygenator, während DeWall und Lilleheis Herz-Lungen-Maschine mit einem *Bubble-Oxygenator* ausgestattet waren, ein Typ, der weltweit lange Zeit vorwiegend zum Einsatz kam.⁵⁶⁸ Allerdings entwickelt sich durch direkten Kontakt des Blutes mit dem zur Oxygenierung notwendigen Sauerstoff ein Blutschaum, der eine „Entschäumung“ vor Rückführung des oxygenierten Blutes in den Organismus zur Vermeidung von Luftembolien erfordert.. Dazu wird das Blut an Silikonoberflächen entlanggeführt. Insgesamt resultiert bei dieser Technik, nicht vermeidbar, eine Traumatisierung des Blutes, die wiederum die Einsatzdauer begrenzt.⁵⁶⁹ Daher zielte die parallele Entwicklung einer Vielzahl von Modifikationen, die auf unterschiedlichen Prinzipien der Sauerstoffanreicherung des Blutes basierten, auf Verbesserungen zur Steigerung der Effektivität und Minderung der Traumatisierung. Hierzu zählten u.a. der Walzenoxygenator von Crafoord aus dem Jahr 1957 wie auch der Scheibenoxygenator von Cross und Kay 1957.⁵⁷⁰ Insbesondere Cross und Kays Modell fand weltweit große Anerkennung.⁵⁷¹

Die nachfolgende Entwicklung der Membranoxygenatoren kann als Beginn der modernen Ära der Herz-Lungen-Maschinen bezeichnet werden.⁵⁷² Im Gegensatz zum direktem Gas-Blut-Kontakt der *Bubble-Oxygenatoren* findet bei Membranoxygenatoren der Gasaustausch über eine semipermeable Membran statt, wodurch das Bluttrauma deutlich geringer ist.⁵⁷³ Weitere Vorteile sind das geringere Risiko für Luftembolien, der gute Blutkontakt mit der Membran und das Entfallen der traumatisierenden Entschäumung des Blutes.⁵⁷⁴ So erwähnt

F. Sebening et al., "Technische Voraussetzung der Herzchirurgie," in *Herz und herznahe Gefäße*, Hrsg. H. G. Borst et al. (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1978), S. 112

⁵⁶⁷ Sebening et al., in *Herz und herznahe Gefäße*, S. 112

⁵⁶⁸ Gibbon, „The development of the heart-lung apparatus“, (1978), S. 609-612

DeWall et al., (1956), S. 1025-1034

H. Iwahashi, K. Yuri, und Y. Nosé, „Development of the oxygenator: past, present, and future," *Journal of Artificial Organs* 7, 3 (2004), S. 115

Sebening et al., in *Herz und herznahe Gefäße*, S. 112

⁵⁶⁹ Sebening et al., in *Herz und herznahe Gefäße*, S. 112

⁵⁷⁰ Ebd.

E. B. Kay et al., „Certain Clinical Aspects of the Use of a Pump Oxygenator," *JAMA* 162, 7 (1956), S. 639-641

⁵⁷¹ Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 115

⁵⁷² Ebd.

⁵⁷³ Ebd., S. 112.

⁵⁷⁴ Ebd., S. 116.

auch Sebening die vielversprechenden Vorteile dieser Methode der Oxygenierung, auf deren Realisierung lange hingearbeitet wurde, deren Anwendung zu diesem Zeitpunkt noch zu „umständlich“ war, um routinemäßig, flächendeckend genutzt zu werden.⁵⁷⁵ Ein grundlegendes Problem bestand vor allem darin, dass die verfügbaren Membranen längere Zeit entweder nicht stabil genug für den klinischen Einsatz waren, oder keinen effektiven Gasaustausch zuließen.

Bereits 1956 entwickelte Clowes den ersten Plattentyp-Membran-Oxygenator, dessen Funktionsweise auf dem Prinzip eines Dialysators basierte.⁵⁷⁶ Ungefähr zur gleichen Zeit führte Kolff seinen Spiral-Oxygenator ein. Er verwendete Polyethylen-Membranen.⁵⁷⁷ Kolobow übernahm Kolffs Idee und ergänzte den Oxygenator durch Silikongummi. Nach weiteren Modifikationen konnte Kolobows Membranoxygenator nicht nur erfolgreich im Rahmen von Herzoperationen angewendet werden. Er erwies sich als geeignet zur Langzeit-oxygenierung, sodass er die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) bei akuter respiratorischer Insuffizienz ermöglichte.⁵⁷⁸

Eine besondere Technologie lag dem Typ von Membranoxygenatoren zugrunde, über dessen experimentelle und klinische Anwendung die Arbeitsgruppe um Bramson 1965 berichtete. Dieser aus mehreren Kunststoffschichten bestehende Einmal-Oxygenator war bei 13 Patienten eingesetzt worden, von denen zwei wegen unkorrigierbarer kongenitaler Fehlbildungen verstarben; alle anderen hatten einen ungestörten postoperativen Verlauf.⁵⁷⁹ Wegen seiner außerordentlichen Effektivität eignete sich auch dieses *Device* für die ECMO. So konnten Schulte und Mitarb. aus der Düsseldorfer Klinik 1972 über die weltweit vierte klinische Langzeitperfusion mit der Bramson-Membran-Lunge berichten.⁵⁸⁰

⁵⁷⁵ Sebening et al., in *Herz und herznahe Gefäße*, S. 112-113

⁵⁷⁶ G. H. Clowes, A. L. Hopkins, und W. E. Neville, „An artificial lung dependent upon diffusion of oxygen and carbon dioxide through plastic membranes," *The Journal of thoracic surgery* 32, 5 (1956), S. 630-637
Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 116

⁵⁷⁷ W. J. Kolff und D. B. Effler, „Disposable Membrane Oxygenator (Heart-Lung-Machine) and its use in experimental and clinical Surgery while the heart is arrested with potassium citrate according to Melross Technic " *ASAIO Journal* 2, 1 (1956), S. 13-17
Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 116

⁵⁷⁸ T. Kolobow und R. L. Bowman, „Construction and evaluation of an alveolar membrane artificial heart-lung," *ASAIO Journal* 9, 1 (1963), S. 238-243

T. Kolobow et al., „Extended term (to 16 days) partial extracorporeal blood gas exchange with the spiral membrane lung in unanesthetized lambs," *ASAIO Journal* 17, 1 (1971), S. 238-243
Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 116

⁵⁷⁹ M. L. Bramson et al., „A New Disposable Membrane Oxygenator with Integral Heat Exchange " *J Thorac Cardiovasc Surg* 50 (1965), S. 391-400

⁵⁸⁰ H. D. Schulte, W. Bircks, und R. Dudziak, „Erste Erfahrungen mit der BRAMSON-Membran-Lunge," *Thorac cardiovasc Surg* 20, 01 (1972), S. 54-59

Ebenfalls erwähnenswert ist Kozo Sumas *Hollow-Fiber-Oxygenator* aus dem Jahr 1981, der mittels Mikroporen einer Polypropylene-Membran ebenfalls sowohl intraoperativ als auch zur Langzeitperfusion anwendbar ist.⁵⁸¹

Wie diese kurzgefasste Übersicht darstellt, wurde mit Gibbons erster erfolgreicher Anwendung der EKZ, in deren Zentrum – wie zuvor ausführlich beschrieben – lange das „Problem der künstlichen Lunge“ stand, ein breitgefächertes, intensiver Entwicklungsprozess unterschiedlicher Oxygenator-Typen eingeleitet. Die Entwicklung profitiert ganz wesentlich von multiprofessioneller Zusammenarbeit zwischen Medizintechnik, dezidiert wissenschaftlicher Analyse, Datensammlung und interdisziplinärem, internationalem Austausch.

Datensammlung/Dokumentation Register/ Qualitätssicherung/Risiko-Stratifizierung EDV

Die eben angesprochene „Datensammlung“ kann als ein übergreifendes Thema der Epoche der Etablierung bezeichnet werden. Sie unterscheidet sich in ihrem Umfang nicht nur von vorausgehenden Abschnitten der Medizingeschichte, sondern weist in Bezug auf die Herzchirurgie auch eine besondere Dynamik im Vergleich zur allgemeinen zeitgenössischen Medizin auf. Die umfangreichen experimentellen Untersuchungen, die verzweigte Interdisziplinarität bis hin zur Interaktion mit der Medizintechnik verlangten frühzeitig eine umfangreiche und exakte Dokumentation. Die resultierende Ansammlung vielfältiger Daten ließ sich nur durch systematische Methodik strukturieren, um aussagekräftige Ergebnisse zu gewinnen. Es entwickelte sich ein Prozess, der eine wissenschaftliche Aufarbeitung der „Datensammlung chirurgischer Erfahrungswerte“ reproduzierbar machte und auf diese Weise einen standardisierten wissenschaftlichen Austausch ermöglichte. Umfassende grundlegende Daten, Ergebnisse und Erfahrungen werden standardisiert gesammelt, analysiert und interpretiert und können daher von Arbeitsgruppen unterschiedlicher Fachrichtungen weiterverwendet werden. Für die klinische Praxis bedeutet eine solche multizentrische Aufarbeitung z.B. eine Grundlage für medizinische Qualitätssicherung.⁵⁸² Diesen komplexen Prozess beschreibt 1986, Blackstone, einer der maßgebenden Pioniere des „Medizinischen Datenmanagements“, in seinem Buchkapitel „*Surgical Concepts*,

⁵⁸¹ K. Suma et al., „Clinical performance of microporous polypropylene hollow-fiber oxygenator,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 32, 6 (1981), S. 558-562

Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 118

⁵⁸² P. Kalmár, „Quality assurance in cardiac surgery--history, preliminaries, practical experience,“ *Thorac cardiovasc Surg* 38, 2 (1990), S. 108

Research Methodes and Data Analysis and Use“ ausführlich und beispielhaft umfassend. Damit verdeutlicht er den anfänglich nicht allgemein verstandenen Nutzen einer gewissenhaften Datensammlung und deren Konsequenzen für die chirurgische Arbeit.⁵⁸³ Er illustriert u.a., wie durch differenzierte Analyse chirurgischer Ergebnisse Aussagen über Resultate und Komplikationsraten bestimmter Operationen möglich sind, so dass im Vorfeld des Eingriffs eine wissenschaftlich begründete individuelle Nutzen-Risiko-Analyse durchgeführt werden kann. Das Prinzip der Risikoadjustierung entsteht: Auf Grund bestimmter präoperativer Voraussetzungen, wie z.B. des Alters oder Begleiterkrankungen, können Aussagen über den Operationserfolg, sowie die zu erwartende postoperative Funktion im Fall eines optimalen Verlaufs gemacht werden.⁵⁸⁴ Eine „Kaskade“ von Begriffen und Methoden soll ergänzend den Umfang der geschilderten Thematik illustrieren: Es addieren sich vollständig gesammelte und gut dokumentierte Daten aus Studien und Registern zu einem Komplex, der mit Hilfe der Informatik eine risikoadjustierte Qualitätssicherung und in Konsequenz medizinischen Fortschritt realisieren kann. Die Grundlagen für diese Entwicklung wurden im oben beschriebenen Zeitraum zwischen 1945 und 1992 gelegt, wie es die Darlegungen Blackstones aus 1986 deutlich zeigen. Weil die kardiochirurgischen Eingriffe nicht länger auf Einzelmaßnahmen beschränkt blieben, sondern sich stetig zu Bestandteilen wissenschaftlich begleiteter Operationsserien entwickelten, wurden fundierte Analysen und Konsequenzen möglich. Neben den geschilderten medizinischen Fragestellungen ergaben sich aus den umfangreichen Datensammlungen auch allgemeine gesundheitspolitische Informationen und Konsequenzen, wie z.B. das Thema der Ermittlung von Kapazitäten für die erforderlichen herzchirurgischen Eingriffe. Bereits 1971 hatte die DGTHG eine erste Bedarfsanalyse für die Bundesrepublik Deutschland vorgelegt.⁵⁸⁵ In der Folgezeit, 1976 bis 1977, erarbeitete die Kommission für Kapazitätsermittlung der DGTHG jeweils aktualisierte, umfangreiche „Lösungsvorschläge“ zu dieser Thematik.⁵⁸⁶ Zu den bedeutenden

⁵⁸³ J. W. Kirklin und B. G. Barratt-Boyes, "Surgical concepts, research methods, and data analysis and use," in *Cardiac Surgery - Morphology, Diagnostic Criteria, Natural History, Techniques, Results, and Indications* (New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1986), S. 177-204

⁵⁸⁴ Ebd., S. 177.

⁵⁸⁵ M. J. Polonius, H. G. Borst, und H. Dittrich, „Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie," *Thorac Cardiovasc Surg* 25, 1 (1977), S. 52

⁵⁸⁶ H. Dittrich, H. G. Borst, und M. J. Polonius, „Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie," *Thorac Cardiovasc Surg* 24, 04 (1976), S. 254-260

H. G. Borst, H. Dittrich, und M. J. Polonius, „Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie," *Thorac Cardiovasc Surg* 24, 04 (1976), S. 261-271
Polonius, Borst, und Dittrich, (1977), S. 52-60

„Datensammlungen“ im nationalen Bereich gehört der jährliche Bericht der DGTHG zur Herzchirurgie, dessen Erstellung 1978 vom Vorstand der Fachgesellschaft beschlossen worden war. Er erschien 1980 zum ersten Male mit dem Titel: „*Cardiac Surgery in the Federal Republic of Germany during 1978 and 1979*“.⁵⁸⁷ Darin sind erstmalig die vollständigen Leistungen aller deutschen Herzzentren (21) erfasst und analysiert. Dieser Bericht erwies sich insofern als nachhaltig, weil er seitdem ununterbrochen jährlich erschien, dies immer mit den vollständigen Daten aller deutschen Herzzentren und kontinuierlich in der Fachzeitschrift der DGTHG „*Thoracic and Cardiovascular Surgeon*“ publiziert. Das führte nicht nur zu internationaler Anerkennung, sondern erwies sich auch als eine erste Form nationaler externer Qualitätssicherung.⁵⁸⁸ Darüber hinaus wurden diese Daten einer weiteren bedeutenden „Datensammlung“ zugeführt: 1989 erschien zum ersten Mal der „Bericht zur Situation der Herzchirurgie 1988 in der Bundesrepublik Deutschland“, erarbeitet vom Krankenhausausschuss der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamten unter Leitung von Bruckenberger. Darin sind nicht nur die kompletten Leistungen aller deutschen Herzzentren (35) erfasst und analysiert, sondern er enthält weitere umfangreiche Informationen zu deutscher Herzmedizin.⁵⁸⁹ Dieser Bericht erwies sich insofern als nachhaltig, weil er seitdem ununterbrochen jährlich erschien. Seit 2012 als „Deutscher Herzbericht“. Die jährlichen Berichte seit 1989 sind im Archiv der DGTHG in Berlin archiviert.⁵⁹⁰ Eine analoge Entwicklung war zeitgleich in den USA zu beobachten: Wie Richard Clark 1989 erläutert, hatte die „*Society of Thoracic Surgeons, STS*“ seit 1986 Anstrengungen eingeleitet, eine „*National Cardiothoracic Surgical Data Base*“ zu initiieren, die 1990 zur Gründung der „*STS Cardiac Surgery National Database*“ führten.⁵⁹¹ Auch hier findet sich ein weiteres Beispiel für die nahezu parallele Entwicklung eines bedeutsamen Komplexes im Rahmen der Spezialisierung zu einem neuen Fachgebiet. Anzumerken ist, dass die „*STS Database*“ sich über die Jahre zu einem weltweit angesehenen „Referenzsystem“ für Qualitätssicherung in der Thorax- und Kardiovaskularchirurgie etabliert hat.

⁵⁸⁷ G. Rodewald und M. J. Polonius, „Cardiac Surgery in the Federal Republic of Germany during 1978 and 1979,“ *Thorac Cardiovasc Surg* 28 (1980), S. 373-377

⁵⁸⁸ A. Beckmann et al., „German Heart Surgery Report 2020: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery,“ *Thorac Cardiovasc Surg* 69, 04 (2021), S. 294-307

⁵⁸⁹ E. Bruckenberger, „Zur Situation der Herzchirurgie 1988 in der Bundesrepublik Deutschland,“ *Thorac Cardiovasc Surg* 38, 04 (1990), S. 256-261

⁵⁹⁰ Siehe Archiv der DGTHG, Berlin

⁵⁹¹ R. E. Clark, „It is time for a national cardiothoracic surgical data base,“ *Ann Thorac Surg* 48, 6 (1989), S. 755-756

R. E. Clark, „The STS Cardiac Surgery National Database: an update,“ *Ann Thorac Surg* 59, 6 (1995), S. 1376-1380

Die oben exemplarisch skizzierte nationalen und internationalen „Datensammlungen“ samt ihrer Einzelaspekte, deren Grundlagen in der Zeit zwischen 1954 und 1992 gelegt wurden, können unzweifelhaft als Merkmal moderner Medizin angesehen werden. Anhand der Geschichte der Kardiochirurgie lässt sich dieser Entwicklungsprozess nachvollziehen.

Zwischenfazit

Zusammenfassend verdeutlicht diese kurzgehaltene Darstellung einiger herausragender Beispiele, dass der kardiochirurgische Fortschritt in direktem Zusammenhang mit technologischen Fortschritten, sowie mit der Weiterentwicklung von Medizinprodukten steht. Die Kooperation mit Firmen, die Nahtmaterial, Gefäßprothesen oder Operationsinstrumente herstellten, wie z.B. Ethicon, Äsculap und zahlreiche andere, war unumgänglich und bereicherte durch intensiven Austausch den Optimierungsprozess kardiochirurgischer Eingriffe. Es zeichnet sich daher ebenso eine Spezialisierung des chirurgischen Materials ab: Durch den oben beschriebenen Prozess wird das Material für die spezifischen Anforderungen der herzchirurgischen Operation optimiert, sodass die Operation nicht ausschließlich von dem zur Verfügung stehenden Material abhängig ist. Besonders deutlich imponiert die multiprofessionelle Kooperation bei der Weiterentwicklung und Optimierung des wichtigsten Bestandteils der Herz-Lungen-Maschine, dem Oxygenator, die nur durch intensive Zusammenarbeit von Herzchirurgen und Ingenieuren möglich ist.

Dasselbe gilt für die Übersicht zur Interaktion mit der zu dem großen Themenfeld „Medizinischen Informatik“ im umfassenden Sinne.

Fazit

In Zusammenschau der erstellten Übersicht ist festzuhalten, dass in der Zeit von 1945 bis 1992 nicht nur eine Vielzahl an modernen Operationsmethoden entstanden ist, sondern dass das noch junge Fachgebiet an Routine gewann. Die Epoche zeichnet sich insbesondere durch einen Übergang von kardiochirurgischen Pionierleistungen zur Durchführung von Herzoperationen in Form standardisierter Serien, eine umfassende Dokumentation der Ergebnisse durch eine strukturierte Datensammlung und die anschließende wissenschaftliche Aufarbeitung aus, einschließlich risikoadjustierter Qualitätssicherung. Insbesondere die Möglichkeiten der offenen Herzchirurgie mittels Hypothermie und Herz-

Lungen-Maschine vergrößerten das Repertoire der Herzoperationen und verdeutlichten die Notwendigkeit interdisziplinärer sowie multiprofessioneller Kooperation.

An dieser Stelle soll – wie zuvor angedeutet – auf eines der Phänomene eingegangen werden, welches im Kontext der geschilderten Entwicklung mehrfach begegnete: Es betrifft die jeweils negative zeitgenössische Reaktion auf neue Entwicklungen. Bereits die prinzipielle Durchführbarkeit von Operationen am Herzen ist, wie beschrieben, höchstwahrscheinlich in Frage gestellt worden, z.B. durch Billroth und Paget, sodass die dann erfolgreichen Eingriffe im Nachhinein gerechtfertigt werden mussten. Souttar wurden nach seiner erfolgreichen Mitralklappenoperation keine weiteren Patienten mehr zugewiesen. Gibbon erlebte massiven Widerstand bezüglich einer Fortführung von Operationen mit der Herz-Lungen-Maschine. Dasselbe erfuhr Goetz nach der gründlich vorbereiteten und erfolgreich verlaufenen aortokoronaren Bypassoperation. Ähnliches wird von Favaloro und Sones berichtet, was sich wohl auf generelle Skepsis in Bezug auf die Effektivität der Chirurgie der koronaren Herzerkrankung bezog, wie es ähnlich aus der deutschen Herzmedizin geschildert wurde. Auch der bescheidene Mirowski musste die heftige Kritik an seinem erfolgreichen Konzept des implantierbaren automatischen Defibrillators ertragen. Dennoch setzten sich die diversen Verfahren durch, was, unabdingbar für eine verantwortungsbewußte Patientenversorgung gefordert, auf die wissenschaftlich überprüfte Wirksamkeit zurückzuführen ist. Eine große Bedeutung kommt dabei der Empathie, der tiefen individuellen Überzeugung vom jeweiligen Konzept und schließlich der Durchsetzungsfähigkeit der großen ärztlichen und wissenschaftlichen Persönlichkeiten zu.

Als ein zweites Phänomen wurde bereits die Beobachtung beschrieben, dass dieselbe neuartige Entwicklung, z.B. ein operatives, diagnostisches oder technologisches Verfahren zeitgleich an verschiedenen Orten und von unterschiedlichen Persönlichkeiten zur Anwendung kam. Das kann auf einen Aspekt der Theorie des implizierten Wissenerwerbs deuten.

Die beiden Phänomene müssen nicht grundsätzlich als widersprüchlich interpretiert werden, sondern eher als inhärente Teile wissenschaftlichen Fortschritts, zu denen u.a. auch die Interdisziplinarität gehört. Bezogen auf die Herzchirurgie wird Interdisziplinarität, historisch bedingt, zuerst anhand des Entwicklungsprozesses der Therapieoptionen angeborener Herzerkrankungen deutlich. Auf Grund erfolgreicher Zusammenarbeit von Kardiochirurgen, Kinderkardiologen, Pathologen, Gynäkologen, Embryologen, Anatomen, Genetikern,

Radiologen, Anästhesisten und Intensivmedizinern war es möglich, sowohl palliative und zunehmend korrigierende Eingriffe in das Behandlungskonzept angeborener Herzerkrankungen zu integrieren.⁵⁹²

Auch weitere herzmedizinische Themen, die in der beschriebenen Epoche von der Weiterentwicklung unterschiedlicher Therapieoptionen profitierten, illustrieren erfolgreiche fachrichtungsübergreifende Kooperation: Die Implantation von Herzklappenprothesen, von Herzschrittmachern und Defibrillatoren fordern, zusätzlich zu medizinischen Disziplinen, die Einbindung von Ingenieurwissenschaften und der Medizintechnik, sodass die Zusammenarbeit zunehmend multiprofessionell wird.

Mit der Einführung der EKZ nimmt der Stellenwert technologischen Fachwissens im Rahmen des kardiochirurgischen Behandlungsablaufs zu. Ebenso erfordert die Weiterentwicklung von Medizinprodukten, wie Nahtmaterial oder Gefäßprothesen, engen multiprofessionellem Austausch mit der Medizintechnik.

Dieser herzmedizinische Lernprozess ermöglichte im Verlauf die flächendeckende, chirurgische Behandlung von häufigen kardiologischen Krankheitsbildern. Besonders eindrücklich demonstriert das Beispiel der Koronarchirurgie die gesundheitspolitischen Aspekte der neuen Therapien. Wegen der großen Häufigkeit der koronaren Herzerkrankungen und der unerwartet günstigen Langzeitresultate der Herzeingriffe entwickelte sich eine große Nachfrage nach Revaskularisationsoperationen, sodass die vorhandenen, unzulänglichen kardiochirurgischen Kapazitäten überaus lange Wartelisten nicht vermeiden ließen.

In diesem Zusammenhang sind daher die parallel verlaufenden Fortschritte konservativer Behandlungsmöglichkeiten, sowie interventioneller Herzmedizin als essentiell zu erachten. Dazu zählt allem voran die interventionelle Koronarangiographie, die, nachdem Forßmann, Klein, Cournard und Richards die Durchführbarkeit der Herzkatheteruntersuchung bewiesen hatten, erstmals von Sones selektive Darstellung der Koronargefäße ermöglichte.⁵⁹³ Der Beginn einer interventionellen Nutzung des zunächst diagnostischen Verfahrens geht auf Andreas Grüntzig zurück. Er erweiterte am 16. September 1977 in Zürich, im Beisein des Herzchirurgen Senning und mehrerer Kardiologen, eine hochgradige Stenose der linken

⁵⁹² Castañeda, in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 219
Marian, (2017), S. 897
Van Praagh, (1977), S. 139

⁵⁹³ Lichtlen, in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 295

Koronararterie mittels Ballondilatation und etablierte damit eine Alternative zur chirurgischen Therapie der KHK.⁵⁹⁴

Auch die Behandlungsmöglichkeiten angeborener Herzerkrankungen wurden durch interventionelle Verfahren vergrößert. Sie sind einerseits als eine Überbrückung zum korrigierenden chirurgischen Eingriff zu charakterisieren, andererseits aber auch – wenigstens teilweise – als Alternative zu herzchirurgischen Operationen. Mit der Ballonatrioseptostomie, der Schaffung eines ASD bei einem Kind mit TGA, legte Rashkind 1966 die Grundlage für die interventionellen Herzkatheterverfahren angeborener Herzfehler.⁵⁹⁵ Diese Technik bedeutet unverändert eine Palliation, da sie als Vorbereitung für die arterielle Switch-Korrektur der TGA dient. Im Gegensatz dazu stellte der Verschluss eines persistierenden Ductus arteriosus mittels Ivalon-Plug durch Porstmann 1967 eine interventionelle Therapie dar, ebenso wie der interventionelle Verschluss eines ASD mittels Doppelschirm ab 1974.⁵⁹⁶ Eher als Palliation für den Zeitraum dieser Arbeit sind die Ballondilatationen von valvulären Stenosen der Aorta, der Pulmonalis und auch des Aortenisthmus zu sehen.⁵⁹⁷

Bei der Betrachtung des gesetzten Zeitrahmens und der Analyse der Entwicklungen dieser Jahre imponiert mit großer Deutlichkeit, wie interdisziplinäre und multiprofessionelle Zusammenarbeit die kardiochirurgische Entwicklung nicht nur positiv beeinflussten. Vielmehr können sie darüber hinaus als elementare Grundlage des herzchirurgischen Fortschritts identifiziert werden. Sehr einprägsam beweist u.a. das zuletzt angeführte Beispiel der individualisierten „Differential-Therapie“ von „Operation sive Intervention“, die Entstehung eines multiprofessionellen Netzwerks, innerhalb dessen die Fortschritte unterschiedlicher herzmedizinischer Fachdisziplinen sich gegenseitig bereichern.

In diese internationalen Entwicklungen war Deutschland, trotz der kriegsbedingten Verzögerung, frühzeitig eingebunden. Die geschilderten Einzelschritte dazu, an mehreren

⁵⁹⁴ Ebd., S. 301.

⁵⁹⁵ P. Ewert, H. C. Kallfelz, und J. Weil, "Entwicklung der diagnostischen und interventionellen Katheterverfahren bei angeborenen Herzfehlern - Development of Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterisation for Congenital Heart Disease," in *Kinderkardiologie in Deutschland*, Hrsg. J. Weil et al. (2019), S. 203

⁵⁹⁶ Ebd., S. 204.

⁵⁹⁷ Ebd., S. 205.

P. H. Heintzen, "Geschichte der deutschen Kinderkardiologie," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, Hrsg. Berndt Lüderitz und Gunther Arnold (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002), S. 394

Stellen von 1946 an, ermöglichten die Durchführung herzchirurgische Eingriffe ab 1957 in acht, bis 1960 an elf deutschen Universitätskliniken.⁵⁹⁸ Die Chirurgische Klinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gehörte 1970 zu den Standorten, an denen sich das Fachgebiet als „Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie“ früh etablierte.

⁵⁹⁸ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung* S. 409-433

3.2 Geschichte der Herzchirurgie der Universität Düsseldorf

3.2.1 Beginn der Herzchirurgie in Düsseldorf

Gründung der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie

Nachdem bereits von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis gegen 1830 in Düsseldorf eine „Medizinische Lehranstalt für Medizin“ existierte, wurde 1907 die „Akademie für praktische Medizin“ gegründet.⁵⁹⁹ Damit konnten schon ab 1919 erste Medizinstudenten in Düsseldorf ihre klinischen Semester absolvieren und das Staatsexamen ablegen. 1923 erfolgte dann die offizielle Gründung der „Medizinische Akademie Düsseldorf“.⁶⁰⁰

Erster Direktor der „Chirurgischen Lehranstalt“ war bis 1924 Oskar Witzel. Ihm folgte Eduard Rehn, der Sohn von Ludwig Rehn, der 1896 die erste erfolgreiche Herznaht durchgeführt hat.⁶⁰¹ Ebenso wie sein Vater, beschäftigt sich auch Eduard Rehn intensiv mit der operativen Behandlung von Herzschüssen.⁶⁰² Damit kann für die Chirurgie der Beginn einer thoraxherzchirurgischen Entwicklung in Düsseldorf konstatiert werden, für die in Ergänzung ein sicher besonders wegweisendes Phänomen zu benennen ist: Beginnend mit dem ersten Direktor der Medizinischen Klinik bestand seitens der Inneren Medizin ohne Ausnahme ein intensives Interesse an der Behandlung von Herzerkrankungen. Zwanglos erscheint es gerechtfertigt, diese bemerkenswerten Fakten bereits als Hinweise auf die spätere Entstehung eines interdisziplinären Herzzentrums und einer großen kardiochirurgischen Klinik zu sehen.

Bereits 1927 wechselte Rehn von Düsseldorf nach Freiburg.⁶⁰³ Auch sein Nachfolger Hans von Haberer war nur relativ kurz in Düsseldorf tätig, von 1928-1930.⁶⁰⁴ Er widmete sich insbesondere der Gefäßchirurgie: so operierte er 1914 erfolgreich erstmals ein extrakraniales Aneurysma der Arteria carotis und setzte somit einen neuen thematischen Schwerpunkt.⁶⁰⁵

⁵⁹⁹ H. Killian, *Meister der Chirurgie und die Chirurgenschulen im deutschen Raum : Deutschland, Österreich, deutsche Schweiz* (Stuttgart: Thieme, 1951), S. 421

⁶⁰⁰ Halling und Vögele, (2007), S. 15

⁶⁰¹ Ebd., S. 373.

⁶⁰² Killian, (1951), S. 177

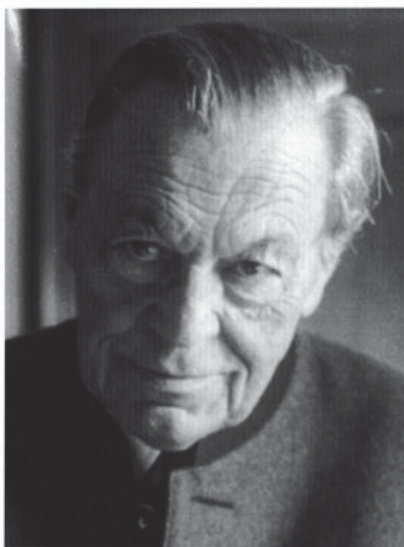
⁶⁰³ Ebd., S. 176.

⁶⁰⁴ Ebd., S. 111.

⁶⁰⁵ S. P. Mönig et al., „Hans von Haberer: A Forgotten Pioneer in Vascular Surgery," *Annals of Vascular Surgery* 11, 2 (1997), S. 187

Freys chirurgisches Wirken in Düsseldorf

In der Nachfolge von Haberer begann Emil Karl Frey am 1. Januar 1931 seine Tätigkeit als Direktor der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf.⁶⁰⁶ Die Berufung nach Düsseldorf hatte er mit großer Freude am 22. Dezember 1930 erhalten, wie seinen Erinnerungen aus 1978 zu entnehmen ist.⁶⁰⁷ Diese Anmerkung, im Kontext mit der zuvor angeführten Tatsache, dass er ein früheres Angebot als Direktor der Chirurgischen Klinik des Krankenhauses in Bremen nicht angenommen hatte, illustriert den hohen Stellenwert und das Ansehen der Düsseldorfer Klinik: Sein Lehrer und Chef, Ferdinand Sauerbruch, hatte ihm, bezogen auf Bremen, geraten, er „solle dies nicht annehmen, sondern so lange warten, bis (er) dahin komme, wo (er) hingehöre“ – Düsseldorf war aus Sauerbruchs Sicht die Klinik, die für den 1. Oberarzt der Charité´ als adäquat anzusehen war.⁶⁰⁸ Auch Rudolf Nissen, einer der Wegweiser der Thoraxchirurgie und damaliger Oberarzt-Kollege von Emil Frey beschreibt in seinen Erinnerungen sowohl den besonderen Stellenwert der damaligen Medizinischen Akademie, wie die Tatsache, dass die Stellung in Düsseldorf Freys Qualifikationen entsprach.⁶⁰⁹



E.K. Frey

Abb. 3 Prof. Dr. med. Emil Karl Frey⁶¹⁰

⁶⁰⁶ H. Lingmann, *Die Geschichte der Chirurgischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1907 bis 1965*, 1. (Düsseldorf: Tritsch, 1968), S. 35

⁶⁰⁷ Frey, (1978), S. 39

⁶⁰⁸ Ebd.

⁶⁰⁹ R. Nissen, *Helle Blätter - Dunkle Blätter Erinnerungen eines Chirurgen* (Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1969), S. 124

⁶¹⁰ Orden Pour le mérite Archiv, Prof. Dr. med. Emil Karl Frey, Mitglied des Ordens Pour le mérite von 1975-1977 Urheberrechte siehe Anhang

Während der langjährigen Zusammenarbeit mit Sauerbruch, dem seinerzeit besonders hinsichtlich der Thoraxchirurgie führenden Chirurgen, zunächst von 1918-1927 als Assistenzarzt in München und später von 1927-1930 als erster Oberarzt in Berlin, hatte sich Frey eine fundierte Expertise in der Thoraxchirurgie erworben. Darauf basierend implementierte und erweiterte er das Spektrum der Thoraxchirurgie in Düsseldorf. Als Resultat war damit in Ergänzung der bereits vorhandenen chirurgischen Qualifikationen das komplette zeitgenössische Repertoire der Thoraxchirurgie (Thorakoplastik, Palliation bei Lungentuberkulose, Lobektomie, Pneumonektomie, Oesophagogastrostomie, Transdiaphragmale Laparotomie) etabliert.⁶¹¹ So weist z.B. Killian darauf hin, dass „die Arbeiten Freys von 1930 vornehmlich Probleme der Thoraxchirurgie behandeln“.⁶¹² Im Kontext der vorliegenden Arbeit soll ein Ereignis jener Jahre besonders erwähnt werden: Während einer Hauptvorlesung führte Frey 1937 bei der Ärztin Dr. Irmgard Bircks, der Mutter von Prof. Wolfgang Bircks, im Hörsaal der Chirurgie eine Thorakoplastik in Lokalanästhesie durch.⁶¹³ Nach Naef war diese Operation, die Thorakoplastik in Lokalanästhesie, der am häufigsten durchgeführte thoraxchirurgische Eingriff zu dieser Zeit.⁶¹⁴

Vor dem Hintergrund, dass die Thoraxchirurgie national und international als Basis und „Wiege“ der Herzchirurgie gilt, ist auch die Durchführung zu damaliger Zeit üblicher Herzeingriffe, wie sie Frey u.a. in seiner 1939 veröffentlichten „Chirurgie des Herzens“ beschrieb, nachvollziehbar.⁶¹⁵ Bereits am Thema der Habilitationsschrift war das Interesse an der Funktion des Herzens erkennbar.

Als historisch gesehen bedeutsamste Operation Freys in Düsseldorf ist der erfolgreiche Verschluss eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli zu werten, da die erfolgreiche Ligatur eines Ductus Botalli allgemein als der Beginn der modernen Herzchirurgie angesehen wird.⁶¹⁶

⁶¹¹ Killian, (1951), S. 380

⁶¹² Ebd.

⁶¹³ W. Bircks, „„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung,“ siehe *Archiv der DGTHG* (06.11.1992), S. 7-8

W. Bircks an A. Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

⁶¹⁴ Naef, *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*, (1990), S. 2

⁶¹⁵ E. K. Frey, *Die Chirurgie des Herzens*, 61, *Neue Deutsche Chirurgie* (Stuttgart: Enke, 1939)

⁶¹⁶ L. Murray et al., „„A Thrill of Extreme Magnety“: Robert. E. Gross and the Beginnings of Cardiac Surgery,“ *Journal of Pediatric Surgery* 48 (2013), S. 1822-1825
Warren, (1984), S. 1203-1207

Wie schon in Kapitel 3.1.2 angedeutet, besteht - besonders im deutschen Schrifttum - eine Diskussion hinsichtlich des Datums und der Person des Ersteingriffs. Sowohl die Angaben zum Zeitpunkt der Erstoperation, 1938 versus 1939, wie auch die damit verbundenen zum Operateur, E.K. Frey oder R.E. Gross, divergieren. Es wurde bereits als folgerichtig angedeutet, an dieser Stelle die erwähnte Kontroverse hinsichtlich der besonders herausragenden Operation zu analysieren und zu werten.

Der erfolgreiche Eingriff von Gross in Boston am 26. August 1938 an einer 7 1/2 Jahre alten Patientin ist gut dokumentiert und früh, 1939, publiziert, wie auch die drei konsekutiven erfolgreichen Operationen im selben Jahr.⁶¹⁷

Problematisch und kontrovers zitiert ist der Zeitpunkt der erfolgreichen Operation eines Ductus durch Frey:

Einmal beschreibt dieser 1978 sehr eindrucksvoll (s.u.) sowohl den Eingriff, den er für 1939 datiert, wie auch die Tatsache, dass er die erfolgreiche Operation nicht sofort publiziert hat: weil der Eingriff nicht unter der präoperativen Diagnose eines persistierenden Ductus, sondern als arteriovenöse Fistel der Lunge erfolgte, wollte er weitere Eingriffe nach entsprechender präoperativer Diagnose veröffentlichen.⁶¹⁸ Dazu kam es wegen des Ausbruchs des Zweiten Weltkrieges nicht.

Im Gegensatz dazu findet sich im Schrifttum von Frey eine zweite, divergierende Angabe: 1956 beschreibt er die Operation für 1938 und weist gleichzeitig darauf hin, dass „Gross seine Operation 1939 durchgeführt hat“.⁶¹⁹

So schreibt Frey im Jahr 1978: „Die Operationen an den großen Gefäßen machten große Fortschritte. Im Jahr 1939 hatte uns Eden einen 14jährigen Jungen überwiesen, bei dem man über dem Thorax laut zischende Geräusche hörte, so daß ich an ein arteriovenöses Aneurysma dachte. Bei der Operation zeigte sich, daß es sich um einen offenen Ductus Botalli handelte. (...) Da dies keine nachteiligen Folgen zeigte, habe ich unter Assistenz von Karl Vosschulte den kurzen Gang doppelt unterbunden. (...) Der Zweite Weltkrieg brach aus, und ich wurde darauf aufmerksam gemacht, daß Groß in Amerika schon über eine Unterbindung des Ductus Botalli geschrieben habe, ihm also die Priorität dieses Eingriffs gehört.“⁶²⁰

⁶¹⁷ Gross, „Surgical Management of the patent Ductus Arteriosus: With Summary of four Surgically treated Cases“, (1939), S. 321-356

⁶¹⁸ Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 40

⁶¹⁹ Frey und Kuetgens, (1956), S. 324-333; 409

⁶²⁰ Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 28-29

Im Gegensatz hierzu steht Freys Aussage aus dem Jahr 1956: „Die ersten erfolgreichen Duktusunterbindungen wurden 1938 von E.K. Frey bei einem 14jährigen Jungen und 1939 von R. Gross bei einem 8jährigen Mädchen durchgeführt.“⁶²¹

Auf diesen unterschiedlichen Angaben Freys basieren allem Anschein nach die divergierenden Zitierungen in der Sekundärliteratur bezüglich des Datums der Erstoperation: es werden sowohl 1938 (Bircks, Kämmerer Killian etc.), wie auch 1939 (Leitz u.a.) genannt. In der Arbeit von Kämmerer et al. wird tendenziell eher für das Jahr 1938 plädiert.⁶²²

Allerdings weist diese Publikation die bei kritischer Durchsicht offensichtliche Fehlinterpretationen der Literatur auf.

Dagegen analysieren Alexi-Meskishvili und Böttcher in ihrer Übersichtsarbeit „*The First Closure of the Persistent Ductus Arteriosus*“ detailliert die internationalen historischen Geschehnisse bezüglich dieser Operation und das wissenschaftliche Schrifttum dazu: Sie beschreiben die Geschichte der kausalen Therapie des persistierenden Ductus und belegen die retrospektiv einzig mögliche Datierung: Gross 1938, Frey sehr wahrscheinlich 1939.⁶²³

Auch in dieser Arbeit wird – bei aller gebotenen Zurückhaltung – betreffend die Operation Freys für das Jahr 1939 plädiert. Das beruht auf einer Wertung der zitierten Literatur: Zum einen bezogen auf Frey selbst, 1978. Zum anderen lässt sich bei der Analyse des Zitats Freys von 1956 mit hoher Wahrscheinlichkeit eines „Zahlendrehers“ im Text der Arbeit vermuten:

Frey datiert den Eingriff von Gross auf 1939, obwohl im dazugehörigen Literaturverzeichnis die Originalpublikation von Gross mit der Angabe für 1938 korrekt zitiert wird. Seinen Eingriff datiert Frey an dieser Stelle auf 1938, während er dies 1978 detailliert für 1939 beschreibt.

Letztendlich ist eine sichere Datierung des Eingriffs Freys in Düsseldorf vor allem aufgrund der fehlenden, kriegsbedingt vernichteten Dokumente nicht mehr möglich.

Allerdings erscheint dieses historische Ereignis, abgesehen von dem eben erläuterten Sachverhalt, auch deswegen als bemerkenswert, weil darin erneut ein besonderes Phänomen der Medizingeschichte zu erkennen ist: zum beinahe selben Zeitpunkt führen zwei voneinander unabhängige Personen den gleichen Eingriff an unterschiedlichen Institutionen und Orten durch. Die Aufarbeitung dieses vordergründig als Zufall

⁶²¹ Frey und Kuetgens, (1956), S. 334

⁶²² Kaemmerer et al., (2004), S. 1154

⁶²³ Alexi-Meskishvili und Böttcher, (2010), S. 353

deklarierbaren Ereignisses soll an anderer Stelle dieser Arbeit ihren Platz finden, spiegelt jedoch einen bedeutenden Aspekt der Wissenschaftsphilosophie des impliziten Wissens wider.

In Analogie zur internationalen Entwicklung herzchirurgischer Eingriffe ist Freys Erstoperation zweifellos als herausragende Leistung anzuerkennen, auch wenn sie zunächst ein Einzeleingriff war. Nachfolgend beschäftigte sich Frey weiter intensiv mit der Hämodynamik und Morphologie des Ductus und den Implikationen für die chirurgische Therapie.⁶²⁴ 1953 berichtet er über 21 erfolgreiche Operationen.⁶²⁵

Darüber hinaus bedeutet Freys Erstoperation für Düsseldorf den Beginn der „modernen“ kardiochirurgischen Ära.

Insgesamt widmete sich Frey während seiner Zeit in Düsseldorf weiterhin der Thoraxchirurgie. Z.B. hat er in den Jahren 1938 bis 1945 18 Lungenresektionen durchgeführt.⁶²⁶ Hinsichtlich des Stellenwertes der Thoraxchirurgie im Umfeld Freys und deren weiterer Vermittlung ist in diesem Zusammenhang beispielhaft Karl Vosschulte, Freys erster Oberarzt in Düsseldorf, zu erwähnen: Zum einen assistierte er Frey während der Ductus-Ligatur.⁶²⁷ Zum anderen war er Gründer der „Zeitschrift für Thoraxchirurgie“ und der „Thoraxchirurgischen Arbeitstagungen“, aus denen letztlich die DGTHG hervorging. Auch damit ist die Bedeutung thoraxchirurgischer Eingriffe als Wegbereiter für die Etablierung von Herzoperationen dokumentiert.

Ebenso demonstriert seine biochemische Forschung Freys kardiovaskuläres Interessengebiet. 1931 veröffentlichte er in der Deutschen Zeitschrift für Chirurgie einen Artikel über das Hormon Kallikrein, in dem er auf die therapeutische Anwendbarkeit des Kallikreins in Bezug auf Angiospasmen und Gefäßverschlusskrankheiten eingeht.⁶²⁸ Die Isolation des Hormons führte Frey in Zusammenarbeit mit den Chemikern Kraut und Werle durch.⁶²⁹ Dieses Beispiel verdeutlicht erneut nicht nur einen früh gesetzten kardiovaskulären Themenschwerpunkt in Düsseldorf. Es zeigt zusätzlich die ersten Ansätze einer interdisziplinären Zusammenarbeit. Frey vertieft den Gedanken der

⁶²⁴ Frey und Kuetgens, (1956), S. 324-333

⁶²⁵ E. K. Frey, „Rückblick und Ausschau in der Entwicklung der modernen Thoraxchirurgie,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 276, 1 (1953), S. 341

⁶²⁶ E. K. Frey, „Lungenresektion,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 264, 1 (1950), S. 265-289

⁶²⁷ Kaemmerer et al., (2004), S. 1154

⁶²⁸ E. K. Frey, „Über ein neues inneres Sekret des Pankreas, das Kreislaufhormon Kallikrein, und seine therapeutische Verwendung,“ *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 233, 5 (1931), S. 481-516

⁶²⁹ Killian, (1951), S. 379

fachrichtungsübergreifenden Kooperation in seinem medizinphilosophischen Vortrag im Jahr 1958 „Von der Sinnhaftigkeit der Wissenschaft aus der Sicht eines Chirurgen“. Er sieht diese Zusammenarbeit als Begründung für den Fortschritt der Chirurgie. So beteuert er, dass der „außerordentliche Aufschwung“ der Chirurgie „vielmehr die Summe neuer Erkenntnisse, die der Chirurgie von vielen Seiten zuströmten, und die sie zu nützen verstand“ war.⁶³⁰ Damit ist auch dokumentiert, wie Frey bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt die Bedeutung einer disziplinübergreifenden Forschungsgemeinschaft erkannt, gezielt angesprochen und gefördert hat.

Den wissenschaftlichen Nachwuchs forderte er dazu auf, trotz Rückschlägen Forschung zu betreiben, denn „Forschung tut not.“⁶³¹

Fazit

Betrachtet man die Düsseldorfer Zeit Emil Karl Freys in einer Gesamtschau, wird deutlich, dass er nicht nur die erste Herzoperation als „Pioniereingriff“ durchführte, sondern verstärkt kardiovaskuläre Fragestellungen in Klinik und Forschung etablierte. Im Rahmen seiner Arbeit forderte er ganz konkret interdisziplinäre Zusammenarbeit, die er als Basis für medizinischen Fortschritt sah. Dazu gehört vornehmlich auch die von Frey als „enge und vorzügliche“ beschriebene Zusammenarbeit mit den Internisten Edens, Boden, Knipping und Bodechtel, sowie dem Pathologen Hübschmann.⁶³² Damit kann in Düsseldorf bereits vor dem Jahr 1945 eine Grundstimmung beschrieben werden, welche die interdisziplinäre Zusammenarbeit förderte und bereits als Grundlage für die Etablierung eines Herzzentrums in späteren Jahren anzusehen ist. 1943 verließ Frey Düsseldorf, einem Ruf an die Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München folgend.⁶³³

Zunächst übernahm Kurt Herzog die kommissarische Leitung der Klinik, bis Max Madlener noch im gleichen Jahr das Ordinariat für Chirurgie an der Akademie Düsseldorf einnahm.⁶³⁴ Madlener war bereits 1930 nach Düsseldorf gekommen, habilitierte sich 1934 für Chirurgie und wurde Oberarzt.⁶³⁵

⁶³⁰ E. K. Frey, „Vom Sinn der Wissenschaft aus der Sicht eines Chirurgen,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958), S. 35

⁶³¹ Ebd., S. 35-42.

⁶³² Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 26

⁶³³ Halling und Vögele, (2007), S. 373

⁶³⁴ Ebd.

⁶³⁵ Killian, (1951), S. 341

Wissenschaftlich beschäftigte er sich u.a. mit der Ammoniakbildung in der Niere und Störungen des Wasserhaushaltes bei Stauungsikterus.⁶³⁶ Während seiner Zeit in Düsseldorf fand die Ausgliederung der orthopädischen Klinik 1945 statt, die Josef Schüller leitete.⁶³⁷ Madlener wurde 1945 durch die Britischen Militärbehörde seines Amtes enthoben und wechselte nach Berlin. In seiner Nachfolge übernahm Herzog erneut die kommissarische Leitung der Klinik, bis 1946 Ernst Derra nach Düsseldorf kam.⁶³⁸

⁶³⁶ M. Loeweneck, M. J. Madlener, und E. Werle, „Experimentelle Untersuchungen über die Ammoniak-bildung in der Niere,“ *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 248, 10 (1937), S. 695-699

M. J. Madlener und W. Reinhardt, „Experimentelle Untersuchungen über Wasserhaushaltsstörungen beim Stauungsikterus,“ *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 245, 1 (1935), S. 69-74

⁶³⁷ Halling und Vögele, (2007), S. 373

⁶³⁸ Ebd.

3.2.2 Die Ära Derra – Pionierphase – Etablierung

Derras chirurgisches Wirken in Düsseldorf

Die Berufung von Ernst Derra auf den Lehrstuhl für Chirurgie und zum Direktor der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf im Sommer 1946 kann als historischer Wendepunkt beschrieben werden: Sie ist einerseits mit der Beendigung der unmittelbaren Wirren der Nachkriegszeit verbunden und bedeutet andererseits den Beginn einer 24jährigen Periode überaus erfolgreicher Arbeit.



Abb. 4 Professor Dr. med. Ernst Derra⁶³⁹

In dieser Zeit gelang es, „...eine durch kriegsbedingte Zerstörung und durch ärmliche Nachkriegsverhältnisse völlig unzureichende Klinik“ zu einem Standort größter nationaler und internationaler Anerkennung auszubauen.⁶⁴⁰

⁶³⁹ Familie Prof. Dr. med. Ernst Derra Privatbesitz, „Prof. Dr. med. Ernst Derra“, Urheberrechterklärung siehe Anhang

⁶⁴⁰ W. Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80* (Triltsch Druck und Verlag Düsseldorf, 1981), S. 198; 199; 201

H. Schadewaldt, *Universität Düsseldorf* (Berlin/West - Basel: Länderdienst - Verlag, 1966), S. 127
Halling und Vögele, (2007), S. 680

Im Rückblick wird deutlich, wie mit der Berufung Derras die besten Voraussetzungen dafür gegeben waren, die Düsseldorfer Chirurgie insgesamt nicht nur zu einer Institution von hohem internationalen Renommee zu entwickeln, sondern auch den Weg zur Etablierung einer beispielhaft hervorragenden herzchirurgischen Klinik zu bereiten.⁶⁴¹

Als ein erster, wesentlicher Ansatz für die später so erfolgreiche interdisziplinäre und multiprofessionelle Zusammenarbeit darf die internistische Tätigkeit von 1926 – 1929 an den Universitätskliniken Innsbruck, bei A. Steyrer, sowie Leipzig, bei P. Morawitz, gesehen werden.⁶⁴² Bei Morawitz hatte er sich zusammen mit Schoen u.a. mit der Pathophysiologie der Mitralstenose befasst.⁶⁴³

Auf dieser „internistischen Basis“ begann Derra 1929 die Weiterbildung zum Chirurgen bei E. von Redwitz an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Hier erwarb er sich umfassende praktische, klinische und wissenschaftliche Kompetenzen des damaligen Spektrums der Chirurgie. Dazu zählte auch die Thoraxchirurgie, die allerdings noch „dem Stand der damaligen Forschung entsprechend, einen bescheidenen Platz einnahm“. ⁶⁴⁴ An der Bonner Klinik war die „Klassische Chirurgie betontes Forschungsobjekt“. ⁶⁴⁵ Der Habilitation 1936 folgte 1937 die Ernennung zum Dozenten und 1938 zum Oberarzt der Chirurgischen Universitätsklinik Bonn. Das Thema der Habilitationsschrift spiegelt gut einen Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit wider: „Das Operationstrauma in seiner Einwirkung auf die Lungenatmung, capillaren Gasaustausch und zirkulierende Blutmenge“. ⁶⁴⁶ 1943 wurde Derra zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Nach der Tätigkeit als Chefarzt des Sankt Marienhospitals Bonn-Venusberg vom 1. November 1945 bis zum 31. August 1946 nahm er am 1. September 1946 seine Arbeit in Düsseldorf auf. ⁶⁴⁷

Ein zweiter wichtiger Aspekt für die Erfolge Derras in Düsseldorf ist durch die praktische und wissenschaftliche Kooperation während der Bonner Zeit illustriert: dort hatte sich eine

⁶⁴¹ Halling und Vögele, (2007), S. 373

⁶⁴² H. D. Schulte, „Looking into the past only makes sense if it serves the future.“ Konrad Adenauer (1876 - 1967), *Thorac cardiovasc Surg* 49, 04 (2001), S. 251

⁶⁴³ E. Derra, „Ansprachen anlässlich der am 5. März abgehaltenen Feier zur Vollendung des 65. Lebensjahres von Professor Dr. Dr.h.c. E. Derra in der Chirurgischen Klinik der Universität zu Düsseldorf,“ *Festakt Vollendung 65. Lebensjahr Prof. Dr. Ernst Derra* (5. März 1966), S. 19

⁶⁴⁴ K. Kremer, „Ansprachen anlässlich der am 5. März abgehaltenen Feier zur Vollendung des 65. Lebensjahres von Professor Dr. Dr.h.c. E. Derra in der Chirurgischen Klinik der Universität zu Düsseldorf,“ *Festakt Vollendung 65. Lebensjahr Prof. Dr. Ernst Derra* (5. März 1966), S. 3

⁶⁴⁵ Derra, (5. März 1966), S. 18

⁶⁴⁶ Lingmann, (1968), S. 37

Schulte, (2001), S. 251

⁶⁴⁷ Schulte, (2001), S. 251-253

Lingmann, (1968), S. 37-39

bemerkenswerte interdisziplinäre Arbeitsgruppe zu Diagnostik und Therapie herzkranker Kinder und Erwachsener mit dem Radiologen Robert Janker und den Internisten Grosse-Brockhoff und Adalbert Schaede gebildet.⁶⁴⁸

Sowohl diese Thematik, wie auch die Arbeitsweise verfolgte er in Düsseldorf in den Jahren von 1946 bis 1970 stringent weiter, wobei er sich konsequent und engagiert den jeweiligen aktuellen Anforderungen des Gebietes stellte. Dazu gehörte von Anfang an die Fortsetzung der Aktivitäten zur Herzmedizin zusammen mit Erich Boden, dem Ordinarius für Innere Medizin und Direktor der ersten Medizinischen Klinik seit dem 21.5.1945. Ähnlich, wie seine Vorgänger, „...hatte er den Schwerpunkt seiner klinischen und wissenschaftlichen Arbeit auf den kardiologischen Sektor gelegt (...) und unter seiner Ägide wurden auch bereits 1948 die ersten Herzkatheteruntersuchungen in Düsseldorf durchgeführt“.⁶⁴⁹ Zu den „Männern dieser ersten Stunde“ zählt Franz Loogen u.a. Bayer, Effert, Gillmann, Loogen und Wolter. Dazu erwähnt er das 1954 erschienene epochale Werk: „Der Herzkatheterismus bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern“ von Bayer, Loogen und Wolter sowie die Tatsache, dass die Autoren es Werner Forssmann widmeten.⁶⁵⁰ Nach der Berufung von Franz Grosse-Brockhoff als Nachfolger Erich Bodens zum 1.11.1954 hatte sich somit eine neue, außerordentlich aktive Gruppe engagierter Ärzte und Wissenschaftler gefunden.⁶⁵¹ Zeitbedingt waren von Ernst Derra jedoch zunächst überaus große Anstrengungen zum Wiederaufbau der Chirurgischen Klinik, die nicht mehr den aktuellen medizinischen Anforderungen entsprach, gefordert.⁶⁵² Bereits zu Freys Zeit war der Umbau der Klinik, insbesondere der unfallchirurgischen Abteilung, geplant worden, da sie bereits im Jahr 1938 als veraltet galt.⁶⁵³ Frey beschreibt in seinem Buch „Rückschau und Umschau“, dass er an

⁶⁴⁸ H. C. Kallfelz und A. A. Schmaltz, "Die Anfänge der Kinderkardiologie in Deutschland - First Steps in Paediatric Cardiology in Germany," in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, Hrsg. J. Weil et al. (München: Elsevir, 2019), S. 14

Ewert, Kallfelz, und Weil, in *Kinderkardiologie in Deutschland*, S. 196

⁶⁴⁹ F. Loogen, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - Mehr als dreißig Jahre (konservative) Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80* (Triltsch Druck und Verlag Düsseldorf 1981), S. 206

⁶⁵⁰ Ebd.

⁶⁵¹ Ebd., S. 207.

Ewert, Kallfelz, und Weil, in *Kinderkardiologie in Deutschland*, S. 196

⁶⁵² T. Halling und J. Vögele, „Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren," *Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren* (2006), S. 679-696

Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 373-374

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 199

⁶⁵³ Halling und Vögele, „Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren“, (2006), S. 682

den Plänen, ein „modernes chirurgisches Krankenhaus“ zu errichten, beteiligt war.⁶⁵⁴ Sein Ziel war es, die medizinische Akademie Düsseldorf u.a. durch einen Umbau der chirurgischen Klinik als vollwertige Hochschule anerkennen zu lassen. Leider konnten seine Pläne jedoch auf Grund des Zweiten Weltkriegs nicht umgesetzt werden. Die Anstrengungen Derras zur Modernisierung der chirurgischen Klinik werden weiter unten gesondert behandelt (s. S. 145-147).

Parallel zur Schaffung moderner Infrastrukturen stand im Zentrum der klinischen Arbeit das gesamte Feld der allgemeinen Chirurgie, das traditionelle, wie dessen Neuerungen. Für eine Illustration dieser immensen Anstrengungen seien beispielhaft Schilderungen zweier seiner Schüler zitiert: Bircks fasst 1979 zusammen, „dass er (Derra) vom ersten Tage seiner Tätigkeit in Düsseldorf nicht nur den Wiederaufbau der klassischen Teilgebiete der Chirurgie, sondern die Eroberung von Neuland, insbesondere im Bereich der Herz- und Lungenchirurgie erstrebte“.⁶⁵⁵ Irmer hebt in der Festschrift zum 65. Geburtstag Derras hervor: „Derra ist seiner ganzen Ausbildung und Einstellung nach Allgemein Chirurg geblieben“. Aber dann fährt Irmer fort: „Die gewaltige (...) Entwicklung der Chirurgie brachte es mit sich, daß die Bevorzugung bestimmter Arbeitsgebiete notwendig wurde (...) und obwohl in Düsseldorf gar keine Voraussetzungen gegeben waren, entwickelte sich Derra zum Pionier der modernen Thoraxchirurgie und insbesondere der Herzchirurgie“.⁶⁵⁶ Auch Halling und Vögele beschreiben 2007 nachdrücklich diese exemplarische Stellung Derras, der „Trotz dieses Schwerpunktes zeitlebens ein begeisterter Allgemein Chirurg war, der das gesamte Spektrum seines Faches beherrschte“.⁶⁵⁷

Bezogen auf die Thoraxchirurgie betraf das zuerst überwiegend die Behandlung von Kriegsverletzungsfolgen, wie Pleuraempyeme, Empyemresthöhlen, Thoraxfisteln und die Entfernung von Stecksplintern. Eine besondere Aufmerksamkeit verlangte die Erprobung neuer Narkoseverfahren, wie eindrucksvoll von Irmer, 1966, Bircks, 1979 und Killian, 1980 beschrieben: 1948 wurde die Intubationsnarkose mit künstlicher Beatmung eingeführt. Sowohl die dazu apparative Ausrüstung und auch die endotrachealen Tuben wurden z.T. durch Eigenentwicklung geschaffen und durch lokale Firmen in Düsseldorf und Köln erstellt. Ebenso erforderte die Anwendung von Curare phantasievolle Improvisationen. Es resultierte

⁶⁵⁴ Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 45

⁶⁵⁵ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 199

⁶⁵⁶ W. Irmer, *Zum 65. Geburtstag des Direktors der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf, Dr. med. Dr. med. h. c. Ernst Derra, c. ö. Professor für Chirurgie* (Bonn: [Stodieck-Dr.], 1966), S. 14

⁶⁵⁷ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 375

die erfolgreiche künstliche Ventilation der Lungen mittels Anwendung des geschlossenen Pendelsystems, das sich als sicher und dem sog. „Unterdruckverfahren“ überlegen erwies.⁶⁵⁸ Derra konnte darüber 1949 auf dem Chirurgenkongress in Frankfurt referieren.⁶⁵⁹ Als wichtige Ergänzung wurde 1948 eine „Fremdblutentnahmestelle“ in der Klinik eingerichtet, eine Vorläuferin der späteren Blutbank. In dieser Phase war die Anästhesieabteilung, wie damals überall in Deutschland, eine Funktionseinrichtung der Chirurgischen Klinik. Durch ein besonderes Engagement zeichneten sich beispielsweise Irmer, Killian und Koss aus.⁶⁶⁰ Wolfgang Irmer gehörte als Chirurg 1953 zu den Gründern der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie.⁶⁶¹

Wie frühzeitig sich Derra der Förderung der Anästhesiologie widmete, geht auch daraus hervor, dass er „bereits 1949 eine „Anästhesieschule“ gründen wollte, was jedoch wegen fehlender personeller und finanzieller Mittel nicht gelang“.⁶⁶²

Ein nächster Schwerpunkt der chirurgischen Aktivitäten galt der Lungenchirurgie. „Als Erbe des Krieges galt es eine große Zahl von eitrigen und entzündlichen Lungenerkrankungen zu operieren“, wie es Irmer ausführt.⁶⁶³ Dazu wurde zum einen eine umfassende Diagnostik erarbeitet, und zum anderen eine differenzierte Technik von Lungenresektionen. Sowohl für diese Eingriffe wie auch die sich später anschließenden Herzoperationen erwies sich die Herstellung neuartiger Instrumente unerlässlich; auch das geschah in enger Zusammenarbeit mit lokalen Firmen.

Es schlossen sich Operationen von Mediastinaltumoren, Perikardresektionen an. Die erste Dekortikation eines sog. „Panzerherzens“ als „Partielle Perikardresektion“ datiert auf den 18. Januar 1950, gefolgt von einer bemerkenswerten Serie von 139 Operationen bis 1961.⁶⁶⁴ Hier findet sich eines der ersten Beispiele für die konsequente, nachhaltige Denk- und Arbeitsweise Derras. Dabei fand er Unterstützung durch eine Reihe engagierter Mitarbeiter,

⁶⁵⁸ Irmer, (1966), S. 14

Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 199

H. Killian, *Meister der Chirurgie und die Chirurgeschulen im gesamten deutschen Sprachraum* (Thieme, 1980), S. 423

⁶⁵⁹ Irmer, (1966), S. 15

⁶⁶⁰ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 199

Killian, *Meister der Chirurgie und die Chirurgeschulen im gesamten deutschen Sprachraum*, (1980), S. 423

⁶⁶¹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 157

⁶⁶² Lingmann, (1968), S. 38

⁶⁶³ Irmer, (1966), S. 15

⁶⁶⁴ W. Bircks, "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961" (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 1963), S. 58.

von denen Bircks 1979 als „Besonders verdienstvoll – in alphabetischer Reihenfolge – Josef Drewes, Hermann Franke, Wolfgang Irmer, Ferdinand Koss und Heinz Vieten“ hervorhebt.⁶⁶⁵ In dieser Phase wiederholte sich auch in Düsseldorf die schon mehrfach beschriebene Entwicklung der Chirurgie des Herzens und der großen thorakalen Gefäße auf der soliden Basis einer etablierten Thoraxchirurgie. Irmer ergänzt dies durch die Feststellung, dass „als Voraussetzung für ein erfolgreiches chirurgisches Vorgehen erst eine spezielle kardiologische Diagnostik entwickelt werden mußte“.⁶⁶⁶

Da diese in Düsseldorf noch nicht im gewünschten Umfang gegeben waren, setzte Derra die enge Kooperation der Bonner Zeit fort: Während Grosse-Brockhoff und Schaede die „kardiologische Feindiagnostik“ weiterentwickelten, erarbeitete Janker die „Röntgenkinematographie“ zu einem weltweit beachteten diagnostischen Verfahren.⁶⁶⁷ Janker war ursprünglich, zusammen mit Derra, Mitarb. von Redwitz, hatte sich dann der Radiologie zugewandt und in Bonn ein außeruniversitäres Röntgeninstitut aufgebaut.⁶⁶⁸ Wie Kallfelz sehr anschaulich erinnert, und auch Ewert bestätigt, war Derra so fest von der Methode Jankers überzeugt, dass er „bei den Bonner Kollegen der Chirurgie, Inneren Medizin und Pädiatrie engagiert dafür warb“. Er beschreibt auch die damals improvisierten Transporte der Kinder aus der Pädiatrie in das Janker'sche Institut mit den privaten PKWs der Ärzte.⁶⁶⁹

So darf die erste Operation eines angeborenen Herzfehlers in Düsseldorf nach dem Krieg, die erfolgreiche Unterbindung eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli eines achtjährigen Mädchens am 3. Mai 1949, als Konsequenz der geschilderten Vorbereitungen gesehen werden.⁶⁷⁰ Dieser Eingriff Derras stellte gleichsam eine Verknüpfung an die Arbeit Freys her, und ist rückblickend als Startschuss für eine rasante Entwicklung der Herzchirurgie in Düsseldorf zu verstehen. Bezogen auf die Chirurgie des Ductus war es der Beginn einer

⁶⁶⁵ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 199

⁶⁶⁶ Irmer, (1966), S. 15

⁶⁶⁷ R. Janker, „Apparatur und Technik der Röntgenkinematographie zur Darstellung der Herzbinnenräume und der großen Gefäße (Angiokardio-Kinematographie),“ *Rofo* 72, 11 (1949), S. 513-520

F. Grosse-Brockhoff et al., „Zur Diagnostik der angeborenen Herzfehler,“ *Ärztl. Wschr* 872 (1951), S. 872-892
Irmer, (1966), S. 15-16

⁶⁶⁸ Kallfelz und Schmaltz, in *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, S. 14

⁶⁶⁹ Ebd., S. 14-15.

Ewert, Kallfelz, und Weil, in *Kinderkardiologie in Deutschland*, S. 196

⁶⁷⁰ E. Derra, „Der offene Ductus arteriosus (Botalli) und seine operative Beseitigung,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 74, 35/36 (1949), S. 1043

Behandlungsserie von 63 Patienten, deren Ergebnisse Derra 1953 publizierte.⁶⁷¹ 1956 ergänzt er diese Aktivitäten mit Stellungnahmen zum Operationszeitpunkt und zu Einzelheiten der Operationstechnik – beide Publikationen weisen auf den Effekt der Standardisierung durch Erfahrung hin.⁶⁷²

Die Entwicklung von der Wiedereinführung einer Operationsmethode bis zur angehenden Standardisierung ist gut durch zwei bemerkenswerte Aspekte demonstriert: zum einen erscheint Derras erster kardiochirurgischer Eingriff nach dem Zweiten Weltkrieg und kurz nach seinem Amtsantritt in Düsseldorf als Pioniertat, analog zu Freys Durchführung dieser Operation. Zum anderen folgte diesem zunächst als Einzeloperation imponierenden Eingriff die zügige Durchführung einer Operationsserie und damit die Akquirierung kardiochirurgischer Erfahrung. Darauf basierend kann er Rückschlüsse auf den korrekten Operationszeitpunkt und das geeignete intraoperative Vorgehen ziehen. Dieser Lernprozess symbolisiert die zentrale These Polanyis Wissenschaftstheorie des impliziten Wissens, die auf praktischer Erfahrung als ausschlaggebender Faktor des Lernens basiert.⁶⁷³ Nicht zuletzt auf Grund der Tatsache, dass sich der geschilderte Lernprozess wie ein Muster in der weiteren Arbeit Derras wiederholt, soll auf genauere Details in einem gesonderten Kapitel eingegangen werden.

Unmittelbar nach der erfolgreichen Unterbindung eines persistierenden Ductus arteriosus erfolgte am nächsten Tag, dem 4. Mai 1949, die Anlage einer aortopulmonalen Anastomose bei Vorliegen einer Fallot-Tetralogie in der von Blalock und Taussig inaugurierten Technik. Leider verstarb der achtjährige Junge am zweiten postoperativen Tag infolge eines Hämatothorax. Hingegen erholte sich das am 5. Mai operierte fünfjährige Mädchen gut, ebenso wie die fünf weiteren Kinder von insgesamt sieben Patienten.⁶⁷⁴ Diese Eingriffe zur Verbesserung der Lungendurchblutung bei zyanotischen Herzfehlern sind sowohl als Start in eine neue Ära der Herzchirurgie in Deutschland, nämlich den Beginn der Behandlung komplexer angeborener Herzerkrankungen, wie auch als ein weiteres Beispiel für die Arbeitsweise Ernst Derras bedeutungsvoll. Über die nachfolgende, insgesamt erfolgreiche, Operationsserie von 350 Patienten berichtete Derra 1955: die Letalität betrug 8-9%.

⁶⁷¹ E. Derra, „Fernergebnisse nach der Operation des offenen Ductus arteriosus,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 276, 1 (1953), S. 385-390

⁶⁷² E. Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie* (Köln u.a.: Westdt. Verl., 1956), S. 25

⁶⁷³ Polanyi, (1985), S. 14

⁶⁷⁴ E. Derra, „Über die Blalocksche Operation der angeborenen Pulmonalstenose,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 75, 9 (1950), S. 296-298

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 197

Außerdem ließen die Düsseldorfer Erfahrungen dezidierte Aussagen zur Optimierung der operativen Technik wie zur Festlegung des günstigsten Operationszeitpunktes zu.⁶⁷⁵ Zwei Anmerkungen können die Besonderheiten der damaligen Arbeitsbedingungen und deren Auswirkungen illustrieren: Zum einen beschreiben Ewert und Kallfelz, s.o., wie in Bonn die pädiatrischen Patienten mit den Privatwagen der Ärzte zur Röntgendiagnostik transportiert wurden. Dazu bemerkt zweitens Irmer, 1966, dass Derra, der anfangs noch mit seiner Familie in Bonn wohnte, die in Bonn diagnostizierten „blauen Kinder mit Fallot-Tetralogien“ montags zur Operation nach Düsseldorf fuhr.⁶⁷⁶ Ernst Derra jr. erinnert noch sehr plastisch, „wie sein Vater montags blausüchtige Kinder mit nach Düsseldorf nahm und sie in der Woche darauf mit rosiger Hautfarbe zurückbrachte“. Diese für den Jungen überwältigenden Impressionen haben wesentlich zur Berufswahl eines Chirurgen beigetragen.⁶⁷⁷

Durch eine weitere, aus heutiger Sicht vielleicht nicht ganz unerhebliche, Anmerkung soll darauf hingewiesen werden, dass den herzmedizinisch Tätigen der damaligen Jahre die Grenzen der geschlossenen Herzchirurgie sehr deutlich bewusst und dass die aortopulmonalen Anastomosen lediglich palliative Maßnahmen waren.

So betont 1956 Derra, dass „die Blalock´sche Operation lediglich eine symptomatische ist, welche die anatomische Ursache des Übels nicht beseitigt“.⁶⁷⁸ Beispielhaft kann der Prozess von Auseinandersetzung und Weiterentwicklung einer Behandlung anhand des Krankheitsbildes der Fallot´schen Tetralogie verdeutlicht werden. Ein korrigierender Eingriff dieser komplexen angeborenen Herzerkrankung sollte erst mit Einführung der offenen Herzchirurgie mit Hilfe der EKZ möglich werden.⁶⁷⁹

Auf dem Weg dahin wurden auch in Düsseldorf neben der Blalock-Taussig-Anastomose weitere Varianten aortopulmonaler Anastomosen, wie die nach Potts und Waterston, eingeführt. Das Ziel war stets eine verbesserte Lungendurchblutung in Anpassung an die individuellen Anatomien. Beispielhaft kann die im Jahr 1966 eingeführte Waterston-Cooley-Operation – Anastomosierung zwischen der Aorta ascendens und der rechten

⁶⁷⁵ E. Derra, „Klinik und Operation der angeborenen Pulmonalstenose,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 267, 1 (1951), S. 559-564

Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*, (1956), S. 39

⁶⁷⁶ Irmer, (1966), S. 16

⁶⁷⁷ E. Jr. Derra an A. Krian, Persönliche Mitteilung, 2017

⁶⁷⁸ Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*, (1956), S. 39

⁶⁷⁹ E. Derra, *Handbuch der Thoraxchirurgie / [Erg.-Bd. 2]: Ergänzungswerk: Herzchirurgie 2* (Berlin u.a.: Springer, 1976), S. 967

Pulmonalarterie – angeführt werden.⁶⁸⁰ Noch im Jahr 1972, als bereits durch Herz-Lungen-Maschinen offene Korrekturen möglich waren, geht Bircks darauf ein, dass die Waterston-Cooley-Anastomose auf Grund ihrer leichten Anwendung besonders geeignet für Säuglinge sei, um die Zeit bis zur endgültig korrigierenden Operation zu überbrücken.⁶⁸¹ Es zeigt sich hier ein bedeutendes Phänomen auf dem Weg zur Spezialisierung: im Rahmen eines Entwicklungsprozesses kann der Rückgriff auf bereits früh etablierte Methoden und Vorgehensweisen Fortschritt ermöglichen. Dieser Aspekt spiegelt sich ebenfalls in Polanyis Wissenschaftstheorie zum impliziten Wissenserwerb wider.

Als ein weiterer, wesentlicher Schritt bei der Chirurgie des Herzens und der großen thorakalen Gefäße ist die Operation einer Aortenisthmusstenose durch Resektion der Stenose und anschließende End-zu-End Anastomose am 25. Januar 1950 hervorzuheben.⁶⁸² Dieser Eingriff gehörte, wie oben beschrieben (s. S. 28-29 und S. 43), zu den besonderen Herausforderungen jener Jahre. Neben der Problematik einer potentiellen Rückenmarksschädigung zählten dazu Blutungskomplikationen, dies vor allem auf Grund des noch unzulänglichen Nahtmaterials für Anastomosen im Hochdruckbereich. Neben den angeborenen Herzerkrankungen wurden frühzeitig geschlossene Herzoperationen bei erworbenen Herzkrankheiten erfolgreich durchgeführt, wie die bereits erwähnten Perikardresektionen.⁶⁸³ Am 13. Dezember 1950 gelang Derra die transatriale, digitale Kommissurotomie, sog. „Sprengung“, einer Mitralklappenstenose.⁶⁸⁴ Dieses Datum stellt den Beginn der Herzklappenchirurgie in Düsseldorf dar. Über die Ergebnisse der nachfolgenden Serie von Mitralklappenstenosen berichtete Derra 1953: von 32 operierten Patienten starben vier an unterschiedlich lokalisierten Emboli und ein Patient an einer Herzbeutelamponade.⁶⁸⁵ 1952 folgte, gleichfalls als geschlossene Operation, die

⁶⁸⁰ Bircks, "Dreißeig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

S. M. Yuan und H. Jing, „Palliative procedures for congenital heart defects," *Archives of Cardiovascular Diseases* 102, 6–7 (2009), S. 549-557

⁶⁸¹ W. Bircks, „11. Herzchirurgie," *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 332, 1 (1972), S. 147-152

⁶⁸² E. Derra, O. Bayer, und F. Loogen, „Klinik und chirurgische Behandlung der Aortenisthmusstenose," *Dtsch Med Wochenschr* 81, 01 (1956), S. 1-4

Bircks, "Dreißeig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 200

⁶⁸³ Bircks, "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961," S. 58.

⁶⁸⁴ Bircks, "Dreißeig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

Schulte, (2001), S. 251-253

⁶⁸⁵ E. Derra, „Intrakardiale Operationen," *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 274, 6 (1953), S. 590-605

erfolgreiche Beseitigung einer Aortenklappenstenose durch transventrikuläre, instrumentelle Erweiterung in der Technik nach Bailey.⁶⁸⁶

Mit den geschilderten chirurgischen Arbeiten dieser „Ersten Phase“ der Düsseldorfer Herzchirurgie nach dem Krieg, dem entstandenen fachlichen und vor allem personellen Umfeld war so ein Zeitpunkt erreicht worden, von dem das Ziel der „Offenen Herzchirurgie“ als konsequenter Fortschritt zu den „Geschlossenen Eingriffen“, angegangen werden konnte. Damit folgte die Düsseldorfer Entwicklung, wie bereits zuvor beschrieben, der internationalen, und sie erwies sich auf nationaler Ebene als eine „Pionierleistung“.

Als ein besonders wichtiger Beitrag auf diesem Weg zur „Offenen Herzchirurgie“ ist in herausragendem Maße die Leistung von Martin Zindler zu würdigen. Er hatte – nach ursprünglich chirurgischer Tätigkeit in München – von 1950 bis 1952 eine Weiterbildung an amerikanischen Kliniken in Alabama und Philadelphia zum „*Specialist of Anesthesia*“ erfahren.⁶⁸⁷ Außerdem lernte er in Denver Henry Swan kennen und kam so erstmals mit Laborversuchen zur Hypothermie in Kontakt.⁶⁸⁸ Am 15. September 1952 übertrug Derra ihm die Leitung der Anästhesie an der Chirurgischen Klinik in Düsseldorf.⁶⁸⁹

Damit war an der Derra'schen Klinik eine Entwicklung fortgeführt worden, die 1948 mit der Einführung der Intubationsnarkose begonnen hatte. Einen weiteren wichtigen Schritt auf dem Wege zur Selbstständigkeit des Fachgebietes Anästhesie bedeutete 1953 die Gründung der „Deutschen Gesellschaft für Anästhesie“, an der Zindler, unterstützt von Derra, maßgeblich als Mitbegründer beteiligt war. Diese Hinweise sollen verdeutlichen, dass Derra einerseits medizinische Spezialisierung förderte, wie auch andererseits die hieraus resultierende interdisziplinäre Zusammenarbeit. Beispielhaft erwähnt er im Jahr 1955, dass die Förderung der anästhesiologischen Fachrichtung und ihre verbesserten Narkosetechniken die Letalitätsraten vieler Operationen senken konnten.⁶⁹⁰

Im Zusammenhang mit den Entwicklungsschritten auf dem „Düsseldorfer Weg“ zur offenen Herzchirurgie wird an verschiedenen Stellen eine Episode erwähnt, die – obwohl sie nicht historisch gesichert ist – immerhin den enthusiastischen Geist und die Aufbruchsstimmung jener Zeit illustriert: Derra hatte frühzeitig die „offene, sichtkontrollierte Herzchirurgie“

⁶⁸⁶ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

⁶⁸⁷ J. Tarnow, „Zum 80. Geburtstag von Herrn Prof. Dr. med. M. Zindler," *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35, 05 (2000), S. 273

⁶⁸⁸ W. Bircks, interviewed von K.H. Leitz, 2006, Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie

⁶⁸⁹ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 8-9

⁶⁹⁰ Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*, (1956), S. 56

angestrebt. Nachdem er anlässlich einer Kongressreise in Südamerika Kenntnis von den Erfolgen William Bigelows und Henry Swans mit der Hypothermie bei den Verschlüssen von ASD erfahren hatte, soll er nach Düsseldorf telegraphiert haben: „Badewanne kaufen – Eis besorgen“.⁶⁹¹ Für die Authentizität des Telegramms, das innerhalb der Düsseldorfer Klinik über Jahre mündlich tradiert wurde, haben vielfältige Nachfragen bei Zeitzeugen keinen sicheren Beleg ergeben.⁶⁹²

Tatsächlich wurden in Düsseldorf in den Jahren 1953-1954 unter Leitung Zindlers experimentelle Untersuchungen zur Hypothermie vorgenommen.

Somit konnten Derra und Zindler auf der Grundlage theoretischer Überlegungen, sorgfältiger experimenteller Untersuchungen und wohl auch einer gewissen Spontanität am 9. Februar 1955 den ersten operativen Verschluss eines ASD unter Sicht, mit Anwendung des Verfahrens der „Oberflächenhypothermie“, auf dem europäischen Festland durchführen.⁶⁹³

Darüber wurde bereits zuvor berichtet, wie auch angemerkt, dass sich an diese als „geplanten Pioniereingriff“ zu bezeichnende Erstoperation die weltweit größte Serie von Herzoperationen mittels Hypothermie an schloss (s. S. 52). Sie zog auf Grund ihrer außergewöhnlich guten Erfolge eine Vielzahl interessierter Anästhesiologen und Chirurgen aus der ganzen Welt an.⁶⁹⁴ Zindler berichtet noch im gleichen Jahr von sieben weiteren erfolgreichen Operationen dieser Art, bei denen kein Patient an den unmittelbaren Folgen der Hypothermie verstorben sei.⁶⁹⁵ Lediglich eine Patientin erlitt eine letale Gehirnembolie am 13. postoperativen Tag. Derra selbst veröffentlicht im November desselben Jahres über die Operationserfolge bei 32 operierten Patienten, von denen lediglich vier verstorben seien.⁶⁹⁶ Auch Bircks erwähnt 2006 in seinem Interview noch einmal die außergewöhnlich guten postoperativen Ergebnisse, die in Düsseldorf bei der Anwendung von Hypothermie erzielt wurden.⁶⁹⁷ Es wurde bereits oben erläutert, dass die „Narkosetechnik der Oberflächenhypothermie“ in Düsseldorf aus praktischen Gründen bis 1986 ausgeübt wurde.

⁶⁹¹ Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 9-10

Bircks, Interview

⁶⁹² Bircks, Interview

Persönliche Mitteilung, A. Krian, 2020

⁶⁹³ Derra, Bayer, und Grosse-Brockhoff, (1955), S. 1277-1281

Schulte, (2001), S. 252

Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*, (1956), S. 30-32

⁶⁹⁴ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 157

⁶⁹⁵ M. Zindler, „Fortschritte und Erfahrungen mit der vegetativen Blockade und der künstlichen Hypothermie,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 282, 1 (1955), S. 187-192

⁶⁹⁶ Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*, (1956), S. 34

⁶⁹⁷ Bircks, Interview

Die von Bircks 1981 als „Dritte Entwicklungsphase“ der Düsseldorfer Herzchirurgie bezeichnete „Einführung der extrakorporalen Zirkulation mit Hilfe der Herzlungenmaschine“ wurde 1958 mit der Beauftragung einer Arbeitsgruppe um Berthold Löhr eingeleitet.⁶⁹⁸ Derra hatte die beiden „Offenen Verfahren“ niemals als sich gegenseitig ausschließende Techniken verstanden. Er sah sie zunächst als zwei parallel gleich gut zu wertende Verfahren, die sich ergänzend bereichern und nicht in Konkurrenz zueinanderstehen. 1958 beteuert er : „Hypothermie und extrakorporale Zirkulation sind meiner Meinung nach keine konkurrierenden Methoden, sondern Verfahren mit verschiedener Indikation“.⁶⁹⁹ Bircks weist in diesem Zusammenhang besonders auf die „Erfahrungen bei den Korrekturen von sog. Primumdefekten der Vorhofscheidewand“ hin.⁷⁰⁰ Nicht zuletzt auf Grund der hervorragenden Ergebnisse der Oberflächenhypothermie ging Derra, verglichen mit anderen deutschen Herzchirurgen, einen unterschiedlichen Weg zur Etablierung der EKZ. Nachdem sich die erwähnte Gruppe um Löhr bereits seit 1957 mit der EKZ beschäftigt und ab 1958 auf die Mayo-Gibbon-Apparatur konzentriert hatte, vermittelte Derra das Trio Löhr, Ferbers und Sykosch zu John Kirklin an die Mayo Klinik in Rochester. Dort erwarben sich die Düsseldorfer Chirurgen umfassende Kenntnisse hinsichtlich der Technik des dort verwendeten Mayo-Gibbon-Pump-Oxygenators und zur Reproduktion der Erfahrungen John Kirklins zur klinischen Anwendung.⁷⁰¹ Der Anschaffungsprozess der ersten Herz-Lungen-Maschine in Düsseldorf demonstriert beeindruckend den Stand der Anerkennung und das Ansehen der Düsseldorfer Klinik im nationalen Vergleich: Halling und Vögele erwähnen, dass das Bundesministerium für Gesundheit 1958 Derras Klinik zunächst als einzig geeignet, für den ersten Einsatz der EKZ in Deutschland sah.⁷⁰² Den ersten erfolgreichen Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine in Deutschland konnte jedoch Rudolf Zenker am 18.2.1958 in Marburg durchführen: Er verschloss einen ASD vom Secundum-Typ. Bei der verwendeten Herz-Lungen-Maschine handelte es sich um das von

⁶⁹⁸ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 200

⁶⁹⁹ E. Derra, „Die offene Operation des Vorhofseptumdefektes und der valvulären Pulmonalstenose mittels Hypothermie,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958), S. 231

⁷⁰⁰ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung,“ in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 416

⁷⁰¹ Ebd.

Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 200

⁷⁰² Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 103

Gaertner und Kay entwickelte Modell, das von der Marburger Gruppe um Borst modifiziert worden war.⁷⁰³

Die Düsseldorfer Klinik erwarb den dritten weltweit hergestellten Mayo-Gibbon-Pumoxygenator, den ersten in Europa. Nach einer tierexperimentellen Studie an 16 Hunden fand die erste klinische Anwendung der Mayo-Gibbon-Maschine am 21. Februar 1959 statt: Dabei wurde ein VSD verschlossen. Über die Vorarbeiten zum ersten erfolgreichen Einsatz und eine erste Serie von acht Operationen berichtete Löhr 1959.⁷⁰⁴ Im Anschluss an diese Erstoperationen wurde, ebenso wie bei den zuvor beschriebenen neu eingeführten Verfahren, eine Operationsserie an einer Vielzahl Patienten mit unterschiedlichen Grunderkrankungen durchgeführt. Im Jahr 1960 sind bereits 143 Patienten mittels EKZ in Düsseldorf operiert worden, von denen 21,7% am bereits oben erwähnten Foramen primum litten.⁷⁰⁵ Es wird wiederum deutlich, wie sich durch eine Operationsserie ein als „Pioniereingriff“ eingeführter Eingriff zu einem standardisierten therapeutischen Verfahren entwickelt.

Zeitgleich zu dieser Phase stürmischer Entwicklung der Herzchirurgie, die mit den geschilderten Ereignissen ein gewisses „Reifestadium“ erreicht hatte, waren durch Derra wegweisende Schritte zur Erneuerung und zur Erweiterung der operativen Medizin in Düsseldorf eingeleitet worden. Dazu gehörten personelle, organisatorische und bauliche Maßnahmen. So wurden die Bereiche Neurochirurgie (Kuhlendahl), Urologie (Dettmar) und Röntgenologie (Vieten) zwischen 1947 und 1948 unter besondere fachliche Leitung gestellt und im Laufe der Zeit sukzessive erst zu selbständigen Abteilungen innerhalb der Chirurgie etabliert und 1958 in selbstständige Kliniken und Extraordinariate überführt. 1957 wurde Vieten zum Lehrstuhlinhaber für Röntgenologie und Medizinische Strahlenkunde ernannt; ihm folgten 1963 Dettmar für Urologie und Kuhlendahl für Neurochirurgie. Auch die Anästhesiologie wurde verselbständigt: Martin Zindler wurde 1962 auf das Extraordinariat für Anästhesiologie und zum Direktor der Abteilung berufen und 1966 zum Ordinarius für Anästhesiologie; dies gegen z.T. erbitterten Widerstand aus den Reihen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie.⁷⁰⁶

⁷⁰³ R. Zenker et al., „Zur Aufrechterhaltung der Organfunktionen und des Stoffwechsels im extrakorporalen Kreislauf,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958), S. 294-309

⁷⁰⁴ Löhr, (1959), S. 535-542

Bircks, Interview

⁷⁰⁵ E. Derra, „Das Foramen primum und seine operative Behebung,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 295, 1 (1960), S. 597-609

⁷⁰⁶ Lingmann, (1968), S. 20

Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 159

Damit hatte Derra, über die Verbesserung der Infrastruktur der Düsseldorfer Klinik hinaus, die Erfordernisse zur Spezialisierung im Bereich der klinischen Medizin nicht nur visionär erkannt, sondern auch konsequent realisiert.

Ebenso widmete er sich mit großem Engagement der Modernisierung der chirurgischen Klinik, die angesichts der gestiegenen Anforderungen zwingend notwendig und nur als kompletter Neubau zu denken war.

Den Weg zum Erreichen dieses ehrgeizigen Zieles, der besonders auch ein Beispiel für Kommunikationswerke und Multiprofessionalität darstellt, beschreiben Halling und Vögele 2006 ausführlich und sehr detailliert.⁷⁰⁷ Daher sollen hier nur die wichtigsten Stationen skizziert werden. Am 12. Januar 1953 fasste der Krankenhausausschuss der Stadt Düsseldorf den ersten formellen Beschluss zum Neubau der Chirurgie. Spekulativ bleibt die Frage eines möglichen Zusammenhanges zwischen der ehrenvollen Berufung Derras 1953 auf den Lehrstuhl seines akademischen Lehrers von Redwitz in Bonn und möglichen informellen Gesprächen in Düsseldorf.⁷⁰⁸ Allerdings war der geplante Neubau etwa zeitgleich zentraler Gegenstand von Gesprächen, die seitens der Universität Wien mit Derra geführt wurden. Da ihm die Realisierung eines Neubaus der Wiener Klinik nicht in „vorhersehbarer Zeit“ zugesichert werden konnte, beendete Derra diese konkreten Sondierungen.⁷⁰⁹ Am 15. Januar 1955 beschloss der Rat der Stadt Düsseldorf den Bau der neuen chirurgischen Klinik. Nach der offiziellen Einweihung am 26. Juni 1958 konnte bereits am 27. Juni mit der ersten Operation der klinische Betrieb aufgenommen werden.⁷¹⁰ Damit war in einer relativ kurzen Zeitspanne zwischen ersten Ansätzen zu Planung und Genehmigung, offiziellen Beschlüssen und Realisierung, eine der damals modernsten und fortschrittlichsten chirurgischen Kliniken entstanden – ganz besonders auch dadurch, dass alle wesentlichen Beteiligten „multiprofessionell“ kooperierten. Auf Einzelheiten des Projektes gehen die teilweise bereits erwähnten Publikationen von Irmer (1966), Lingmann (1966), Bircks (1981) sowie Halling und Vögele (2006) sehr umfassend ein.⁷¹¹ Beispielhaft für den offensichtlichen Beitrag, den

⁷⁰⁷ Halling und Vögele, „Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren“, (2006), S. 679-696

⁷⁰⁸ Ebd., S. 683-684.

⁷⁰⁹ E. Derra Jr. an A. Krian, Persönliche Mitteilung, Juli 2021

⁷¹⁰ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 223

⁷¹¹ Irmer, (1966), S. 25

Lingmann, (1968), S. 20-22

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 201

Halling und Vögele, „Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren“, (2006), S. 684; S. 694

die Spezialkenntnisse medizinisch-ärztlicher Kompetenz realisieren konnte, seien aus den zitierten Arbeiten die vorausschauende Planung eines speziellen Operationssaales für den Einsatz der Herz-Lungen-Maschine mit einer besonderen Registrieranlage, die Glaskuppeln für Zuschauer einschließlich Bild- und Tonübertragung über zwei von den sechs Säulen und der Bau einer Spezialstation mit 18 Betten für die postoperative Intensivüberwachung und -therapie, hervorgehoben.⁷¹²

Zu der seinerzeit vorbildlichen Intensivstation in Düsseldorf erläutert Bircks, dass auf dieser Station eine enge Zusammenarbeit von Anästhesisten, die sich auf dem Weg zur selbstständigen Fachrichtung befanden, und Chirurgen aller Subdisziplinen stattfand. Ebenso hatte ein „spezialisierte Stab von Pflegekräften“, eine große Bedeutung, um die bestmögliche Versorgung der intensivmedizinischen Patienten zu gewährleisten.⁷¹³

Düsseldorf zählte dann zu den ersten Standorten, an denen eine pflegerische Weiterbildung speziell ausgelegt auf die Intensivmedizin und Anästhesie ab dem Jahr 1971 und ab 1978 für den Einsatz im Operationssaal angeboten wurde.⁷¹⁴

Eine Entwicklung von interdisziplinärer zu multiprofessioneller Zusammenarbeit wird durch den Spezialisierungsprozess der Kardiochirurgie, die immer komplexer werdende Intensivmedizin, die Etablierung einer eigenständigen anästhesiologischen Klinik und die Integration speziell geschulten Pflegepersonals deutlich. Auf den herausragenden Aspekt der Intensivmedizin in Düsseldorf wird an anderer Stelle der Arbeit noch gezielt eingegangen (s. Kapitel 3.4.2).

Vor der nachfolgenden, skizzierenden Weiterentwicklung der Düsseldorfer Herzchirurgie nach Erreichen der zuvor geschilderten medizinischen und strukturellen Ziele ist es unerlässlich, das Entstehen einer neuen Berufsgruppe, der „Kardiotechniker“ zu schildern, die für die herzmedizinische Arbeit unverzichtbar wurde, und die ihre Ursprünge in Düsseldorf hat. Konkret entwickelte sich diese Personalgruppe um Josef Güttler, der als interessierter Krankenpfleger bereits an der ersten Operation in Oberflächenhypothermie mitgewirkt hatte. Bei diesem historischen Ereignis war er vor allem mit der „Zertrümmerung des benötigten Eises“ betraut.⁷¹⁵ Nachfolgend war er für die umfangreiche technische Betreuung der Herz-Lungen-Maschinen verantwortlich und sukzessive auch für die

⁷¹² Lingmann, (1968), S. 22

⁷¹³ Bircks, "Dreißeig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 201

⁷¹⁴ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 57

⁷¹⁵ Böttger und Bauer, (2012), S. 7

Durchführung intraoperativer extrakorporaler Zirkulation. Er wird 1981 zurecht von Bircks als „Mann der ersten Stunde“ tituiert und gilt in Deutschland als „Vater der Kardioteknik“.⁷¹⁶ Die Entwicklung der Kardioteknik zu einem speziellen Berufsbild wird weiter unten näher beschrieben (s. Kapitel 3.4.3).

Somit waren gegen Ende der 1950iger Jahre in der Düsseldorfer Klinik die besten Voraussetzungen dafür geschaffen worden, nahezu alle herzchirurgischen Eingriffe, mit den damals verfügbaren Techniken, sowohl als „geschlossene“ Operationen, wie „offene“ in Oberflächenhypothermie oder mittels Herz-Lungen-Maschine, durchzuführen. Daher kann die weitere Entwicklung, die im Wesentlichen der internationalen, bereits ausführlich Beschriebenen folgt, anhand von prägnanten Beispielen geschildert werden.

Die geschlossenen Techniken betreffen überwiegend die Beseitigung valvulärer Stenosen, vor allem Mitralstenosen, sowie die Palliationen angeborener Herzerkrankungen.⁷¹⁷ Zubenennen sind auch die Beseitigung von Aortenisthmusstenosen, wie die Perikardresektionen bei chronischen Perikarditiden.⁷¹⁸

In Oberflächenhypothermie werden vornehmlich ASD und Pulmonalstenosen operiert, dies auch in Kombination.⁷¹⁹

Die Eingriffe mittels Herz-Lungen-Maschine gelten – wie international üblich – ganz zentral der Therapie angeborener Herzerkrankungen.

Die Chirurgie der Herzklappenerkrankungen mittels HLM war zunächst ausschließlich auf korrigierende Maßnahmen beschränkt, wobei die Ergebnisse – wie auch international berichtet – tendenziell wenig zufriedenstellend waren.

1961 wurde dann erstmals in Düsseldorf eine Aortenklappe durch eine Starr-Edwards-Kugelprothese ersetzt.⁷²⁰ Nach zwei Jahren lag die Anzahl der implantierten

Herzklappenprothesen bei Aortenklappeninsuffizienzen bereits bei 35.⁷²¹ Im Hinblick auf die

⁷¹⁶ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 200

Böttger und Bauer, (2012), S. 7

A. Krian und P. F. Böttger, „Nachruf auf Josef Güttler," *Zeitschrift für Herz-,Thorax- und Gefäßchirurgie* 31, 6 (2017), S. 436-437

⁷¹⁷ Derra, „Intrakardiale Operationen“, (1953), S. 2590-2605

⁷¹⁸ Derra, Bayer, und Loogen, (1956), S. 1-4

Bircks, "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961," S. 58.

⁷¹⁹ Derra, „Die offene Operation des Vorhofseptumdefektes und der valvulären Pulmonalstenose mittels Hypothermie“, (1958), S. 203-232

⁷²⁰ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

⁷²¹ B. Löhr, „Augenblicklicher Stand in der chirurgischen Behandlung der Klappeninsuffizienzen," *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 304, 1 (1963), S. 478-495

verschiedenen Prothesenarten erwähnt Löhr, dass nach Implantation der Hufnagel-Prothese bei allen Patienten arterielle Embolien nachgewiesen werden konnten.⁷²² Daher wurde 1963 die Bahnson-Prothese favorisiert, die hauptsächlich aus Teflon bestand.⁷²³ Jedoch stellte sich auch diese künstliche Herzklappe als „unzureichend“ heraus. Erst die Verwendung der Starr-Edwards-Klappe ermöglichte die Durchführung standardisierter Herzklappenoperationen.⁷²⁴ Unter Berücksichtigung der Operationsergebnisse des Aortenklappenersatzes bei Aortenklappenstenosen und -insuffizienzen schlussfolgern Bircks und Loogen letztlich, dass bei einer Aortenklappeninsuffizienz „der Klappenersatz praktisch der einzig gangbare Weg zu einer erfolgreichen Behandlung“ ist.⁷²⁵ 1962 erfolgte dann der erste Mitralklappenersatz.⁷²⁶ Löhr berichtet 1963 über die erfolgreiche Implantation einer prothetischen Klappe im bei Mitralsuffizienz.⁷²⁷ Er erwähnt, dass bei Verwendung der Starr-Edwards-Klappe die besten Operationsergebnisse zu erzielen seien, wobei auch hier ein großes Thromboserisiko herrsche. 1966 kann die Düsseldorfer Chirurgische Klinik bereits auf 91 operierte Patienten mit Mitralklappeninsuffizienz zurückblicken, von denen 35 Patienten eine Mitralkappenprothese erhielten.⁷²⁸ Derra bezeichnet diese „einstweiligen Erfolge“ als „befriedigend“.⁷²⁹ In vorsichtiger Abwägung dieser Ergebnisse erwähnt Löhr 1964, dass in Zukunft auch Patienten mit kombinierten Klappenvitien von einer operativen Behandlung profitieren könnten.⁷³⁰ Mit Bezug auf die zuvor beschriebene Entwicklung der Chirurgie der Herzklappenerkrankungen, konkret auf den Aspekt der „Differential-Therapie“, ist die Erinnerung von Zeitzeugen der Jahre um 1966-1968, erwähnenswert (s. S. 89-95). Zu dieser Zeit war es üblich, dass der jeweilige Operateur den Zuschauern in der Glaskuppel fundierte erklärte, „warum in dieser Situation anstelle einer Klappenrekonstruktion ein prothetischer Ersatz unumgänglich sei“.⁷³¹

⁷²² Ebd.

⁷²³ H. T. Bahnson et al., „Cusp Replacement and Coronary Artery Perfusion in Open Operations on the Aortic Valve,“ *Ann Surg* 152, 3 (1960), S. 494-503

⁷²⁴ W. Bircks und F. Loogen, „Indikation zum Aortenklappenersatz im Licht der Operationsergebnisse,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 316, 1 (1966), S. 819-828

⁷²⁵ Ebd., S. 824.

⁷²⁶ Bircks, „DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf,“ in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

⁷²⁷ Löhr, „Augenblicklicher Stand in der chirurgischen Behandlung der Klappeninsuffizienzen“, (1963), S. 478-495

⁷²⁸ E. Derra, *Die Herz- und Herzgefäßchirurgie im derzeitigen Stadium* (Köln u.a.: Westdt. Verl., 1967), S. 29

⁷²⁹ Ebd.

⁷³⁰ B. Löhr, „Ergebnisse der chirurgischen Behandlung von Klappeninsuffizienzen,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 308, 1 (1964), S. 677-681

⁷³¹ A. Krian, Persönliche Mitteilung, 2021

Das nunmehr erreichte, relativ breite Spektrum für die HLM-Chirurgie, bezogen auf die diversen angeborenen Herzerkrankungen sowie die Herzklappenchirurgie, resultierte auch in einer „Addition neuer, zusätzlicher Probleme“, wie Schulte es 2001 treffend formuliert: Er zählt dazu die Logistik von Blutpräparaten für die Füllung der HLM, die Fragen korrekter Perfusionsraten, der Blutkühlung und die diversen Techniken der Myokardprotektion.⁷³² Beispielhaft spiegelt sich der dynamische Entwicklungsprozess der EKZ im intraoperativen Vorgehen wider, wie aus der Weiterentwicklung der Kanülierungstechnik beim Anschließen der Herz-Lungen-Maschine zu erkennen ist: Ab 1966 wurde die arterielle Kanülierung in Düsseldorf nicht mehr über die Arteria iliaca durchgeführt, sondern direkt über die Aorta ascendens.⁷³³ Diese Technik wurde erstmals von DeWall und Levy 1963 ausgeführt. Sie konnten bei über 100 Patienten diese Kanülierungsform ohne Komplikationen anwenden.⁷³⁴ Jedoch wurde in Düsseldorf statt der von DeWall und Levy vorgeschlagenen Querinzision der Aorta eine Längsinzision eingeführt, um möglichen intraoperativen Schwierigkeiten, wie dem Einreißen des Inzisionsbereiches, besser vorzubeugen zu können.⁷³⁵ Diese Modifikation, die einem chirurgischen Lernprozess entspricht, zeigt, dass Spezialisierung in Kombination mit bereits gesammelter Erfahrung eine Basis für medizinischen Fortschritt und für die standardisierte Behandlungsstrategien darstellt.

In diesem Zusammenhang soll mit besonderer Berücksichtigung des interdisziplinären und multiprofessionellen Aspekts auf die bereits erwähnte Thematik der Myokardprotektion eingegangen werden. Diese gehört tatsächlich bis heute zu den von Schulte 2001 angesprochenen „*additional problems*“.⁷³⁶ Sie umfasst im weitesten die Art und Weise des intraoperativ unverzichtbaren Herzstillstandes. Beispielsweise kann dieser über das Abklemmen der Aorta, somit anoxisch herbeigeführt werden, oder mittels Gabe sehr unterschiedlicher, vielfältiger, Chemikalien wie Kaliumcitrat oder Acetylcholin. Welche Methode die sicherste darstellt und welche Indikationen für die jeweilige Methode sprechen, war und ist ein Thema intensiver Forschung.⁷³⁷ Das beinhaltet unerlässlich den Ansatz interdisziplinärer Forschung, der In Düsseldorf frühzeitig zur Bildung einer

⁷³² Schulte, (2001), S. 252

⁷³³ W. Bircks, A. R. Fahmy, und P. Satter, „Die direkte Kanülierung der Aorta ascendens zur extrakorporalen Zirkulation,“ *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 17, 04 (1969), S. 351-355

⁷³⁴ R. A. Dewall und M. J. Levy, „Direct cannulation of the ascending aorta for open-heart surgery,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 45 (1963), S. 496-499

⁷³⁵ Bircks, Fahmy, und Satter, (1969), S. 351-355

⁷³⁶ Schulte, (2001), S. 252

⁷³⁷ Krian, Persönliche Mitteilung, 2021

Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der chirurgischen Klinik und dem Institut für Pathologie führte.

Die Ergebnisse dieser Kooperation spiegeln die Komplexität der Thematik wider: Einerseits konnten Berthold Löhr, Hubert Meessen und Reinhard Poche beweisen, dass unter Anwendung des anoxischen Herzstillstandes bereits nach zehn Minuten Veränderungen der Herzmuskelzellen, wie z.B. Mitochondrienschwellungen, erkennbar sind.⁷³⁸ Jedoch zeigten sich ebenfalls Risikofaktoren bei der Anwendung der Kardioplegie mittels Kaliumcitrat. Als Begründer der Kaliumcitrat-Methode, gilt Melrose, der sie erstmals 1957 im Tierexperiment erfolgreich anwendete und sie für die von Luftembolie freie Durchführung der EKZ vorschlägt.⁷³⁹ Löhr, Meessen und Poche weisen jedoch darauf hin, dass bereits kurz nach Induktion der Kaliumcitrat-Kardioplegie Glanzstreifendehiszenzen und Herzmuskelnekrosen aufzufinden sind.⁷⁴⁰ Ähnliche Befunde konnten MacFarland, Thomas, Gilbert und Morrow nachweisen, die bei der Anwendung der Kaliumcitrat-Kardioplegie im Vergleich zum anoxischen Herzstillstand ebenfalls vermehrt Herzmuskelnekrosen beobachteten.⁷⁴¹

Insgesamt schlussfolgert Löhr, dass beide Methoden unter definierten Bedingungen vertretbar sind, wobei ein Vorteil der Kaliumcitrat-Kardioplegie im Vergleich mit der anoxischen Methode in der Möglichkeit des längeren Herzstillstandes liegt. Im Hinblick auf die Herzmuskelschädigung kann jedoch insbesondere bei kürzeren Kardioplegie-Episoden ein anoxisch herbeigeführter Herzstillstand zur Anwendung kommen.⁷⁴²

Zur Thematik der Myokardprotektion und interdisziplinärer Zusammenarbeit der Düsseldorfer Gruppe fällt die im Jahr 1961 eingeführte lokale Hypothermie mit Eis.⁷⁴³ Kreuzer, Bostroem, Gleichmann und Löhr untersuchten 1962 in einer klinischen Studie die generalisierte tiefe Hypothermie, die generalisierte mittlere Hypothermie mit lokaler Myokardkühlung durch Eis und die generalisierte mittlere Hypothermie mit lokaler

⁷³⁸ B. Löhr, H. Meessen, und R. Poche, „Elektronenmikroskopische Untersuchungen des Herzmuskels vom Hund bei experimentellem Herzstillstand durch Kaliumcitrat und Anoxie,“ *Archiv für Kreislaufforschung* 33, 1 (1960), S. 108-137

B. Löhr, „Induzierter Herzstillstand bei intracardialen Eingriffen mit künstlichem Kreislauf,“ *Thoraxchirurgie* 7, 02 (1959), S. 123-129

⁷³⁹ D. G. Melrose et al., „Electiv cardiac arrest “ *The Lancet* 266, 6879 (1955), S. 21-23

⁷⁴⁰ Löhr, Meessen, und Poche, (1960), S. 134

⁷⁴¹ J. A. McFarland, „Myocardial necrosis following elective cardiac arrest induced with potassium citrate,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 40 (1960), S. 200-208

⁷⁴² Löhr, „Induzierter Herzstillstand bei intracardialen Eingriffen mit künstlichem Kreislauf“, (1959), S. 128
Löhr, Meessen, und Poche, (1960), S. 108-137

⁷⁴³ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

Myokardkühlung durch kalte Koronarperfusion und Eis.⁷⁴⁴ Als Resultat dieses Vergleichs zeigte sich, dass die Kombination der kalten Koronarperfusion mit der lokalen Kühlung durch Eis die besten Ergebnisse erzielte. Diese Methode gewährleistet einerseits eine schnelle Abkühlung bis zum Herzstillstand, andererseits keine großen Temperaturunterschiede zwischen den Myokardschichten.⁷⁴⁵ 1960 wurde für die sichere Sauerstoffversorgung des Herzmuskels beim Aortenklappenersatz die isolierte, druck- und volumengesteuerte Koronarperfusion über die HLM eingeführt.⁷⁴⁶

So veranschaulicht diese komplexe Thematik herausragend die Notwendigkeit der chirurgischen Kooperation mit anderen Fachdisziplinen, wie hier der Pathologie, Kardiologie und der Physiologie. Sie wiederholt den herzmedizinischen und im Speziellen den kardiochirurgischen Spezialisierungsprozess

Dieser Prozess ist eng verbunden mit einem Lernvorgang, der auf gesammelten Erfahrungen basiert. Zur Illustration dieses Aspekts dient das Beispiel der Therapieoptionen der hypertroph-obstruktiven Kardiomyopathie (HOCM). Am 10. Januar 1963 operierten Berthold Löhr und Wolfgang Bircks erstmals eine 20-jährigen Frau mit diesem Krankheitsbild mit dem von Morrow und Brockenbrough 1961 eingeführten Verfahren einer Ventrikulomyotomie.⁷⁴⁷ Bereit bis 1982 wurden in Düsseldorf 137 Patienten mit einer HOCM operiert.⁷⁴⁸

Bemerkenswert und kennzeichnend für den angesprochenen Lernprozess ist eine abnehmende Letalität mit Zunahme der operativen Erfahrung: zu Beginn zwischen den Jahren 1963 und 1969 lag diese bei bis zu 25%, während sie in der Periode von 1977 bis 1982 lediglich 3% betrug. Die operative Technik war zu einer „Transaortalen, subvalvulären Myektomie“ weiterentwickelt.⁷⁴⁹ Im Sinne Polanyis Wissenschaftstheorie kann somit

⁷⁴⁴ H. Kreuzer et al., „Das Verhalten der Myocardtemperaturen während der extrakorporalen Zirkulation bei verschiedenen Arten des Kältestillstandes1, 2,“ *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 10, 04 (1962), S. 435-446

⁷⁴⁵ Ebd.

⁷⁴⁶ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

⁷⁴⁷ H. D. Schulte et al., „Surgical Aspects of Typical Subaortic and Atypical Midventricular Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy (HOCM)*,“ *Thorac cardiovasc Surg* 29, 06 (1981), S. 375-380

A. G. Morrow und E. C. Brockenbrough, „Surgical treatment of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: technic and hemodynamic results of subaortic ventriculomyotomy,“ *Ann Surg* 154 (1961), S. 181-189

H. D. Schulte und W. Bircks, „Surgery for hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM): The extended transaortic subvalvular myectomy (TSM) approach,“ *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 9, 4 (2004), S. 193-303

⁷⁴⁸ W. Bircks und H. D. Schulte, „Surgical treatment of hypertrophic obstructive cardiomyopathy with special reference to complications and to atypical hypertrophic obstructive cardiomyopathy,“ *European Heart Journal* 4, suppl_F (1983), S. 187-190

⁷⁴⁹ Ebd., S. 189.

hinsichtlich der operativen Therapie der HOCM von einem impliziten Wissenserwerb gesprochen werden.

Wegen der mittlerweile eingetretenen Überlastung der Klinik, der sich abzeichnenden guten postoperativen Ergebnisse und des stetig zunehmenden Patientenkollektivs, war die Anschaffung einer weiteren Herz-Lungen-Maschine zwingend. Im Dezember 1961 traf eine zweite Mayo-Gibbon-Maschine ein und wurde im Februar 1962 in Betrieb genommen. Die Finanzierung erfolgte durch eine Spende des Deutschen Gewerkschafts-Bundes (DGB). Anhand zweier Artikel der Rheinischen Post aus den Jahren 1961 und 1962 wird außerdem die bereits etablierte herausragende Position der Düsseldorfer Klinik im internationalen Vergleich deutlich.⁷⁵⁰

⁷⁵⁰ „Zweite Herz-Lungen-Maschine - DGB-Stiftung für Akademie - Wesentliche Erleichterung " *Rheinische Post Düsseldorf* 294 (14.12.1961)

„Zweite Herz-Lungen-Maschine steht - Bisher 4500 Herzoperationen in der Chirurgie - Bald kürzere Wartezeiten für Schwerkranke " *Rheinische Post Düsseldorf* 25 (30.01.1962)



Abb. 5 Mayo-Gibbon II, Einsatzzeitraum 1962-1976, Stiftung des Deutschen Gesellschaftsbundes (DGB) (DM 200.000,00)⁷⁵¹

Dennoch nahmen die Wartezeiten der Patienten auf eine Operation mit HLM deutlich zu, eine für alle Beteiligten nahezu unerträgliche Belastung.

Zur Verbesserung dieser Problematik konnte erfreulicherweise 1965 eine weitere Herz-Lungen-Maschine in Betrieb genommen werden.⁷⁵² Es handelte sich hierbei um die erste deutsche Maschine, hergestellt von Weisshaar, mit einem *Bubble-Oxygenator*, der von Rygg und Kyvsgaard entwickelt wurde. Die Besonderheit dieses Oxygenator-Typs wurde bereits oben (s. S. 114-117) ausführlich beschrieben.

⁷⁵¹ A. Krian, Mayo-Gibbon II, fotografiert 2019

„Zweite Herz-Lungen-Maschine - DGB-Stiftung für Akademie - Wesentliche Erleichterung“, (14.12.1961)

„Zweite Herz-Lungen-Maschine steht - Bisher 4500 Herzoperationen in der Chirurgie - Bald kürzere Wartezeiten für Schwerkranken“, (30.01.1962)

⁷⁵² Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

Damit waren zusätzliche Grundlagen für eine innovative, qualitative und besonders auch quantitative Weiterentwicklung der Düsseldorfer Herzchirurgie gelegt. Das kann die nachfolgende Aufzählung ausgewählter Beispiele verdeutlichen, eine ausführliche Chronologie findet sich im Anhang (s. Kapitel 7.2.1): 1963 konnte erstmals ein Herztumor entfernt werden; 1965 erfolgte der erste „Doppel-Klappenersatz“ von Aorten- und Mitralklappe; 1966 wurden die oben beschriebenen Palliativoperationen nach Blalock-Hanlon und Waterston eingeführt; 1967 assistierte der Gastchirurg Aberdeen Bircks die erste Vorhof-Umkehroperation bei TGA nach Mustard; 1969 nahm Bircks einen kombinierten Ersatz von Aortenklappe und Aorta ascendens vor.⁷⁵³

Ebenso demonstriert die Therapie von Herzrhythmusstörungen mittels implantierbaren Herzschrittmachern den kardiochirurgischen Entwicklungsprozess in Düsseldorf: Am 6. Oktober 1961 implantierte Heinz-Joachim Sykosch einem jungen Mann erfolgreich den ersten Herzschrittmacher deutschlandweit und gilt somit als Begründer einer neuen medizintechnischen Ära an der Düsseldorfer Universitätsklinik.⁷⁵⁴ Dieser Ersteingriff ist ohne Zweifel als Pioniereingriff zu bezeichnen den Sykosch ihn in Abwesenheit von Derra durchführte. Es wird berichtet, dass Derra dieser Vorgehensweise ablehnend gegenüberstand und Sykosch auf Grund vorübergehend aus seinem Dienst entließ.⁷⁵⁵ Nach „Wiedereinstellung“ wenige Tage später hatte Sykosch bereits drei Jahr nach seiner Pioniertat 52 Schrittmacher implantiert.⁷⁵⁶ Die meisten Patienten erhielten den 1960, gemeinsam von Chardack, Greatbatch und Gage entwickelten Schrittmacher-Typ.⁷⁵⁷ Die Kombination aus Ersteingriff als Pionierleistung und sich anschließender wissenschaftlicher Auseinandersetzung mit der Thematik im Sinne eines Lernprozesses wird somit deutlich: So folgt einige Jahr später erneut eine kritische Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen implantierbarer Schrittmacher. Derra erwähnt 1966 zurecht als Nachteil, dass die Batterien der Schrittmacher nach einigen Jahren gewechselt werden müssen.⁷⁵⁸ In seinem Handbuch für Thoraxchirurgie erläutert er 1976 als Positivum, dass

⁷⁵³ Ebd., S. 204-205.

⁷⁵⁴ H. J. Sykosch, „Implantierbare Schrittmacher zur permanenten und intermittierenden Stimulierung des Herzens,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 308, 1 (1964), S. 288-292
Bircks, Interview

⁷⁵⁵ H. Aubin, „Ernst Derra und der chirurgische Verschluss des Ductus Botalli persistens,“ *Frühjahrstagung der DGK* (20.05.2019)

⁷⁵⁶ Sykosch, (1964), S. 288-292

⁷⁵⁷ Chardack, Gage, und Greatbatch, (1960), S. 643-654

⁷⁵⁸ Derra, *Die Herz- und Herzgefäßchirurgie im derzeitigen Stadium*, (1967), S. 32

bereits verschiedene Arten von Schrittmachern, wie starrfrequente, ventrikelgesteuerte, vorhofgesteuerte oder bifokale Schrittmacher regelhaft verwendet werden.⁷⁵⁹

Die ausgewählten Ereignisse der kardiochirurgischen Entwicklungsgeschichte in Düsseldorf zählen zweifelsfrei zu den erfolgreichen historischen Meilensteinen. In diesen Kontext gehört auch, dass in Begleitung des Entstehungsprozess bereits eine kritische Aufarbeitung der operativen Ergebnisse stattfand. Derra und Bircks berichteten 1961 über die Ergebnisse von 3807 herzchirurgische Patienten, davon 672 in Hypothermie und 268 unter zu Hilfenahme der Herz-Lungen-Maschine operiert.⁷⁶⁰ In seiner Habilitationsschrift von 1963 konnte Bircks die Übersicht auf eine Untersuchung von 4500 Operationen erweitern.⁷⁶¹ Auf dieser breiten Basis war es Bircks und Derra möglich, Fehlerquellen, Risiken und Gefahren zu identifizieren. Hierzu gehörten u.a. eine fehlerhafte präoperative Diagnostik oder eine mangelbehaftete Anwendung der EKZ, die beispielsweise ein letales Aneurysma dissecans oder eine Unterschenkelamputation in Folge einer Fußgangrän mit sich bringen kann.⁷⁶² Auffällig sei die hohe Zahl an postoperativ entstandenen Magen-Darm-Blutungen, die insbesondere nach Operationen unter Verwendung EKZ zu finden waren.⁷⁶³ Weiterhin sind Wundinfektionen als mögliche Komplikation erwähnenswert, die in 0,7% letal endeten.⁷⁶⁴ Ergänzend zu einer Risikostratifizierung kardiochirurgischer Eingriffe führte die ins Detail reichende Aufarbeitung der Misserfolge der Herzoperationen in Düsseldorf zu einer Verbesserung der präoperativen Patientenaufklärung.⁷⁶⁵

Insgesamt bildet die kritische Auseinandersetzung mit den komplikativen und negativen Auswirkungen kardiochirurgischer Eingriffe die wissenschaftliche Grundlage für eine Weiterentwicklung der jungen kardiochirurgischen Fachrichtung: Häufige Komplikationen können identifiziert und mögliche Lösungswege zur Vermeidung gefunden werden. Derras und Bircks Vorgehen ist somit als zentrale Bestandteile eines chirurgischen Lernprozesses aus differenziert wissenschaftlichem Vorgehen und Analyse zu verstehen.

⁷⁵⁹ Derra, *Handbuch der Thoraxchirurgie* / [Erg.-Bd. 2]: *Ergänzungswerk: Herzchirurgie 2*, (1976), S. 1079-1084

⁷⁶⁰ E. Derra und W. Bircks, „Fehler und Gefahren in der Herzchirurgie,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 298, 1 (1961), S. 363-378

⁷⁶¹ Bircks, "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961,“.

⁷⁶² Derra und Bircks, (1961), S. 363-378

⁷⁶³ Ebd., S. 386.

⁷⁶⁴ Bircks, "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961,“, S. 324.

⁷⁶⁵ Ebd., S. 4.

Hinsichtlich der medizinischen Spezialisierungstendenz, die Folge dieses Lernprozesses ist und in deren Zuge sich auch das Fachgebiet der Herzchirurgie etablierte, ist folgende Aussage von Bircks insbesondere bemerkenswert: „Wer möchte dem Herzchirurgen die Berechtigung solcher Ansprüche angesichts der Ordinariate für Orthopädie, Neurochirurgie, Urologie und Anästhesie abstreiten?“⁷⁶⁶ Bircks fordert somit im Vergleich mit bereits eigenständigen Fachrichtungen konkret die Etablierung der Herzchirurgie als eigenständige medizinische Disziplin. Der eben in seinen Grundzügen charakterisierte, rasante, kardiochirurgische Fortschritt auf der Basis wissenschaftlichen Vorgehens begründet diese Forderung.

An dieser Stelle ist erwähnenswert, dass Derra 1963, nach der Berufung Löhrs auf den Lehrstuhl für Chirurgie der Universität Kiel, Bircks mit der Leitung der „Arbeitsgruppe für Herzchirurgie“ betraute.⁷⁶⁷

Fazit

Abschließend sollte, insbesondere im Hinblick auf die Entstehung eines multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf, eine Diskussion im Rahmen der Sitzung der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen am 2. November 1955 zwischen Derra und Meessen nicht unerwähnt bleiben. Im Anschluss an Derras detaillierte Darstellung der bisherigen Errungenschaften auf dem Gebiet der Herzchirurgie in Düsseldorf erwähnt Meessen, dass die chirurgischen Erfolge „nicht das Ergebnis einer gesteigerten operativen Kunst, sondern durch das Zusammenwirken der Ergebnisse verschiedener Fächer entstanden“ seien.⁷⁶⁸ Derra bestätigt den hohen Stellenwert interdisziplinärer Zusammenarbeit als Erfolgskonzept der medizinischen Behandlung: „Aber es ist klar, daß die *ganze* Chirurgie gewonnen hat, wenn man ein entsprechendes Team aus Internisten, Röntgenologen, Anästhesisten usw. zur Seite hat.“⁷⁶⁹ Es wird unzweifelhaft deutlich, dass bereits im Jahr 1955 interdisziplinäre Zusammenarbeit als zielführende Vorgehensweise bei der Behandlung von Herzerkrankungen in Düsseldorf

⁷⁶⁶ Ebd., S. 248.

⁷⁶⁷ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 201

A. Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks,“ *Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* (15.09.2017)

⁷⁶⁸ Derra, *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*, (1956), S. 55

⁷⁶⁹ Ebd., S. 56.

erkannt und praktiziert wurde. Der Ursprung des interdisziplinären Herzzentrums liegt daher eindeutig in der „Ära Derra“.

Als Beleg dieses erfolgreichen Kooperationskonzepts vergleicht Derra die Letalitätsraten einiger operativen Eingriffe in Düsseldorf mit denen aus seiner Zeit in Bonn. Beispielhaft können die Gallensteinoperationen angebracht werden: bei gleichem intraoperativem Vorgehen betrug die Letalität bei diesen Eingriffen in Düsseldorf weniger als 1%, während sie einige Jahre zuvor in Bonn bei 5% gelegen hatte.⁷⁷⁰ Als ursächlich für diesen Fortschritt sah Derra die verbesserten Narkosetechniken dank des Wissensgewinns und Kooperation mit der Anästhesie.

Insgesamt verdeutlicht die Darstellung der Geschichte der Kardiochirurgie in Düsseldorf, dass die Klinik dank Ernst Derra im internationalen und nationalen Vergleich hohes Ansehen erlangte. Im Zuge dieser historischen Entwicklung waren viele der illustrierten Meilensteine zunächst Einzeleingriffe, die durch eine sich anschließende wissenschaftlich basierte Operationsserie Beispiele erster kardiochirurgischer Standardisierungsversuche sind. Derra förderte diesen Lernprozess zum einen durch weiterführende Spezialisierung, nicht nur auf kardiochirurgischer Ebene, und durch zunehmend wichtiger werdende disziplin- und standortübergreifende Kooperation. Insbesondere die Zusammenarbeit mit der Mayo-Klinik unterstützt zusätzlich den internationalen Austausch im Rahmen des noch jungen Fachgebiets Herzchirurgie. Derra baut somit das sich langsam abzeichnende herzmedizinische Netzwerk über nationale Grenzen und die Grenzen Düsseldorfs aus. Weiterhin wird die die Ausbildung von sog. „Expertenwissen“ als konkreter Ausdruck des Spezialisierungsprozesses deutlich. Diese Form des Wissens zeichnet sich „durch seine Explizietheit, seine kognitiv verfügbare formal-logische Struktur, seine Anwendungsbereiche und durch seine Abstraktion vom erkennenden und wissenden Subjekt“ aus, wie Hahn, Eirnbter und Jacob ausführen.⁷⁷¹ Expertenwissen innerhalb einer medizinischen Disziplin führt somit zur Subdisziplinierung mit dem Ziel der bestmöglichen Patientenbetreuung. Löhr, Ferbers und Sykosch generieren durch die Weiterbildung auf dem Gebiet der EKZ Expertenwissen, sodass die im Entwicklungsprozess befindliche kardiochirurgischen Abteilung in Düsseldorf zusätzlich von Subdisziplinierungsvorgängen geprägt ist. Ergänzend

⁷⁷⁰ Ebd.

⁷⁷¹ A. Hahn, W. H. Eirnbter, und R. Jacob, "Expertenwissen und Laienwissen," in *Eigenwilligkeit und Rationalität sozialer Prozesse: Festschrift zum 65. Geburtstag von Friedhelm Neidhardt*, Hrsg. Jürgen Gerhards und Ronald Hitzler (Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1999), S. 96

unterstützt differenziertes wissenschaftliches Vorgehen die kardiochirurgischen Standardisierungsprozesse.

Die chirurgische Klinik ist somit bereits in der „Ära Derra“ aktiver Handlungspartner in einem multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerk. Dazu trug bedeutsam die Gründung des Sonderforschungsbereichs 30 (SFB 30) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) 1968 mit dem Schwerpunkt Kardiologie bei.⁷⁷² Die besonders intensive Kooperation mit den kardiologisch orientierten Internisten Grosse-Brockhoff und Loogen wird dort gezielt gewürdigt. Auf den „großen Ruf, den sich die Düsseldorfer Kardiologie mit den Professoren Derra und Grosse-Brockhoff erworben hatte“, wurde bereits hingewiesen.⁷⁷³

⁷⁷² Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 158

⁷⁷³ Ebd., S. 103.

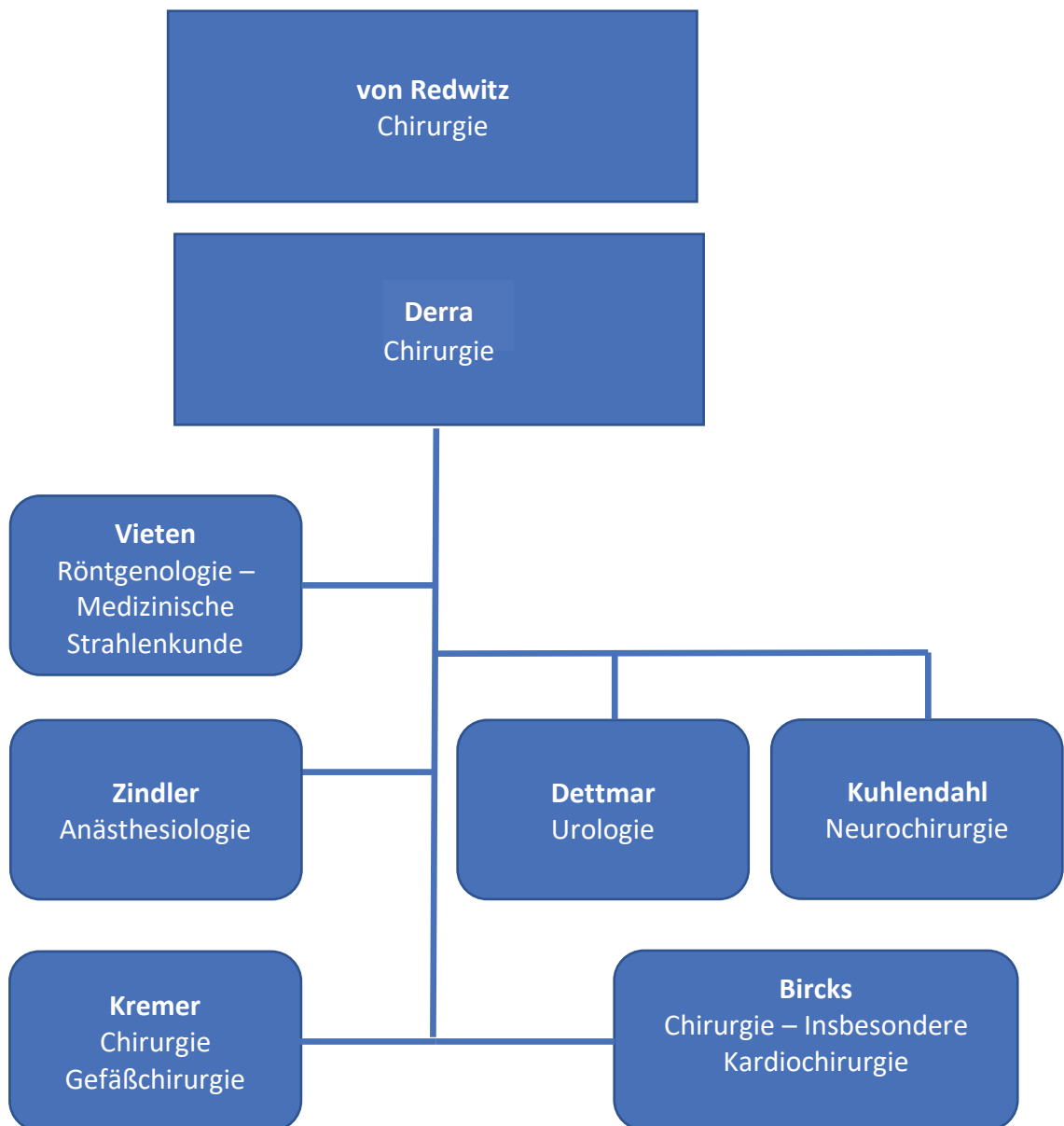


Abb. 6 Spezialisierungsweg der chirurgischen Klinik Düsseldorf (eigene Darstellung)

1970 wurde Ernst Derra emeritiert.⁷⁷⁴

Neben den beschriebenen Errungenschaften für die Düsseldorfer Chirurgische Klinik muss sein leidenschaftliches Engagement für den „Ausbau der Düsseldorfer Medizinischen Akademie zu einer Vollfakultät“, dokumentiert aus der Zeit seines Pro-Rektorats 1955-1956 und Rektorats 1960-1961 der Akademie 1960, hervorgehoben werden.⁷⁷⁵

⁷⁷⁴ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

⁷⁷⁵ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 105

Bezüglich der Förderung der Herzchirurgie zu einer Spezialdisziplin haben sich zwei seiner Entscheidungen als besonders nachhaltig bewährt:

In Fortführung der Strukturierungen der 1950iger Jahre hatte er sich seit 1968 für eine Neugliederung der Klinik für Chirurgie nach seiner Amtszeit eingesetzt. Konkret hatte er vorgeschlagen, den „Lehrstuhl für Chirurgie“ wiederzubesetzen und erstmalig einen „Lehrstuhl für Chirurgie – Insbesondere Kardiochirurgie“ zu besetzen, mit analoger Neugliederung der Klinik.⁷⁷⁶ (s. Abb. 6).

In Konsequenz dazu gehörte seine Befürwortung der Gründung einer neuen wissenschaftlichen Fachgesellschaft, der „Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie“ (DGTHG) in Unabhängigkeit von der traditionellen „Deutschen Gesellschaft für Chirurgie“ (DGCH). Damit war er neben Zenker, München, der einzige deutsche chirurgische Ordinarius, der diese fachlich, wissenschaftlich und gesundheitspolitisch bedeutungsvolle Entwicklung nachdrücklich unterstützte.

Derra wurden überaus zahlreiche, internationale und nationale, Ehrungen und Auszeichnungen, zuteil, wie in seinem Lebenslauf präzisiert (s. Kapitel 7.2.3).

Zwei davon seien hier als ganz bedeutend hervorgehoben: 1957 wurde er als erster Chirurg Präsident der „Deutschen Gesellschaft für Herz-Kreislaufforschung“, heute „Deutsche Gesellschaft für Kardiologie“. 1962 war er Präsident der „Deutschen Gesellschaft für Chirurgie“.

Zurecht beschreibt Bircks Derras Wirken auf nationaler Ebene als sehr einflussreich und geht darauf ein, dass Derra stark dazu beigetragen habe, die Herzchirurgie in Deutschland aus „widrigen Umständen“ auf einen internationalen Standard zu bringen.⁷⁷⁷

In Ergänzung dazu sei abschließend ein Schreiben zitiert, das Rudolf Zenker am 26.1.1972 an den damaligen Präsidenten der DGTHG, Georg Rodewald, geschickt hat: Darin „stellt er Antrag, Herrn Derra zum ersten Ehrenmitglied der Gesellschaft zu wählen. Er ist doch zweifellos der erste Pionier der modernen Herzchirurgie in Deutschland“.⁷⁷⁸

⁷⁷⁶ siehe Universitätsarchiv, „Universität Düsseldorf - Vorschläge, Beschlüsse zur Besetzung und Neugliederung der Chirurgie,“ UAD 3/9 Nr. 645 (1967-1968)

⁷⁷⁷ Bircks, „11. Herzchirurgie“, (1972), S. 147-152

⁷⁷⁸ R. Zenker an G. Rodewald, Brief mit dem Betreff: Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, siehe Archiv DGTHG, 26.01.1972

3.2.3 Die Ära Bircks – Standardisierung und Weiterentwicklung

Der 1. April 1970 steht in der Geschichte der Chirurgie der Düsseldorfer Universitätsklinik für den Beginn einer neuen Phase, die mit der schon beschriebenen Neustrukturierung über die Bedeutung einer traditionellen Nachfolge hinausgeht. Die Klinik wurde in zwei Teilkliniken – Klinik A und Klinik B – aufgeteilt. Zu deren Direktoren wurden – in der Nachfolge Derras – Karl Kremer für die Klinik A (Chirurgie, Gefäßchirurgie) und Wolfgang Bircks für die Klinik B (Chirurgie-insbesondere Kardiochirurgie) berufen, beide Schüler Derras.⁷⁷⁹ Für die „Allgemeine Chirurgie“ war damit eine Weiterführung und -entwicklung zu verzeichnen, für die Herzchirurgie der Beginn einer neuen Ära der Spezialisierung: Mit dem Düsseldorfer Lehrstuhl für Herzchirurgie war der erst fünfte in Deutschland etabliert worden. In Anpassung an die jeweiligen Aufgabenbereiche – Themenfelder wurden die Namen der Kliniken ergänzt: Chirurgische Klinik A: Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Unfall-Chirurgie; Chirurgische Klinik B: Thorax- und Kardiovaskularchirurgie.⁷⁸⁰

In Analogie zu den beschriebenen Entwicklungsschritten der Düsseldorfer Chirurgie unter Frey und Derra als besondere „Phasen“, kann auch der Amtsantritt von Wolfgang Bircks am 1. April 1970 als Lehrstuhlinhaber und Klinikdirektor für die neue Disziplin „Kardiochirurgie“ als Beginn einer neuen Ära in Düsseldorf definiert werden.⁷⁸¹

Sie ist geprägt von der Fortführung der von seinen Vorgängern angestoßenen Entwicklungstendenzen hin zu einer spezialisierten kardiochirurgischen Klinik und sie zeichnet sich durch eine Intensivierung der interdisziplinären Kooperation sowie Förderung eines multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks ab. Insgesamt ist dieser Lern- und Lehrprozess von standardisiertem, wissenschaftlichen Denken geprägt. Diese Aspekte imponieren als zentrale Charakteristika der „Ära Bircks“.

Bircks war in besonderem Maße auf diese neue Aufgabe und deren hohe Anforderungen vorbereitet. Da sein persönlicher Werdegang exemplarisch sowohl für die Entwicklung des Fachgebietes wie dessen Wegbereitern gesehen werden kann, soll er kurz skizziert werden.⁷⁸²

⁷⁷⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 374

⁷⁸⁰ Ebd., S. 374 und S. 378.

⁷⁸¹ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

⁷⁸² Bircks, „„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung“, (06.11.1992)

Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks“, (15.09.2017)

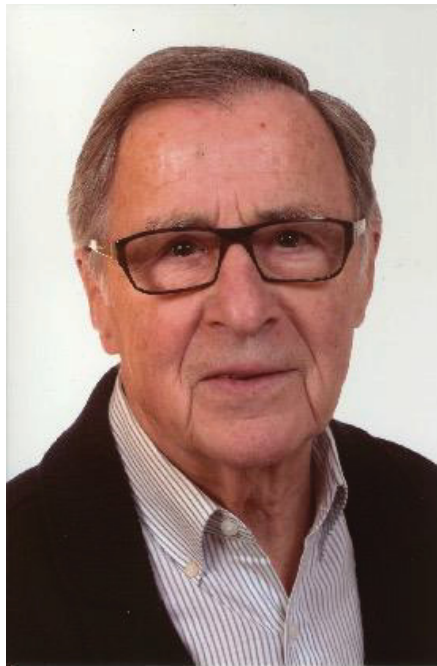


Abb. 7 Prof. Dr. med. Wolfgang Bircks⁷⁸³

Nach dem Staatsexamen 1953 an der Medizinischen Akademie in Düsseldorf war die Tendenz seiner ärztlichen Weiterbildung darauf ausgerichtet, die Nachfolge seiner Eltern in deren Praxis mit angeschlossenen Belegbetten einer kleinen örtlichen Klinik anzutreten. Zunächst war er von 1953/1954 am Pathologischen Institut der Medizinischen Akademie Düsseldorf, bei Hubert Meessen tätig. In dieser Zeit stellte ihm Grosse-Brockhoff, der ihn während des Studiums in Bonn kennengelernt und ihn mit der Korrektur der ersten Auflage seines Lehrbuches der Pathophysiologie aus studentischer Sicht betraut hatte, eine Assistentenstelle in der Medizinischen Klinik in Aussicht. Bircks wechselte jedoch – das Ziel einer breiten praktischen Weiterbildung vor Augen – an das St. Martinuskrankenhaus in Düsseldorf. Nach anfänglicher Arbeit in der internistischen Abteilung von Wirtz, einem Volhard -Schüler, setzte er auf dessen Empfehlung seine Arbeit bei Achilles, einem Schüler E.K. Freys, fort. Wirtz hatte offensichtlich die besondere Eignung Bircks für die Chirurgie erkannt und damit dessen Weg in deren Richtung gelenkt. Nach der Erlangung des Facharztes für Chirurgie wurde Bircks die Chefarztposition des Haupthauses des Ordens in Frankfurt angeboten. Da er für eine derartige Position thoraxchirurgische Kenntnisse als unabdingbare Voraussetzung ansah – eine aus heutiger Sicht korrekte, vorausschauende Anforderung – wechselte er 1958 zu Ernst Derra an die Chirurgische Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf. Das war über das angestrebte Ziel hinaus, thoraxchirurgische Erfahrungen zu erwerben, eine wiederum wegweisende Entscheidung, weil Derra ihm nach

⁷⁸³ W. Bircks, Prof. Dr. med. Wolfgang Bircks, Urheberrechte siehe Anhang

kurzer Zeit die Habilitation anbot. Bircks zögerte zunächst. Zum einen hatte er zwar das Ende der Zeit der sog. „Generalisten“ in der Chirurgie realisiert, zum anderen war er noch nicht bereit, sich „der lebenslänglichen Tätigkeit im universitären Bereich zu verschreiben, obwohl dies seiner korrekten Ansicht nach für die Spezialisierung in der Herzchirurgie die einzig mögliche war“.⁷⁸⁴ So verband er parallel klinische und wissenschaftliche Arbeit, bis 1963 eine Entscheidung unumgänglich geworden war: Derra ernannte ihn zum Oberarzt, übertrug ihm die Leitung der „Arbeitsgruppe offene Herzchirurgie“. 1964 habilitierte sich Bircks mit der Schrift „Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe“.⁷⁸⁵ Das wurde bereits zuvor kommentiert (s. S. 155-156).

In seiner verantwortungsvollen Position war er nicht nur für die unmittelbare Weiterentwicklung der Herzchirurgie erfolgreich. Hinzu war die Bewältigung einer besonderen Problematik gekommen, die sich letztlich aus den Erfolgen der Herzchirurgie ergeben hatte: es hatten sich „Wartelisten“ zahlreicher Patienten für operative Behandlungen gebildet. Dieses doppelte Problem, die konsekutive, klinische und wissenschaftliche Weiterentwicklung der Kardiochirurgie einerseits und die adäquate Versorgung vieler herzkranker Patienten andererseits, begleitete die Arbeit von Wolfgang Bircks bis zum Ende seines aktiven Berufslebens. Es kennzeichnet die allgemeine Situation in Deutschland, betraf Düsseldorf aber in besonderem Ausmaß.⁷⁸⁶

In einem persönlichen Gespräch Ende des Jahres 1970 akzentuierte Bircks die Ziele, die er mit der Übernahme des Lehrstuhls und der Klinik als seine wesentlichen Aufgaben ansähe: Erstens, die große Verpflichtung, das hohe Niveau der „Derra-Klinik“ zu erhalten und zweitens, von dieser Basis ausgehend, die Herzchirurgie weiterzuentwickeln. Dazu zählte er ausdrücklich, über die klinischen und wissenschaftlichen Fortschritte hinaus, die Schaffung struktureller Grundlagen für die Herzchirurgie: Eine spezielle ärztliche Weiterbildung, die Etablierung einer wissenschaftlichen Fachgesellschaft und die Ausweitung der klinischen Behandlungsmöglichkeiten durch zusätzliche operative und perioperative Kapazitäten.⁷⁸⁷

Ergänzend ist als ein weiteres zentrales Problem dieser Zeit bis weit in die 1980iger Jahre hinein und alle Bereiche der Herzmedizin betreffend hervorzuheben, nach Erarbeitung der

⁷⁸⁴ Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks“, (15.09.2017)

⁷⁸⁵ Bircks, „Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961,“.

⁷⁸⁶ Bircks, „„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung“, (06.11.1992)

⁷⁸⁷ Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

technischen Möglichkeiten, Erfahrungen zur sicheren Indikationsstellung zu gewinnen. Vor diesem Hintergrund werden daher die die wichtigsten Schritte zur Weiterentwicklung des Fachgebietes und die Verbesserung und Erweiterung der Infrastrukturen der Düsseldorfer Klinik an Einzelbeispielen illustriert.

Zwar bildete die Chirurgie der angeborenen Herzerkrankungen unverändert einen zentralen Schwerpunkt der Düsseldorfer Klinik, doch nahmen allmählich die erworbenen Herzfehler in Bezug auf Vielfältigkeit und dann an Zahl deutlich zu. Bei den angeborenen Herzfehlern wurde, wie in Kapitel 3.1.3 ausführlich geschildert, der Übergang zur Ausweitung der Therapiemöglichkeiten, wie die Erweiterung auf die Eingriffe bei kleinen Kindern, Säuglingen und Neugeborenen schrittweise vollzogen. In besonderem Maße gefördert wurde diese Entwicklung durch die hervorragende Zusammenarbeit mit der seit 1966 durch von Harnack geleiteten Klinik für Kinderheilkunde, der eine kinder-kardiologische Ambulanz eingerichtet hatte. 1967 kam Maurice Bourgeois nach Düsseldorf. Ihm war zuvor anlässlich eines längeren Forschungsaufenthalt an der Mayo Klinik eine breite kinder-kardiologische Weiterbildung vermittelt worden. Von Harnack hatte rückblickend seine „Weitsicht für die Bildung subspezialisierter Einheiten bewiesen“.⁷⁸⁸ Die ersten Herzkatheteruntersuchungen bei Kindern wurden Anfang der 1970iger Jahre in der Klinik für Kardiologie durchgeführt. Sowohl der Kardiologe Loogen wie der Kardiochirurg Bircks hatten die Wahl von Bourgeois sehr begrüßt. 1978 konnte die Abteilung für Kinderkardiologie das erste eigene Katheterlabor in Betrieb nehmen. 1984 wurde Klinik für Kinderkardiologie selbständige Einheit im Zentrum für Kinderheilkunde und Bourgeois zu deren Leiter berufen.⁷⁸⁹ Ganz allgemein gehörte zu diesen Fortschritten, dass zunehmend „korrigierende Eingriffe“ durchgeführt und „Palliationen“ ausschließlich unter medizinischen Aspekten vorgenommen wurden. Damit war, nicht zuletzt durch die die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Kinderkardiologen, auch der weitestgehende Anschluss an das internationale Niveau vollzogen. Exemplarisch für die Standardisierung der operativen Therapie neuer Krankheitsbilder sei diejenige der TGA durch die ab 1972 regelhaft vorgenommene „Vorhofumkehr-Operation“ nach Mustard angeführt.⁷⁹⁰ Auf spezielle Aspekte gehen die Kapitel zur „Rolle der Kinderheilkunde“, Kapitel 3.3.2 und „Zur Therapie der TGA“, Kapitel 3.5.5, ein.

⁷⁸⁸ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 411

⁷⁸⁹ Ebd., S. 411-412.

⁷⁹⁰ W. Bircks et al., „Zur Absterberate und zu Spätkomplikationen nach Palliativoperationen wegen Transposition der großen Arterien,“ *Thorac cardiovasc Surg* 23, 05 (1975), S. 452-455

Hinsichtlich der erworbenen Herzfehler verzeichnete zunächst die operative Therapie der Herzklappenerkrankungen eine signifikante Zunahme und sie entwickelte sich in Düsseldorf zu einem der Schwerpunkte der Forschung, wobei besonderes Interesse der Erprobung neuer Herz-Klappen-Modelle und der Antikoagulantien-Therapie als einem Aspekt längerfristiger Beobachtungen galt.⁷⁹¹ Neben den bereits ausführlich erläuterten allgemeinen Verbesserungen im Bereich der Herzklappenchirurgie (s. S. 89-95) gehörte in Düsseldorf ein „lokal bedingter“ Umstand zur Steigerung dieses Segmentes. Ein beträchtlicher Anteil der Patienten, die frühzeitig einer „geschlossen Mitralstenosenoperation“ unterzogen worden waren, entwickelten Rezidive des Herzklappenfehlers.⁷⁹²

Auch die stetige Verbesserung der zur Verfügung stehenden Herzklappenprothesen, die bereits geschildert wurde, trug dazu bei, siehe Kapitel 3.1.3. Eines der größten Probleme, die „Bügelbrüche“ der Björk-Shiley-Kippscheibenprothese, ist ebenfalls beschrieben (s. S. 90-91). Es wird hier noch einmal in Bezug auf die interdisziplinäre Kooperation angesprochen. Bis 1986 wurden 52 Bügelbrüche dieses Klappentyps gemeldet, die häufig letal endeten.⁷⁹³ Bei der sorgfältigen und umfassenden Analyse dieser schwerwiegenden Problematik waren aus der Düsseldorfer Klinik Horstkotte und Ostermeyer beteiligt, zusammen mit Herzmedizinern aus London, Leiden, Stockholm, Lund und Oslo.⁷⁹⁴ Es entstand also ein internationales Netzwerk aus spezialisierten Herzzentren, zu dem Düsseldorf als wesentlicher Bestandteil zählte. Im Rahmen dieser internationalen Zusammenarbeit ergab die Analyse der Daten der Bügelbrüche, dass – verglichen mit der Belassung der Prothese und Beobachtung der Patienten – das Risiko einer elektiven Explantation und Austausch der 70° konvex-konkaven Björk-Shiley-Klappe signifikant höher war. Daher wurde dieses Procedere einvernehmlich nicht empfohlen.⁷⁹⁵ In Konsequenz wurden auch die Düsseldorfer Patienten, die eine Björk-Shiley-Klappenprothese dieser Art erhalten haben und keine Komplikationen erfuhren, nicht erneut operiert.

⁷⁹¹ D. Horstkotte et al., „Prognose, Komplikationen und Funktionsbeurteilung nach Herzklappenersatz,“ *Internist (Berl)* 30, 8 (1989), S. 511-519

H. D. Schulte et al., „Komplikationen nach Herzklappenersatz mit mechanischen und biologischen Prothesen,“ *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 372, 1 (1987), S. 607-611

Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 379

⁷⁹² Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

⁷⁹³ Ostermeyer et al., (1987), S. 73

⁷⁹⁴ Ebd., S. 71.

⁷⁹⁵ Ebd., S. 75-76.

Zusätzlich zur Etablierung eines internationalen herzmedizinischen Netzwerks ermöglicht das Beispiel der Bügelbrüche die Charakterisierung einer wissenschaftlich fundierten Vorgehensweise, die charakteristisch für die dargestellte „Epoche der Standardisierung“ ist. In diesem Zusammenhang ist die generelle Verfahrensweise, die Bircks für den Umgang mit allen technischen Produkten vorgeschrieben hatte, erwähnenswert: Von jedem Produkt mussten, soweit verfügbar, zwei Modelle unterschiedlicher Bauart bzw. Hersteller regelhaft benutzt werden. Dadurch sollte sichergestellt sein, dass bei Problemen mit einem der Produkte die notwendige Routine für ein Ausweichen auf das andere vorlag. Dieses Konzept hatte sich in besonderer Weise beim Problem mit der Björk-Shiley -Prothese bewährt: Anstelle dieser mechanischen Herzklappe kamen übergangslos die bewährte Starr-Edwards-Kugelklappe sowie die kurz zuvor eingeführte SJM-Doppelflügel-Prothese in die klinische Praxis.⁷⁹⁶

Bereits an dieser Stelle soll auf die Thematik der „Herzklappenstudie“, die in den Jahren 1974 bis 1981 in Düsseldorf durchgeführt wurde, hingewiesen werden. Es war die weltweit erste randomisierte Studie, die verschiedene mechanische Herzklappen hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte untersuchte.⁷⁹⁷ Sie ist zum einen Ausdruck der fächerübergreifenden Kooperation in Düsseldorf und spiegelt die Zusammenarbeit im Herzzentrum detailgetreu wider. Zum anderen demonstriert sie die Stellung der Düsseldorfer Herzkliniken vor dem damaligen historischen Hintergrund im internationalen Vergleich und gibt Hinweise auf Düsseldorfs klinisch und wissenschaftlich bedeutende Position im internationalen Kontext. Wegen ihrer herausragenden Bedeutung wird der Studie ein spezielles Kapitel gewidmet, siehe Kapitel 3.5.2.

Neben der Arbeit zum Herzklappenersatz kann die herzchirurgische Klinik in den Jahren 1977 bis 1981 einige Innovationen bei der Behandlung von Klappenerkrankungen verzeichnen. Beispiele hierfür sind die 1977 eingeführte Modifikation der Annuloplastie bei Trikuspidalinsuffizienz. Hierbei handelt es sich um eine Weiterentwicklung der semizirkulären Naht nach de Vega durch Bircks, wodurch eine besondere Stabilität dieser Plastik erreicht werden soll.⁷⁹⁸

⁷⁹⁶ Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

⁷⁹⁷ D. Horstkotte et al., „Einfluß von Klappentyp und Klappenfunktion auf die chronisch intravasale Hämolyse nach alloprothetischem Mitral- oder Aortenklappenersatz,“ *Z Kardiologie* 72, 2 (1983), S. 120
Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks“, (15.09.2017)

⁷⁹⁸ J. Meyer und W. Bircks, „Predictable correction of tricuspid insufficiency by semicircular annuloplasty,“ *The Annals of Thoracic Surgery* 23, 6 (1977), S. 574-575

Weiterhin konnte u.a. demonstriert werden, dass ein Klappenersatz auch im floriden Stadium der bakteriellen Endokarditis Vorteile aufweist.⁷⁹⁹ Bei einer Untersuchung von 121 Patienten zeigte sich, dass die Letalität der chirurgisch behandelten Endokarditis-Patienten 12% niedriger war als bei denen mit konservativer Behandlung.⁸⁰⁰

Die enge Zusammenarbeit der chirurgischen und kardiologischen Klinik in Düsseldorf führte auch zu einer Verbesserung des bis dahin unbefriedigenden NYHA-Stadiums nach Mitralkappenprothesen-Implantation.⁸⁰¹ So wurde ab 1981 verstärkt Lilleheis Vorschlag, das komplette posteriore Segel der Mitralklappe bei Mitralkappenimplantation zu erhalten, umgesetzt. Die Studie von Lillehei aus dem Jahr 1964, hatte ebenso einen positiven Einfluss auf die Mortalität bestätigt.⁸⁰² 1992 berichtete die herzchirurgische Klinik Düsseldorf über die Ergebnisse dieser Technik, die in den Jahren 1986 bis 1988 bei 105 Patienten verwendet wurde. Es zeigte sich deutlich, dass die Patienten, die unter Erhalt des posterioren Segels der Mitralklappe operiert wurden, insbesondere bezüglich ihrer Belastbarkeit besser abschneiden, als die Patienten mit einer kompletten Resektion der Mitralklappe.⁸⁰³

Diese Beispiele verdeutlichen den zentralen Aspekt des zu betrachtenden historischen Abschnittes: Bereits standardisiert durchgeführte Operationen, wie der Herzklappenersatz, werden durch kritische Auseinandersetzung und strukturierte Auswertung postoperativer Ergebnisse weiterentwickelt. Auf Grund dieses Prozesses kommt es konsekutiv zur weiteren Spezialisierung, auch innerhalb des Fachgebiets Herzchirurgie, da die Behandlung spezifischer Krankheitsbilder, wie z.B. die Herzklappenerkrankungen, stetig umfangreicher und detaillierter wird. Diese Entwicklung führt letztlich zu spezialisierter Medizin, die einerseits den Vorteil der fachlichen Expertise mit sich bringt. Andererseits birgt sie jedoch die Gefahr, den Menschen ganzheitlich und fachrichtungsübergreifende Erkrankungen aus dem Auge zu verlieren. Als Schlussfolgerung dieser Überlegung ergibt sich daher, wie oben

⁷⁹⁹ H. D. Schulte, D. Horstkotte, und W. Bircks, „Ergebnisse der dringlichen chirurgischen Intervention bei akuter Endokarditis," *Z Kardiol* 78 Suppl 4 (1989), S. 7

⁸⁰⁰ D. Horstkotte et al., „Konservative und chirurgische Therapie bei akuter bakterieller Endokarditis," *Zeitschrift für Kardiologie* 72 Suppl 2 (1983), S. 69

⁸⁰¹ H. D. Schulte et al., "Preservation of the Posterior Mitral Leaflet and Influence on the Late Result After Additional Implantation of a Mitral Prosthesis," in *Fortschritte in der Chirurgie im letzten Jahrzehnt: 109. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 21.–25. April 1992, München*, Hrsg. Edgar Ungeheuer (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992), S. 529-536

C. W. Lillehei, M. J. Levy, und R. C. Bonnabeau, „Mitral valve replacement with perservation of papillary Muscles and chordae tendinae," *J Thorac Cardiovasc Surg* 47 (1964), S. 523-543

⁸⁰² Lillehei, Levy, und Bonnabeau, (1964), S. 534-543

⁸⁰³ Schulte et al., in *Fortschritte in der Chirurgie im letzten Jahrzehnt: 109. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 21.–25. April 1992, München*, S. 529-536

im Beispiel des modifizierten Mitralklappenersatzes angedeutet, die Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit.

Ein weiteres Beispiel für einen über Jahre anhaltenden Entwicklungsprozess ist die Technik der Therapie der Dissektion der Aorta ascendens. Der erste spezielle Eingriff durch Bircks, 1969, wurde bereits erwähnt (s. S. 154).⁸⁰⁴ Im weiteren Verlauf konnten bei der Behandlung des damals noch relativ selten rechtzeitig diagnostizierten Krankheitsbildes schrittweise Fortschritte gemacht werden. Durch Anwendung der sog. „Sandwich-Technik“ ließen sich insbesondere Blutungskomplikationen verringern. Diese Technik zeichnet sich dadurch aus, dass beide Aortenstümpfe nach Durchtrennung der Aorta von innen und außen mit Teflonfilzstreifen verstärkt werden.⁸⁰⁵ In einer Studie aus dem Jahr 1990 betont die Düsseldorfer Arbeitsgruppe, dass nach Möglichkeit sowohl die Rekonstruktion der Aorta wie auch der Aortenklappe angestrebt werden sollte.⁸⁰⁶

Wie oben beschrieben, war gegen Ende der 1960iger Jahre die operative Behandlung der koronaren Herzerkrankung etabliert worden (s. S. 47). Ab 1969/1970 wurden in Düsseldorf die ersten Vineberg-Operationen zur indirekten Revaskularisierung des Myokards durchgeführt.⁸⁰⁷

1971 begann die kardiologisch-kardiochirurgische Düsseldorfer Arbeitsgruppe um Bircks und Loogen mit der Technik des ACVB.⁸⁰⁸ Zur Erarbeitung von Indikationen und Operationszeitpunkten, die als „generelles Thema“ bereits angesprochen wurden, wählte man folgendes Konzept: Es wurden regelmäßig, aber zunächst wenige ausgewählte Patienten operiert, die regelhaft drei Monate nach dem Eingriff zu einer stationären Kontrolluntersuchung einschließlich Koronarangiographie wiedereinbestellt wurden. Dabei erwies sich diese Technik alsbald als so effektiv, dass sie in die tägliche Routine eingeführt wurde.⁸⁰⁹ Den internationalen Erfahrungen folgend, wurde ab 1972 die direkte arterielle Revaskularisation mit mindestens einem „arteriellen Bypass“, in der Regel zwischen der

⁸⁰⁴ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

⁸⁰⁵ H. D. Schulte et al., „Langzeitergebnisse der chirurgischen Therapie bei thorakalen Aortenaneurysmen (A. ascendens-Dissektion),“ *Langenbecks Arch Chir Suppl II Verh Dtsch Ges Chir* (1990), S. 493

⁸⁰⁶ Ebd., S. 492.

⁸⁰⁷ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

⁸⁰⁸ Ebd.

⁸⁰⁹ Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

linken ITA und dem Ramus interventricularis anterior (RIVA) der linken Koronararterie, als Standard angestrebt.⁸¹⁰

Mit der Einführung der neuen erfolgreichen Operationsmöglichkeiten stieg deren Nachfrage durch Kardiologen und Patienten stark an, wodurch sich das bereits erwähnte, bedrückende „Wartelistenproblem“ signifikant vergrößerte. In seinem Interview zur Geschichte der Herzchirurgie, besonders der deutschen, betont Bircks noch einmal sehr eindrucksvoll, wie lange Wartelisten entstanden, denen die kardiochirurgische Klinik in Düsseldorf alleine nicht gerecht werden konnte.⁸¹¹ In Konsequenz wurde, auch durch die Krankenkassen, eine Etablierung neuer herzchirurgischer Kliniken gefordert.

Ganz allgemein war daher besonders die erfolgreiche Koronarchirurgie in Düsseldorf ein Ausgangspunkt für die Etablierung neuer kardiochirurgischer Kliniken. Im übergeordneten Sinne ist mithin ein sog. „Wachstumsfaktor“ zu erkennen, der für die Weiterentwicklung und flächendeckende Verfügbarkeit der jungen Fachrichtung verantwortlich ist.

In Düsseldorf reagierte Bircks durch forcierten Ausbau der Infrastruktur. So konnten 1972 ein zweiter und 1975 ein dritter Operationssaal für Eingriffe mit der Herz-Lungen-Maschine in Betrieb gehen. Der dritte davon wurde 1977 mit einer Anlage für „Intraoperative Kineangiographie“ ausgerüstet, die insbesondere eine intraoperative Funktionskontrolle ermöglichte.⁸¹² Er kann mit den heutigen „Hybrid-Operationssälen“ verglichen werden. Hinsichtlich der chirurgischen Therapie von Herzrhythmusstörungen sei ebenfalls auf die bereits beschriebenen Zusammenhänge hingewiesen, auch dezidiert noch einmal darauf, wie die Entwicklung der Rhythmuschirurgie von der Kooperation zwischen Medizintechnik, Kardiochirurgie und Kardiologie profitieren konnte (s. S. 102-107). Dazu gehört die erste Implantation eines Isotopen-Herzschrittmachers im Dezember 1971, ebenso wie die generelle Weiterentwicklung der Systeme.⁸¹³ So konnte erstmals 1991 bei Säuglingen und Kleinkindern die Implantation der Elektroden transvenös erfolgen, was bis dahin, ab 1966, nur mit epimyokardialer Technik möglich gewesen war.⁸¹⁴

⁸¹⁰ N. B. Vukmirovic und W. Bircks, „Die Bedeutung der Arteria mammaria interna als Bypassgefäß,“ *Dt Ärztebl* 87 (1990), S. 2354-2357

⁸¹¹ Bircks, Interview

⁸¹² F. K. Schmiel et al., „Flow Measurements and Simultaneously Performed Angiography of Aorto-coronary Bypass Grafts during Bypass Surgery,“ *J Cardiovasc Surg* 22 (1981), S. 506

Bircks, „Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf,“ in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

⁸¹³ Reidemeister et al., (1972), S. 435-440

⁸¹⁴ J. Winter et al., „Endomyokardiale versus transvenöse Herzschrittmacherstimulation im Säuglings- und Kindesalter,“ *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie* 2 (1991), S. 168

Dass Wolfgang Bircks 1984 erstmals in Deutschland einen „Automatischen internen Defibrillator“, den vierten in Europa, implantierte, ist – einschließlich der überaus bemerkenswerten Entwicklung dieses Systems durch Mirowski – auf den Seiten 104 bis 106 beschrieben.⁸¹⁵

Die „offene Chirurgie“ tachykarder Herzrhythmusstörungen stellt einen Schwerpunkt der Düsseldorfer Kardiologisch-Kardiochirurgischen Arbeitsgruppe um Loogen und Bircks dar, dem sich besonders die Chirurgen Bircks und Ostermeyer und die Kardiologen Breithardt und Borggreffe widmeten. Am Beispiel der ventrikulären Tachykardien kann die Entwicklung gut demonstriert werden: Wenn ein ventrikuläres Aneurysma die Ursache tachykarder Herzrhythmusstörungen war, wurde dieses ab 1971 zunächst mittels Aneurysmaresektion behandelt.⁸¹⁶

In einer 1977 veröffentlichten Studie von 115 Patienten mit Herzwandaneurysmas zeigte sich der Eingriff als besonders vielversprechend, wenn die Operationsindikation „konservativ nicht beherrschbare ventrikuläre Arrhythmien“ gestellt wurde.⁸¹⁷

Die Einführung des intraoperativen Mappings 1978 als eine neue elektrophysiologisch geleitete Diagnostik, löste ab 1982 die „blinde Resektion“ als Standardverfahren zur Therapie ventrikulärer Tachykardien ab.⁸¹⁸ Das intraoperative Mapping ermöglichte die Lokalisation des Ursprungs der Tachykardien und somit deren gezielte Therapie. Die nachfolgenden Studien der Düsseldorf Gruppe demonstrierten die Überlegenheit dieses Verfahrens gegenüber der traditionellen Resektion.⁸¹⁹ Die Tatsache, dass bei den meisten der so erfolgreich operierten Patienten bereits eine erheblich reduzierte ventrikuläre Funktion vorlag, führte zu einem zusätzlichen Erfahrungsgewinn: Durch diese Resultate gewann die Düsseldorfer Gruppe ab 1978 eine umfassendere Sicherheit zur Erweiterung der Indikationsstellung zur Koronarchirurgie von Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion.⁸²⁰

Die intensiven Anstrengungen zur Behandlung der Herzinsuffizienz können in verschiedene Themenfelder gegliedert werden:

⁸¹⁵ Trappe, (2014), S. 125

Krian, Persönliche Mitteilung, April 2017

⁸¹⁶ Ostermeyer et al., (1982), S. 704-715

⁸¹⁷ H. D. Schulte et al., „Therapie lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen durch Resektion von Herzwandaneurysmen oder Divertikeln,“ *Z. Kardiolog. Suppl* 4 (1977), S. 60

⁸¹⁸ Ostermeyer et al., (1982), S. 704-715

⁸¹⁹ Ebd.

⁸²⁰ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

Zur unmittelbaren perioperativen Herz-Kreislauf-Unterstützung zählt die intraoperative „Unterstützungsperfusion“ des komplett entlasteten, schlagenden Herzens, die ab 1972 in die allgemeine Routine eingeführt wurde.⁸²¹ So sollte dem Herzen unter optimalen Bedingungen eine Erholung des Myokardstoffwechsels und damit der Funktion ermöglicht werden.

Eine grundlegende Voraussetzung für dieses Verfahren ist ein möglichst „atraumatisches extrakorporales Zirkulationssystem“, wozu – neben weiteren wichtigen Bausteinen wie Pumpen, Schläuchen und Blutfiltern – insbesondere ein schonender Oxygenator gehört, wie schon zuvor beschrieben (s. S. 114-117). Als „nahezu ideale“ Lösung hatte das zur Entwicklung der Membranoxygenatoren geführt, deren Prinzip der Oxygenierung dem der natürlichen Lunge ähnelt.

Mit Unterstützung der DFG wurde im März 1971 ein Bramson-Membranoxygenator angeschafft, bei dem die Oxygenierung des Blutes durch eine wasserundurchlässige, aber gaspermeable Membran erfolgt. Das venöse Blut fließt an Silikon-Gummi-Membranen entlang.⁸²² Von der gegenüberliegenden Seite kann der Sauerstoff diese Membran passieren. Ein Wasserzirkulationssystem bewirkt die adäquate Temperierung des Blutvolumens.⁸²³ Im Gegensatz zu den üblichen Bubble-Oxygenatoren hat dieses Verfahren den Vorteil, dass auch bei kurzzeitiger Anwendung im Operationssaal eine bessere Durchblutung, physiologischere Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentrationen und ein geringerer Blutverlust gesichert werden können.⁸²⁴

Bereits ein Jahr später veröffentlichte die kardiochirurgische Klinik erste positive Ergebnisse.⁸²⁵ Nach Labor- und Tierversuchen konnte die erste klinische Anwendung schließlich am 13. September 1971 stattfinden; es wurde ein ASD verschlossen.⁸²⁶ Allerdings erwähnen Schulte, Bircks und Dudziak, dass die Anwendung des Bramson-Oxygenators sehr aufwendig sei, da vor jeder Operation die Membranen einzeln aufgebracht werden mussten.

⁸²¹ Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

⁸²² H. D. Schulte, „First steps in membrane oxygenation and prolonged extracorporeal perfusion in Duesseldorf using the Bramson membrane lung,“ *Perfusion* 18, 3 (2003), S. 185-189

H. D. Schulte, „Membranoxygenatoren zur prolongierten assistierten extrakorporalen Zirkulation,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 98, 10 (1973), S. 508-513

⁸²³ Schulte, „Membranoxygenatoren zur prolongierten assistierten extrakorporalen Zirkulation“, (1973), S. 509

⁸²⁴ J. E. Liddicoat et al., „Membrane vs bubble oxygenator: clinical comparison,“ *Ann Surg* 181, 5 (1975), S. 747-753

⁸²⁵ Schulte, Bircks, und Dudziak, (1972), S. 54-59

⁸²⁶ Schulte, „First steps in membrane oxygenation and prolonged extracorporeal perfusion in Duesseldorf using the Bramson membrane lung“, (2003), S. 185-189

Schulte, Bircks, und Dudziak, (1972), S. 54-59

Er eigne sich daher noch nicht für Routineoperationen mit einer Zeitdauer von ein bis zwei Stunden.⁸²⁷

Immerhin konnte die herzchirurgische Klinik in Düsseldorf mit Hilfe des Bramson-Oxygenators die erste erfolgreiche Langzeit-Perfusion in Europa, die vierte weltweit, durchführen: Am 8. November 1971 wurde ein Atrioventrikularkanal bei einem 10-jährigen Mädchen operativ behandelt.⁸²⁸ Nach dem Eingriff entstand jedoch ein schwerwiegendes Lungenödem, wodurch eine extrakorporale Langzeitperfusion mit Hilfe des Bramson-Membranoxygenators indiziert wurde. Diese Therapie war erfolgreich, sodass sich das Mädchen bereits in den ersten Tagen nach der Extubation gut erholte, jedoch zunächst eine unvollständige, aber rückläufige Lähmung des Nervus fibularis und tibialis zeigte.⁸²⁹ Nach 18 Monaten stellte es sich normal entwickelt und ohne Residuen vor.⁸³⁰

Damit war ein bedeutsamer Erfolg im internationalen kardiochirurgischen Vergleich erreicht.⁸³¹

Neben der klinischen Anwendung wurden weiterhin experimentelle Untersuchungen zur Optimierung der EKZ angewendet. Hierzu wurden der Gibbon-Oxygenator, der Weishaar-Bubble-Oxygenator, der Rygg-Kyvsgaard-Bubble-Oxygenator und der Bramson-Oxygenator bezüglich ihrer Langzeitperfusionswirkung miteinander verglichen.⁸³² Es zeigte sich, dass die Anwendung des Bramson-Oxygenators das geringste Bluttrauma und ebenso den geringsten Rückgang der Thrombozytenzahl versichern konnte.

Die gerade erfolgte Beschreibung der vergleichenden, experimentellen und klinischen Anwendungen der Anfang der 1970iger Jahre in schneller Reihenfolge neu entwickelten Oxygenatoren verdeutlicht, wie sich der Vergleich der neuen Systeme zu einem Schwerpunkt der Forschung in Düsseldorf herausgebildet hatte. Beispielhaft zitiert werden sollen Arbeiten zur Innovation (Herzer), zum unmittelbaren Vergleich (Schulte), zur Anwendung im Säuglings- und Kleinkindesalter (Böckmann) und zu speziellen licht- und raster-mikroskopischen Untersuchungen (Rosenbauer).⁸³³

⁸²⁷ Schulte, Bircks, und Dudziak, (1972), S. 54-59

⁸²⁸ Ebd.

⁸²⁹ Ebd.

⁸³⁰ Schulte, „First steps in membrane oxygenation and prolonged extracorporeal perfusion in Duesseldorf using the Bramson membrane lung“, (2003), S. 189

⁸³¹ ebd., S. 185-189.

⁸³² H. D. Schulte et al., "Geeignetes Konzept eines Membranoxygenators für assistierte Langzeitperfusionsen (mit einer erfolgreichen klinischen Anwendung)," in *Herzhypertrophie*, Hrsg. R. Thauer und K. Pleschka (Heidelberg: Steinkopff, 1972), S. 345-357

⁸³³ J. A. Herzer et al., „Scanning-electron-microscopic and functional studies of oxygenator-membranes during long-term-perfusion," *Journal of Cardiovascular Surgery* 18, 1 (1977), S. 35-41

Zu diesem Komplex kardiochirurgisch bedeutsamer Fragestellungen gehörte auch die Methode zur extrakorporalen CO₂-Elimination. Dabei kam der Kolobow-Membran-Oxygenator, mit dem schon Erfahrungen zur extrakorporalen Langzeitperfusion vorlagen, zur Anwendung. Mit der neuen Methode wurde erreicht, dass die natürliche Lunge lediglich die Oxygenierung des Blutes zu übernehmen hatte, die CO₂-Elimination konnte extrakorporal stattfinden, sodass insgesamt die Blutgaswerte im Normalbereich bleiben⁸³⁴ Schließlich wurden in Düsseldorf nach vorausgehender tierexperimenteller Testung mit Hilfe dieses Verfahrens 80% der CO₂-Elimination bei einer Patientin mit Lungenversagen nach einem Motorradunfall erfolgreich nach extrakorporale verlagert.⁸³⁵ Da sich zuvor unter konventioneller Beatmung insbesondere der pCO₂-Wert nicht normalisierte, bestand die Indikation zur extrakorporalen CO₂-Elimination. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass lediglich niedrige Beatmungsvolumina und -drücke notwendig sind.⁸³⁶ Daher wird die bereits pathologisch veränderte Lunge nicht durch hohe unphysiologische Volumina oder Drücke geschädigt. In Düsseldorf wurden drei Patienten bis 1985 mit der Kolobow-Methode behandelt.⁸³⁷ Allerdings überlebte lediglich einer der drei Patienten.

Diese straffe Übersicht über einige Aspekte der Düsseldorfer Arbeiten zu den Anwendungsmöglichkeiten der Bramson- und Kolobow-Membranoxygenatoren soll einige Rückschlüsse erlauben: es ist deutlich erkennbar, dass die Medizintechnik in der Ära Bircks weiterhin zunehmende Bedeutung für den kardiochirurgischen Fortschritt gewinnt, sowohl bei den klinischen wie den experimentellen Arbeiten. Unübersehbar ist die Notwendigkeit der engen Zusammenarbeit von medizinisch-fachlicher Kompetenz mit derjenigen der Ingenieure und Techniker der Medizintechnik.

H. D. Schulte, „Indikation und Kontraindikation der extrakorporalen Membranoxygenation - Vortrag 4. Kardiotechnikertagung Düsseldorf, 31.05.1975,“ *Intensivmedizin* 14 (1977)

U. Böckmann et al., „Anwendung von Bubble- und Membranoxygenatoren im Säuglings- und Kleinkindesalter - eine retrospektive Studie,“ *Thorac cardiovasc Surg* 33, 1 (1985), S. 48-49

K. A. Rosenbauer et al., „Anwendung beschichteter und unbeschichteter extrakorporaler Kreislaufsysteme. Licht- und resterelektronenmikroskopische Untersuchungen,“ *Fachzeitschrift für das Laboratorium* 7 (1976), S. 815-820

⁸³⁴ T. Kolobow et al., „An alternative to breathing,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 75, 2 (1978), S. 261-266

⁸³⁵ K. J. Falke et al., "Extracorporeal CO₂-Elimination in Severe Acute Pulmonary Failure: Experimental Investigations and Successful Clinical Application," in *Chirurgisches Forum '83 für experimentelle und klinische Forschung: 100. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, Berlin, 6. bis 9. April 1983*, Hrsg. H. W. Schreiber (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1983), S. 251-257

⁸³⁶ K. Falke und H. D. Schulte, „Extrakorporale CO₂-Elimination mit niedrigfrequenter Beatmung zur Behandlung des schweren akuten Lungenversagens,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 110, 17 (1985), S. 663-664

⁸³⁷ Ebd., S. 664.

Zur übergeordneten Thematik mechanischer Herzunterstützung zählt neben den Herz-Lungen-Maschinen auch die intraaortale Ballongegenpulsation (IABP). Sie wurde in Düsseldorf erstmals 1965 mit der sog. SYMAS- Pumpe eingesetzt, allerdings ohne nachhaltigen Erfolg.⁸³⁸ Das Verfahren empfahlen erstmals 1962 Mouloupoulos, Topaz und Kolff als eine vorteilhafte Methode zum Einsatz bei Linksherzversagen.⁸³⁹ Sie beschreiben, wie ein Ballonkatheter in der Aorta descendens, dem Herzrhythmus entsprechend, durch diastolische Druckerhöhung in der Aorta bei niedrigem diastolischer Druck im Herzen die Koronardurchblutung verbessert.⁸⁴⁰ Die resultierende Entlastung des Herzens bei gleichzeitig gesteigerter Koronarperfusion sei allgemein bei kardiogenen Schockzuständen, z.B. bei perioperativer myokardialer Insuffizienz, indiziert.⁸⁴¹ Mit Verbesserung der Technologie dieser Systeme wurde das Verfahren 1973 in Düsseldorf erneut eingeführt.⁸⁴² Schulte zieht 1973 in Erwägung, dass insbesondere Langzeitperfusionsen mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine in Kombination mit der intraaortalen Ballonpulsation erfolgreich sein könnten.⁸⁴³ Der erste Patient, der in Düsseldorf mit dieser Methode behandelt wurde, litt unter einem kardiogenen Schock nach korrigierter Pulmonalstenose und VSD.⁸⁴⁴ Trotz vorheriger Applikation der ECMO konnte auch die intraaortale Gegenpulsation keine Besserung erreichen und der Patient starb.⁸⁴⁵ Insgesamt waren die Erfahrungen mit dieser Methode in Düsseldorf eher negativ, da durch die Anwendung der intraaortalen Gegenpulsation zunächst keine Besserung erreicht werden konnte.⁸⁴⁶ In Ergänzung beschreibt auch Spiller 1975 die Anwendung dieser Methode bei sieben Patienten mit kardiogenem Schock. Zwar konnte er teilweise den Schockzustand aufheben, jedoch ist sein gesamtes Patientenkollektiv verstorben.⁸⁴⁷ Auf Grund dessen zieht er

⁸³⁸ Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

⁸³⁹ S. D. Mouloupoulos, S. R. Topaz, und W. J. Kolff, „Extracorporeal assistance of the circulation and intraaortic balloon pumping " *ASAIO Journal* 8, 1 (1962), S. 85-87

⁸⁴⁰ Ebd., S. 86.

⁸⁴¹ Schulte, „Membranoxygenatoren zur prolongierten assistierten extrakorporalen Zirkulation“, (1973), S. 508-513

⁸⁴² Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

⁸⁴³ Schulte, „Membranoxygenatoren zur prolongierten assistierten extrakorporalen Zirkulation“, (1973), S. 512

⁸⁴⁴ H. D. Schulte et al., „Erfahrungen mit der intraaortalen Ballonpumpe bei der kardiogenen Schockbehandlung nach herzchirurgischen Eingriffen," *Intraaortale Ballongegenpulsation, Stuttgart* (1977), S. 165

⁸⁴⁵ Ebd., S. 164-165.

⁸⁴⁶ Ebd., S. 168.

⁸⁴⁷ P. Spiller et al., „Intraaortale Ballon-Pulsation beim kardiogenen Schock nach kardio-chirurgischen Eingriffen*, " *Thorac cardiovasc Surg* 23, 04 (1975), S. 364-367

denselben Schluss, dass die IABP eher prophylaktisch, bei drohendem kardiogenem Schock, zum Einsatz kommen sollte.

Dennoch stellten sich Situationen heraus, in denen die Anwendung der IABP als positiv zu werten ist. So konnte tierexperimentell bewiesen werden, dass die Kombination aus IABP und veno-arteriellem Bypass sich günstig auf den kardiogenen Schockzustand auswirken.⁸⁴⁸ Ebenso erwies sie sich für Hochrisikopatienten gewinnbringend, da mit Hilfe der Gegenpulsationspumpe ihr präoperativer Allgemeinzustand verbessert werden konnte und die Wahrscheinlichkeit für ein gutes postoperative Outcome erhöht wurde.⁸⁴⁹ Letztlich wurde die IABP im Jahr 1990 bei 692 kardiochirurgischen Operationen in Deutschland eingesetzt.⁸⁵⁰

Auch das Beispiel der IABP soll die intensive und kritische, klinische und wissenschaftliche Arbeit der Düsseldorfer Klinik illustrieren: Auf der Basis von Spezialisierung einerseits und Interdisziplinarität andererseits kristallisiert sich eine differenzierte Einschätzung gegenüber der Anwendung der intraaortalen Gegenpulsation heraus, die angibt, in welchen Situationen das Verfahren einen Nutzen zu haben scheint und in welchen es nicht verwendet werden sollte.

In der schon zitierten Würdigung Derras weist Schulte 2001 auf die „zusätzlichen Problemkreise“ hin, die mit der Einführung der Herz-Lungen-Maschinen Operationen verbunden waren, und er erwähnt u.a. die „Myokardprotektion“.⁸⁵¹

Dieser Fragestellung kam in Düsseldorf von Beginn an intensives Interesse zu, wie die bereits beschriebenen gemeinsamen Aktivitäten von Chirurgen, Löhr, und Pathologen, Poche, Meessen belegen (s. S. 150-152). In den Folgejahren wurde das Verfahren des „intermittierenden, durch Kälte und induziertes Kammerflimmern Herzstillstandes“ oder der selektiven Koronarperfusion zum Standard.⁸⁵² Nachdem sich als eines der zahlreichen, konkurrierenden Verfahren, das des „kardioplegischen Herzstillstands in der Technik nach

⁸⁴⁸ P. Spiller et al., "Kombination von intraaortaler Ballonpulsation und veno — arteriellem Bypass," in *Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Herzentlastung mittels extrakorporaler Assistensysteme* (Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1980), S. 94-118

⁸⁴⁹ D. Bregman, „Mechanical support of the failing heart," *Current Problems in Surgery* 13, 12 (1976), S. 62

⁸⁵⁰ C. J. Preußel und H. D. Schulte, "Intraaortale Ballongegenpulsation (IABP): Eine Standortbestimmung," in *Neue Wege in der Herz-Lungen-Maschinen-Technik und der Assistierte Kreislaufzirkulation*, Hrsg. H. Korb, A. Borowski, und E. R. de Vivie (Heidelberg: Steinkopff, 1992), S. 9-17

⁸⁵¹ Schulte, „"Looking into the past only makes sense if it serves the future." Konrad Adenauer (1876 - 1967)", (2001), S. 252

⁸⁵² Krian, Persönliche Mitteilung, Dezember 2020

Bretschneider“ als überzeugend und nachhaltig erwiesen hatte, wurde diese Technik 1978 in Düsseldorf übernommen.

Hans Jürgen Bretschneider hatte bereits 1964 eine Kardioplegielösung mit der Intention entwickelt, besonders myokardschonend vorzugehen.⁸⁵³ Diese spezielle Lösung zeichnete sich durch einen geringen Calcium-Natrium-Gehalt, eine geringe Kalium-Zufuhr und einen hohen Procain-Gehalt aus. Sie wurde in der Folgezeit modifiziert, vor allem durch Ersatz des Procains durch Histidin/Histidin-HCL⁸⁵⁴ Die von Bretschneider vorgeschlagene und z.B. durch Preuße ausgiebig untersuchte Anwendung dieser Lösung als sog. „High volume Kardioplegie“ wurde seit 1978 in Düsseldorf zum Standardverfahren, von Anfang der 1980iger Jahre auch in der Kinderherzchirurgie.⁸⁵⁵

Als „Ultima ratio“ der chirurgischen Therapie gilt die HTx. Im weitesten Sinne führt der Einsatz aller mechanischen Herzunterstützungssysteme zum vollständigen Ersatz des Herzens durch eine Transplantation.

Diese herzchirurgische Option wurde sowohl von Derra wie auch von Bircks, sehr bewusst und klar begründet, lange Zeit nicht eingesetzt. In den oben geschilderten Anfangsjahren war das durch die korrekte Einschätzung der ungelösten Problematik der Immunsuppression begründet (s. S.108). Im weiteren Verlauf bewogen Bircks die übergroßen Probleme der „Wartelisten“ einerseits und die in Deutschland ausreichenden Kapazitäten für Herztransplantationen andererseits, zunächst die Langzeitergebnisse spezialisierter Institutionen abzuwarten.⁸⁵⁶

Aus übergeordneter Sicht erscheint es geboten, an dieser Stelle den Stand der von Bircks angestrebten Ziele zu betrachten.

⁸⁵³ S. Latz, „Kristalline Kardioplegie nach Bretschneider versus Blutkardioplegie nach Calafiore in der Koronarchirurgie“ (Univ. Diss. med. Fak., Universität Bonn, 2012), S. 11.

⁸⁵⁴ Ebd.

⁸⁵⁵ C. J. Preusse, H. D. Schulte, und W. Bircks, „High volume cardioplegia—A 12-year-experience,“ *Journal of Molecular and Cellular Cardiology* 22 (1990), S. 42

C. J. Preuße et al., „Einleitung des künstlichen Herzstillstandes in der Erwachsenen- und Kinderherzchirurgie,“ in *Extrakorporale Zirkulation Heute*, Hrsg. C. J. Preuße und H. D. Schulte (Heidelberg: Steinkopff, 1991), S. 72

Preusse, Schulte, und Bircks, (1990), S. 42

H. D. Schulte et al., „Clinical myocardial protection with histidine buffered cardioplegic solution (Bretschneider),“ *J Cardiovasc Surg* 22 (1981), S. 470

K. Kocherscheidt et al., „Einfluss des Myokardprotektionsverfahrens auf die postischämische Erholung des Myokards bei Säuglings- und Kleinkinderherzen,“ *Z Kardiol* 78 (1989), S. 151

⁸⁵⁶ Bircks an Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

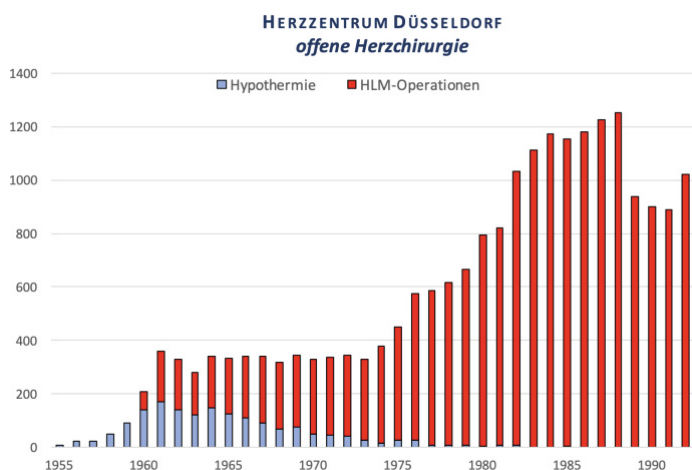


Abb. 8 „Offene Herzchirurgie“ Chirurgische Universitätsklinik Düsseldorf 1955-1992 (Bildrechte bei Prof. Dr. A. Krian)⁸⁵⁷

Bircks hatte sich bei seinem Amtsantritt vorgenommen, „das Niveau der Ära Derra zu erhalten und die Klinik weiterzuentwickeln“ (s. S. 163). Grundvoraussetzungen dafür waren der Ausbau der Infrastruktur zur notwendigen Steigerung der Operationskapazitäten, sowie eine konsequente Standardisierung der klinischen Prozesse.

Als Beispiel für das Erreichen eines gewissen Zwischenziels ist die Durchführung von mehr als 1000 Operationen mit der Herz-Lungen-Maschine im Jahre 1982 zu werten. Damit war das Düsseldorfer Herzzentrum die erste Institution in Deutschland, die diese „symbolhafte“ Zahl erreicht hatte. (s. Abb. 8)

Einen ganz wesentlichen Anteil am Erreichen dieses Ergebnisses hatte die stringente Einhaltung der von Bircks vorgegebenen und vorgelebten Standardisierung. Wie gut dies von den, in alphabetischer Reihenfolge angeführten, Mitarbeitern dieser Jahre Herzer, Irlich, Körfer, Kreuzberg, Krian, Ostermeyer, Reidemeister, Schulte, Tarbiat umgesetzt wurde, illustriert eine Bemerkung von Borst, die dieser Anfang der 1980iger Jahre anlässlich eines Besuches in Düsseldorf äußerte: In der nachmittäglichen Klinikskonferenz erwähnte er „an diesem Tage in drei Operationssälen u.a. drei Mitralklappenersatzoperationen von drei unterschiedlichen Operateuren beobachtet zu haben, und dabei jedesmal dieselbe Operation gesehen“.⁸⁵⁸

Zum Gesamtumfang der klinischen und wissenschaftlichen Arbeit dieser Jahre gehörte selbstverständlich die Thoraxchirurgie. Sie schloss, auf hohem zeitgenössischem Niveau, die

⁸⁵⁷ A. Krian, „Offene Herzchirurgie“ Chirurgische Universitätsklinik Düsseldorf 1955-1992 - Bildrechte Prof. Dr. A. Krian

⁸⁵⁸ Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

präoperative Diagnostik, ein breitgefächertes operatives Spektrum und die postoperative Betreuung ein. Besondere Aufmerksamkeit galt der interdisziplinären Nachsorge der Patienten mit bösartigen thorakalen Erkrankungen.

Vor diesem Hintergrund war dann für Bircks ab Mitte der 1980er Jahre der Zeitpunkt erreicht, unter Berücksichtigung der geschilderten Gesamtumstände, an der Universitätsklinik Düsseldorf ein Herztransplantations-Programm zu etablieren. Er beauftragte Ostermeyer mit der Bildung einer Arbeitsgruppe zur Realisierung dieses Projekts. Ostermeyer konnte dabei die vielfältigen Kontakte nutzen, die er seit den 1970er Jahren in den USA geknüpft und gepflegt hatte.⁸⁵⁹ Nach einem mehrmonatigen Aufenthalt und Visitation führender Zentren in den USA (Kirklin, Shumway) und der Bildung einer interdisziplinären Arbeitsgruppe in Düsseldorf waren die Voraussetzungen für den ersten Eingriff gegeben. 1987 führte Jörg Ostermeyer erfolgreich die erste HTx in Düsseldorf durch.⁸⁶⁰

Ein weiteres Beispiel für die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit der Düsseldorfer Chirurgen und Internisten stellt die perioperative Betreuung von Patienten mit akuter wie auch terminaler, dialysepflichtiger Niereninsuffizienz dar. Dieser besonderen medizinischen Problematik wurde in Düsseldorf sehr früh Aufmerksamkeit zuteil, so dass auch den damit verbundenen therapeutischen Herausforderungen begegnet werden konnte. Damit war Düsseldorf vor allem im nationalen Umfeld beispielgebend. Diese Thematik soll als herausragendes Beispiel fachrichtungsübergreifender Kooperation in einem spezifischen Kapitel behandelt werden (siehe Kapitel 3.5.4).

Auch die Problematik des Blutbedarfs im Zusammenhang mit der EKZ wurde schon angesprochen, wo Schulte sie als eines der „*Additional problems*“ beschreibt. Die bereits angesprochenen Weiterentwicklungen der Elemente der Herz-Lungen-Maschinen beinhalteten ganz wesentlich eine Minimierung der notwendigen Füllvolumina, wodurch der Blutbedarf drastisch gemindert wurde.⁸⁶¹ Ganz allgemein gehörte „schonendes, blutsparendes Operieren“ zu den Grundanforderungen, die Bircks an alle Mitarbeiter und bezogen auf alle Teilschritte der Behandlung der Patienten stellte.⁸⁶² Einer dieser Schritte

⁸⁵⁹ Krian, Persönliche Mitteilung, April 2017

⁸⁶⁰ J. D. Schmitto, „Über die Entwicklung der Herztransplantation in Deutschland“ (Univ. Diss. med. Fak., Universität Münster, 2003), S. 78.

⁸⁶¹ Schulte, „Looking into the past only makes sense if it serves the future.“ Konrad Adenauer (1876 - 1967)“, (2001), S. 252

⁸⁶² Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

war 1980 die Einführung der sog. „Eigenblutspende“. Von diesem Zeitpunkt an wurden allen Patienten, bei denen der Einsatz der EKZ geplant war, 450 ml Blut als Eigenblutspende abgenommen, die während der Operation als Bluttransfusion verwendet werden konnten.⁸⁶³ Vorteile dieses Verfahrens seien laut Sons, Schulte und Bircks zum einen die Unabhängigkeit von homologen Blutspenden und fehlende Krankheitsübertragungen, vor allem Virus-Hepatitis, dar. In einer retrospektiven Studie konnten Stute und Mitarb. 1979 darstellen, wie auch die 1970 eingeführte routinemäßige Untersuchung des Spenderblutes in Düsseldorf zu einer im Vergleich extrem niedrigen Frequenz beitrug.⁸⁶⁴ Zum anderen findet durch die Eigenblutspende eine Hämodilution statt, die vorteilhaft für den kardiochirurgischen Eingriff sei.⁸⁶⁵

Hinsichtlich der sukzessiven Entwicklung der Infrastruktur erwiesen sich drei weitere Bereiche, die Arbeit der Klinik in dieser Ära ergänzten, als besonders wichtig und nachhaltig: Zwei davon betreffen die Fortsetzung der traditionell engen Zusammenarbeit zwischen dem Chirurgen Derra und dem Anästhesisten Zindler durch nahtlosen Übergang zwischen Bircks und Zindler. Zum einen wurde eine „subspezialisierte Kardioanästhesie“ etabliert, die unter der Leitung von zwei permanent in dieser Abteilung tätigen Oberärztinnen der Anästhesie, Frau Dr. Dehnen-Seipel und Frau Dr. Schulte-Herbrüggen stand, denen jeweils mehrere sog. „Rotationsassistenten“ zugeordnet waren. Zum Zweiten betraf dies die Organisation der Chirurgischen Intensivstation: Die Leitung wurde einem erfahrenen Oberarzt der Anästhesiologie übertragen, der für die Zeit dieser Tätigkeit den Direktoren der Chirurgischen Klinik zugeordnet war. Die weitere ärztliche Besetzung der Station erfolgte durch Chirurgen und Anästhesisten. Diese Struktur erwies sich als so erfolgreich, dass sie als „Düsseldorfer Modell“ Eingang in die allgemeine Organisation operativer Intensivstationen fand. Illustriert wird dies u.a. dadurch, dass einerseits mehrere Anästhesisten dieser Ära in leitende Positionen berufen wurden: in chronologischer Reihenfolge Dudziak, Lennertz, Falke; andererseits konnte das Modell erfolgreich in neugegründeten Herzzentren wie Bad Oeynhausen und Duisburg etabliert werden.⁸⁶⁶

⁸⁶³ H. Sons, H. D. Schulte, und W. Bircks, "Preoperative Autologous Blood Donation to Minimize Homologous Blood Transfusions," in *Blood Use in Cardiac Surgery*, Hrsg. N. Friedel, R. Hetzer, und D. Royston (Heidelberg: Steinkopff, 1991), S. 160

⁸⁶⁴ R. Stute et al., „Frequency of hepatitis B after open heart surgery: a retrospective study over a three-year period (1974--1976),“ *Thorac cardiovasc Surg* 27, 4 (1979), S. 238-240

⁸⁶⁵ Sons, Schulte, und Bircks, in *Blood Use in Cardiac Surgery*, S. 162 S. 162

⁸⁶⁶ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

Von Anfang der 1980er Jahre an betreute und überprüfte eine Abteilung für Biometrie, geleitet von dem Informatiker Godehardt „alle Studien bei der Planung, Koordination und Ergebnisauswertung und arbeitete die Ergebnisse aller Operationen auf. Die Klinik war damit eine der ersten in Deutschland, die eine solche Qualitätssicherung eingeführt hat.“⁸⁶⁷ Damit wurde Düsseldorf den besonderen Anforderungen des neuen Fachgebietes gerecht, die im Kapitel 3.1.3 unter dem übergeordneten Aspekt der „Datensammlung“ geschildert sind.

In wesentlicher Ergänzung zu den medizinischen Leistungen des Chirurgen Wolfgang Bircks als Lehrstuhlinhaber und Klinikdirektor sind die schon angedeuteten Ziele zur Etablierung des Fachgebietes der Thorax- und Kardiovaskularchirurgie hervorzuheben. Schon frühzeitig nach seiner definitiven Entscheidung für das neue Spezialgebiet nahm er regelmäßig an nationalen und internationalen Treffen von Repräsentanten des Fachgebietes teil und erwarb sich eine hohe Reputation bei seinen Kollegen.⁸⁶⁸ So war es folgerichtig, dass er zum Kreise derjenigen hinzugezogen wurde, die gegen Ende der 1960er Jahre die Gründung einer speziellen wissenschaftlichen Fachgesellschaft vorbereiteten. Er gehörte zu der Gruppe von elf Herzchirurgen, die am 9. Januar 1971 in Frankfurt die „Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie“ (DGTHG) gründeten.⁸⁶⁹ Deren Aufgabenstellung war u.a. „Die Weiterentwicklung des Fachgebietes mit Wahrnehmung aller Belange in Lehre, Forschung und Krankenversorgung, Berufliche Weiterbildung, fachspezifische Fortbildung, Zusammenarbeit mit weiteren wissenschaftlichen Fachgesellschaften und standespolitischen Gremien.“⁸⁷⁰ Damit sind eindrücklich die Grund- und Wesenszüge einer medizinischen Spezialisierung charakterisiert.

Bircks frühzeitiges Engagement für die Anerkennung des noch jungen Fachgebiets kann als Ausdruck der großen Bedeutsamkeit der kardiochirurgischen Abteilung der Universität Düsseldorf im nationalen Vergleich gewertet werden: Düsseldorf übernimmt somit gemeinsam mit einigen anderen Kliniken in Deutschland eine Vorreiterrolle bei der Förderung der eigenständigen kardiochirurgischen Fachrichtung.

Auch nach ihrer Gründung war Professor Bircks aktiv an Entwicklungen innerhalb der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz und Gefäßchirurgie beteiligt: Im Jahr 1971

⁸⁶⁷ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 380

⁸⁶⁸ Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks“, (15.09.2017)

⁸⁶⁹ Bircks, „Entwicklung der Herzchirurgie in Deutschland“, (1997), S. 36

⁸⁷⁰ Archiv DGTHG, Satzung der DGTHG, Berlin

bekleidete er das Amt des zweiten Beisitzers des Ausschusses, in den Jahren 1977 bis 1978 war er Präsident der Fachgesellschaft und leitete deren Jahrestagung 1976.

Nationale Anerkennung darüber hinaus wurde Bircks durch die Präsidentschaft der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie, Herz- Kreislaufforschung 1990 zuteil, nach Derra 1957 und Zenker 1970 dem dritten Herzchirurgen; international geschah dies durch die Präsidentschaft der European Society for Cardiovascular Surgery (ESCVS) während der Jahre 1988-1990, deren Jahrestagung unter seiner Leitung 1980 in Düsseldorf ausgerichtet worden war. Alle drei Fachgesellschaften verliehen ihm die Ehrenmitgliedschaft.⁸⁷¹

Seinen hartnäckigen Bemühungen, die „Misere der Wartelisten“ zu beseitigen, wie er es u.a. in seiner Rede anlässlich des Duisburger Herzzentrums ausführlich begründete, kam die Landesregierung NRW durch Gründung außeruniversitärer Herzzentren nach: 1984 in Bad Oeynhausen und Dortmund, 1987 in Duisburg.⁸⁷² Damit war den Stationen der Spezialisierung des Fachgebietes Herzchirurgie eine weitere wichtige hinzugefügt.

Fazit

1992, nach Vollendung des 65. Lebensjahres, wurde Wolfgang Bircks emeritiert.⁸⁷³ In seiner mehr als 22-jährigen Amtszeit des Direktors der Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie wurden unter seiner Leitung 19568 Eingriffe mit dem Einsatz der Herz-Lungen-Maschine durchgeführt.⁸⁷⁴ Anhand seiner Abschiedsvorlesung vom 6.11.1992 lassen sich die zentralen Gesichtspunkte der Zeit seiner Leitung der chirurgischen Klinik zusammenfassend wiedererkennen: Er erwähnt die erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Klinik für Innere Medizin, die er mit dem Wort „Harmonie“ umschreibt.⁸⁷⁵ Insbesondere diese erfolgreiche interdisziplinäre Kooperation sei der Grund, weshalb er sich in Düsseldorf so wohlgeföhlt habe.⁸⁷⁶ Generell empfinde er die Chirurgie als „Innere Medizin plus Operieren“.⁸⁷⁷ Im Hinblick auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit fordert Bircks, dass eine „ausreichende Kontaktpflege“ sich ergänzender medizinischer Fachrichtungen bestehen müsse, da

⁸⁷¹ Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks“, (15.09.2017)

⁸⁷² W. Bircks, „Ansprache anlässlich der Einweihung des Herzzentrums,“ *Kaiser-Wilhelm-Krankenhaus, Duisburg-Meiderich* (08.06.1990)

⁸⁷³ Bircks, „„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung“, (06.11.1992)

⁸⁷⁴ Bircks, Interview

⁸⁷⁵ Bircks, „„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung“, (06.11.1992), S. 9

⁸⁷⁶ Ebd. S. 9

⁸⁷⁷ Ebd., S. 17.

insbesondere operative medizinische Disziplinen von technischen Errungenschaften anderer Fachrichtungen profitieren können.⁸⁷⁸

Die bereits zuvor beschriebene beginnende multiprofessionelle Zusammenarbeit im Sinne eines herzmedizinischen Netzwerks wurde zu Bircks Amtszeit deutlich gesteigert: Zusätzlich zur interdisziplinären Kooperation, besonders mit der Inneren Medizin wie auch mit der Kinderklinik, und insgesamt allen Fachdisziplinen hinsichtlich umfassender Betreuung der Patienten, nimmt der multiprofessionelle Charakter des Netzwerks auf Grund der zunehmenden Bedeutung weiterer medizinischer Berufsgruppen wie auch der Medizintechnik einen immer größer werdenden Stellenwert ein. Ebenso ist die Weiterentwicklung und Standardisierung kardiochirurgischer Vorgehensweisen zentraler Bestandteil der „Ära Bircks“. Insbesondere die Auseinandersetzung und Thematisierung von problematischen Aspekten und Gefahren im Sinne von „Risiko-Nutzen-Abwägung“ durch kritisches Hinterfragen postoperativer Ergebnisse ermöglichen eine Verbesserung therapeutischer Optionen. Sie sind Ausdruck eines Standardisierungs- und Lernprozesses. Folglich fordert medizinischer Wissenszuwachs, wie bereits mehrfach erläutert, weitergehende Spezialisierung auch innerhalb einer bereits als Spezialität anzusehenden Fachrichtung, wie der Kardiochirurgie. Es entstehen Expertengruppen, deren Zusammenarbeit die bestmögliche Patientenversorgung ermöglichen soll. Zusammenfassend können somit anhand der skizzierten Punkte wichtige Merkmale der Epoche charakterisiert werden: Auf Grund zunehmender Spezialisierung, deren Notwendigkeit mittels wissenschaftlich basierten Standardisierungsprozessen begründet wird, ist sowohl interdisziplinäre, als auch multiprofessionelle Zusammenarbeit unumgänglich. Das herzmedizinische Netzwerk in Düsseldorf nimmt daher zu Bircks Amtszeit an Verzweigungen und Verkettungen zu.

⁸⁷⁸ Ebd., S. 18.

3.3 Interdisziplinäre Zusammenarbeit als Grundlage der Entwicklung eines multiprofessionellen Herzzentrums – Das Beispiel Düsseldorf

Einleitung – Vorbemerkungen

Wie bereits mehrfach angedeutet, sind sowohl die internationale, wie auch die nationale und im Besonderen die Düsseldorfer Geschichte der Herzchirurgie von interdisziplinärer und multiprofessioneller Zusammenarbeit geprägt. Dabei verdeutlichen die Analyse und die Interpretation der kardiochirurgischen Entwicklungen in Düsseldorf die Entstehung eines modernen Herzzentrums im Sinne eines herzmedizinischen multiprofessionellen Netzwerks. Nachfolgend soll beschrieben und kritisch geprüft werden, wie der geschilderte „Düsseldorfer Weg“, betreffend Prozess und Resultat, als Beispiel zur Charakterisierung des Stellenwerts interdisziplinärer Kooperation in der Medizin dienen kann.

Hierzu erfolgt jeweils eine an einzelnen, besonderen Aspekten orientierte Darstellung historischer Meilensteine der beteiligten Disziplinen. Auf eine detaillierte und umfassende Chronologie der erwähnten Fachdisziplinen wird daher bewusst verzichtet. Vielmehr soll die Analyse ihrer Bedeutung im Kontext des herzmedizinischen Netzwerks Düsseldorf im Vordergrund der Betrachtung stehen.

Grundsätzlich ist jedes medizinische Handeln im gewissen Maße von interdisziplinärer Kooperation geprägt, da jeder Arzt über fachrichtungsübergreifendes, allgemeinmedizinisches Basiswissen verfügt. Überschreitet eine Fragestellung diesen Kenntnisstand, wird „Spezialistenwissen“ gefordert, z.B. im Rahmen einer konsiliarischen Beratung. Diese Form der Zusammenarbeit existiert innerhalb und zwischen allen medizinischen Fachdisziplinen, sodass eine grundlegende interdisziplinäre und multiprofessionelle Kooperation als Grundlage für medizinisches Handeln bezeichnet werden kann und vorausgesetzt werden sollte.

Die Besonderheit, die im Rahmen eines Netzwerkes, wie dem Düsseldorfer Herzzentrum, deutlich wird, besteht in der Zusammenarbeit der Fachgebiete einschließlich deren spezialisierter Subdisziplinen im Sinne einer unabdingbaren Verschränkung. Das bedeutet, dass eine gegenseitige Abhängigkeit sich im Spezialisierungsprozess befindender, medizinischer Disziplinen entsteht, wodurch die Ausbildung eines multiprofessionellen Netzwerks unerlässlich wird. Nur dadurch können die herzmedizinische Diagnostik, die Therapie, die Patientenbetreuung und Forschung sich interdisziplinär ausrichten. Fachrichtungsspezifisches Wissen und Können, wie Expertise werden dann zielgerichtet zur bestmöglichen Behandlung von Herzerkrankungen genutzt.

Zusammengefasst soll diese Hypothese im Folgenden anhand der Beschreibung und Analyse der beteiligten Disziplinen, sowie der Interpretation ihrer Bedeutung im interdisziplinären Netzwerk in Düsseldorf nachvollzogen werden.

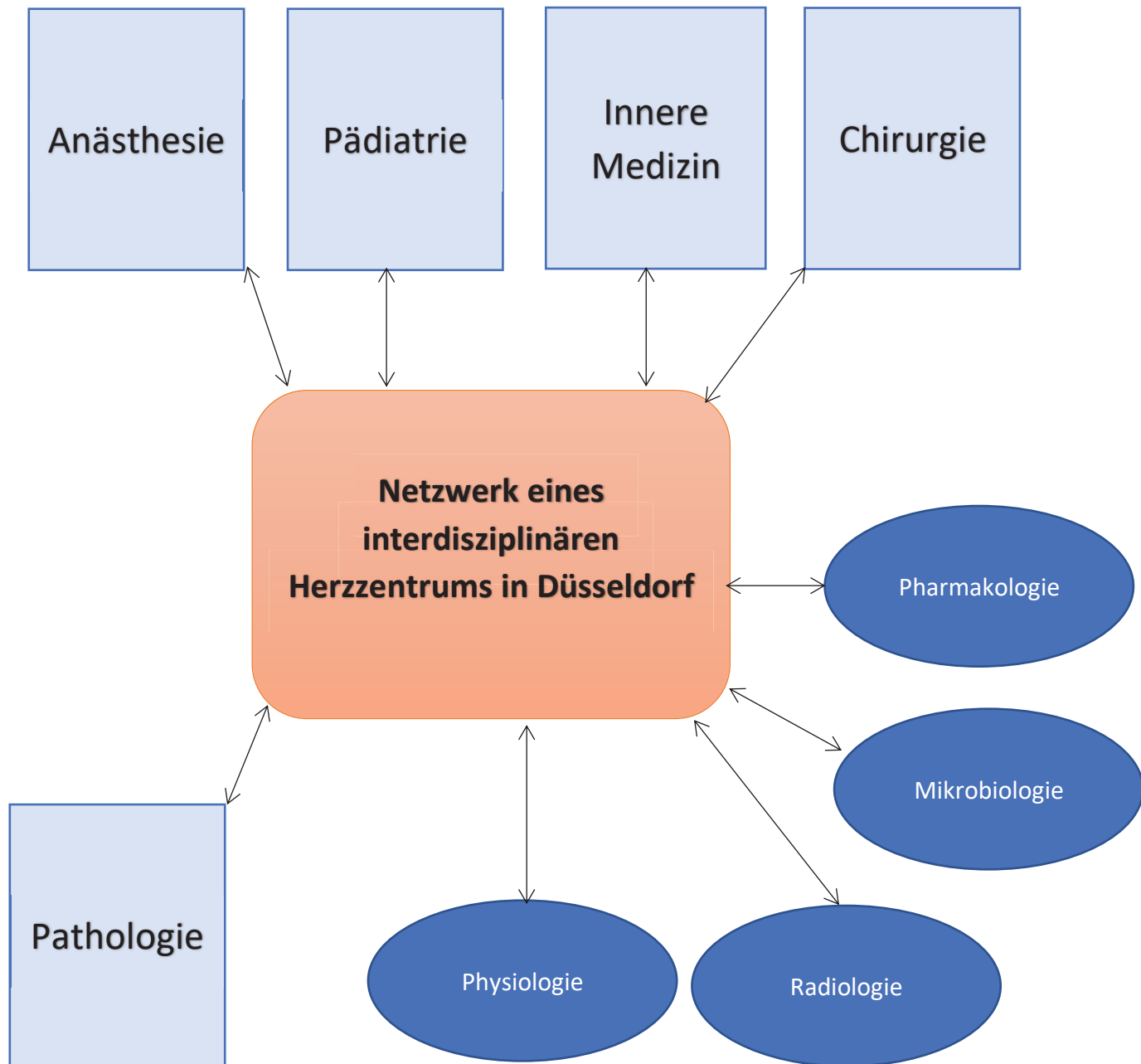


Abb. 9 Netzwerk eines interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf (eigene Darstellung)

3.3.1 Die Rolle der Inneren Medizin

Die bereits angedeuteten Entwicklungen in Richtung eines interdisziplinären Herzzentrums sollen anhand der Charakterisierung der Rolle der Klinik für Innere Medizin in Düsseldorf im Folgenden präzisiert werden. Hierbei zeigt sich, dass die Fortschritte der Kardiochirurgie und der Kardiologie von einer wechselseitigen positiven Beeinflussung geprägt sind, sodass dieses Phänomen grundlegend für die Entstehung eines interdisziplinären Netzwerks ist. Bereits seit der Gründung der Düsseldorfer Klinik ist ein kardiologischer Schwerpunkt in der Klinik für Innere Medizin erkennbar: Daher ist die Innere Medizin als Ursprung des interdisziplinären Herzzentrums anzunehmen und hat in diesem Rahmen ebenso zur Etablierung der Kardiochirurgie beigetragen.

Kardiologische Basis – August Hoffmann

Bereits der erste Direktor der Klinik für Innere Medizin in Düsseldorf August Hoffmann (1907-1927) legte sein Augenmerk auf kardiologische Fragestellungen.⁸⁷⁹ 1901 veröffentlichte er sein Buch „Pathologie und Therapie der Herzneurosen und functionellen Kreislaufstörungen“, in dessen Vorwort er erwähnt, dass dieses Thema in der Medizin bisher zu wenig behandelt worden sei.⁸⁸⁰ Daher veröffentlichte er weitere Werke die sich mit kardiologischen Fragestellungen beschäftigten, wie z.B. das Lehrbuch der funktionellen Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des Herzens und der großen Gefäße.⁸⁸¹ Insbesondere die elektrokardiographische Untersuchung zeichnete sich als sein Forschungsschwerpunkt ab, sodass er beispielsweise 1913 erkennt, dass die T-Welle bei Patienten mit Herzinsuffizienz in Ableitung I häufig negativ ist.⁸⁸² Der herzorienteerte Spezialisierungsgedanke in Düsseldorf hatte somit seinen Ursprung zunächst in der internistischen Medizin. Insbesondere die durch Hoffmann etablierten diagnostischen Möglichkeiten bei Herzerkrankungen bildeten die Grundlage für die Entstehung des Herzzentrums, inklusive einer kardiochirurgischen Klinik in Düsseldorf.

⁸⁷⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 345

⁸⁸⁰ A. Hoffmann, *Pathologie und Therapie der Herzneurosen und der functionellen Kreislaufstörungen* (JF Bergmann, 1901), S. III

⁸⁸¹ A. Hoffmann, *Funktionelle Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des Herzens und der Gefäße* (JF Bergmann, 1911)

⁸⁸² A. Hoffmann, *Die Elektrographie als Untersuchungsmethode des Herzens und ihre Ergebnisse: insbesondere für die Lehre von den Herzunregelmäßigkeiten* (JF Bergmann, 1913), S. 86

Beginnende kardiologische Spezialisierung – Ernst Edens und Erich Boden

Auch Hoffmanns Nachfolger Ernst Edens förderte die Entstehung einer internistischen Klinik mit kardiologischem Schwerpunkt. Sein Interessenschwerpunkt galt den pharmakologischen Behandlungsmöglichkeiten mit Digitalis und Strophantin. Bereits seit 1929 erachtete Edens die prophylaktische Digitalisgabe bei drohender Herzinsuffizienz, z.B. durch schwere Herzklappenfehler, als therapeutisch sinnvoll.⁸⁸³ Daher führte er 1931 in Düsseldorf die Digitalisbehandlung ein.⁸⁸⁴

Ähnlich verhielt es sich mit der Einführung des Strophantins in Düsseldorf im Jahr 1934.⁸⁸⁵ Edens konnte in klinischen Studien gute Ergebnisse bezüglich des subjektiven Besserungsgefühls durch Strophantin bei Angina pectoris Beschwerden nachweisen, obwohl der Einsatz dieses Medikaments auf Grund unerwünschter Nebenwirkungen, wie Kammerflimmern, zur damaligen Zeit umstritten war.⁸⁸⁶

Daher lenkte er die Klinik für Innere Medizin in Düsseldorf ebenfalls in Richtung einer kardiologischen Spezialisierung, sodass eine breite Basis für die Etablierung eines interdisziplinären Herzzentrums entstand.

Auf dieser eben beschriebenen Grundlage war nun die erste interdisziplinäre Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie möglich. Zu Beginn Ernst Derras Amtszeit im Jahr 1946 lag die Leitung der Klinik für Innere Medizin in den Händen von Erich Boden, dem ehemaligen Oberarzt von August Hoffmann.⁸⁸⁷ Sein Forschungsschwerpunkt war ebenfalls die Elektrokardiografie.⁸⁸⁸ So verfasste er beispielsweise das Buch „Elektrokardiographie für die ärztliche Praxis“, in dem er die Funktionsweise des EKGs und Auswirkungen kardialer Pathologien auf die elektrische Ableitung des Herzens erklärt.⁸⁸⁹

Die ersten Hinweise auf die Etablierung eines interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf zeigen sich anhand der Kooperation der Kliniken Bodens und Derras. Es entstanden einige gemeinsame Forschungsarbeiten, wie z.B. die im Jahr 1955 veröffentlichte Arbeit „Ergebnisse

⁸⁸³ E. Edens, *Die Krankheiten des Herzens und der Gefäße* (Springer Berlin Heidelberg, 1929), S. 251

⁸⁸⁴ Vortrag M. Kelm, *Die Herzmedizin in Düsseldorf – Die Einheit der Inneren Medizin und Kardiologie – 1907-2017* anlässlich des Festsymposiums zum 90. Geburtstag von Prof. Bircks, 2017, siehe Archiv der DGTGH

⁸⁸⁵ Ibid.

⁸⁸⁶ E. Edens, „Die Strophanthinbehandlung des Frischen Herzinfarktes,“ *Klinische Wochenschrift* 22, 4 (1943), S. 69-70

⁸⁸⁷ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 345

⁸⁸⁸ Vortrag M. Kelm, *Die Herzmedizin in Düsseldorf – Die Einheit der Inneren Medizin und Kardiologie – 1907-2017*

⁸⁸⁹ E. Boden, *Elektrokardiographie für die ärztliche Praxis*, 14 (Steinkopff, 1952)

der chirurgischen Behandlung bei 55 Mitralklappenstenosen“.⁸⁹⁰ Es kann daher vermutet werden, dass die kardiologische Erfahrung der internistischen Klinik sich begünstigend auf die Etablierung der noch jungen kardiochirurgischen Fachrichtung auswirkte.

Ausbau kardiologischer und kardiochirurgischer Kooperation – Franz Grosse-Brockhoff

In der Zeit von 1954-1977 war Franz Grosse-Brockhoff Direktor der Klinik für Innere Medizin und intensiverte die klinische und wissenschaftliche Zusammenarbeit von Internisten und Chirurgen in Düsseldorf, sodass eine große Zahl an Veröffentlichungen aus dieser Zeit durch die Zusammenarbeit der Chirurgie und Inneren Medizin entstanden, wie z.B. die „Beobachtungen bei 2 operierten Kranken mit Trikuspidalstenose“.⁸⁹¹

Besonders herausragend erscheint, wie bereits beschrieben (s. S. 51), dass Grosse-Brockhoff bedeutsame Vorarbeiten zur Etablierung der offenen Kardiochirurgie geleistet hat: Im Jahr 1943 setzte er sich intensiv mit der akuten tierexperimentellen Unterkühlung auseinander. Hierbei erkannte er, dass unter tiefer Narkose in Kombination mit Hypothermie der Energiestoffwechsel des Tiers stark gesenkt werden kann.⁸⁹² Diese Erkenntnis war eine der wichtigen Grundlagen der Oberflächenhypothermie.

Es zeigt sich, dass die Ansätze zu diesem Operationsverfahren bereits einen interdisziplinären Charakter aufweisen, da die physiologischen, internistische Vorarbeiten zur Realisierung einer chirurgischen Methode beitragen. Außerdem verdeutlicht Grosse-Brockhoffs Arbeit, wie frühzeitig, wenn auch ungeplant, der Weg zu einer herausragenden Position der Düsseldorfer Klinik im nationalen und internationalen Vergleich gebahnt wurde. Grosse-Brockhoff förderte während seiner Amtszeit in besonderem Maße die kardiologische Diagnostik. So wurde 1956 die Echokardiographie in Düsseldorf eingeführt.⁸⁹³ Diese ermöglichte eine genauere kardiologische Definierung des Krankheitsbildes, sodass im Hinblick auf die Kardiochirurgie der präoperative Kenntnisstand der jeweiligen Erkrankung die Durchführung der Operation erleichterte. Mit der Erarbeitung dieser Methode beschäftigte sich intensiv Sven Effert sodass er 1959 dank dieser neuen Untersuchungstechnik Aussagen über die Sinnhaftigkeit der Operationsindikation bei

⁸⁹⁰ O. Bayer, E. Boden, und E. Derra, „Ergebnisse der chirurgischen Behandlung bei 55 Mitralklappenstenosen,“ *Münch. med. Wschr* 95 (1953)

⁸⁹¹ E. Derra, F. Grosse-Brockhoff, und F. Loogen, „Beobachtungen bei 2 operierten Kranken mit Trikuspidalstenose,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 288, 1 (1958)

⁸⁹² Grosse-Brockhoff und Schoedel, (1943), S. 424-425

⁸⁹³ S. Effert, „Der derzeitige Stand der Ultraschallkardiographie,“ *Archiv für Kreislaufforschung* 30, 4 (1959), S. 222

unterschiedlich stark ausgeprägten Klappenstenosen machen konnte.⁸⁹⁴ Ebenso ließ sich unter Einsatz des Herzultraschalls das Ergebnis der operativen Klappensprengung beurteilen.⁸⁹⁵ In seinem 1979 veröffentlichten Buch „Echokardiographie“ geht er auf den echokardiographischen Befund vieler kardiologischer Krankheitsbilder, wobei er sich aber auch die Grenzen der Echokardiographie, wie die notwendige genaue Anlotung der zu untersuchenden Struktur, immer wieder vor Augen ruft.⁸⁹⁶

Anhand dieses Beispiels wird also deutlich, dass Fortschritte in der kardiologischen Diagnostik direkte Auswirkungen auf das kardiochirurgische Aufgabenfeld haben und sowohl präoperativ zur Stellung der Operationsindikation, aber auch postoperativ zur Kontrolle der Operationserfolgs beitragen.

Diese These wird u.a. durch Efferts Veröffentlichung zur Ultraschalldiagnostik von intraaurikulären Tumoren und Thromben gestützt. Er beschreibt die Möglichkeit, mittels dieses Untersuchungsverfahrens eine Mitralklappenstenose präoperativ von einem Vorhoftumor oder Thrombus zu unterscheiden.⁸⁹⁷ Dadurch wird nicht nur das Krankheitsbild genauer diagnostiziert, der Kardiochirurg kann sein Operationsverfahren der Diagnose anpassen. Effert erwähnt, dass die Operation der Mitralklappenstenose keine Anwendung der Hypothermie erfordert, die Entfernung eines Vorhoftumors allerdings schon, sodass eine präoperative Diagnosestellung die Vorbereitung und Durchführung der Therapie erleichtert.⁸⁹⁸

Medizintechnischer Fortschritt als begünstigender Faktor interdisziplinärer Kooperation

Neben der Ultraschalldiagnostik fanden invasive Behandlungsoptionen durch die Zusammenarbeit von Kardiologie und Kardiochirurgie Einzug in das Düsseldorfer Therapiespektrum. Hierzu zählt die Implantation von Herzschrittmachern. Der Chirurg Sykosch implantierte 1961 gemeinsam mit dem Internisten Effert den ersten Herzschrittmacher in Düsseldorf, wie bereits erwähnt (s. S. 154-155). Die Integration der Aktivitäten von Effert und Sykosch ermöglichte die anschließende Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten dieses medizintechnischen Geräts.⁸⁹⁹ Dazu gehört beispielhaft der

⁸⁹⁴ Ebd., S. 244-245.

⁸⁹⁵ Ebd., S. 264.

⁸⁹⁶ S. Effert, P. Hanrath, und W. Bleifeld, *Echokardiographie* (Springer, 1979), S. 17-78

⁸⁹⁷ S. Effert und E. Domanig, „Diagnostik intraaurikulärer Tumoren und großer Tumoren mit dem Ultraschall-Echoverfahren,“ *Dtsch Med Wochenschr* 84, 1 (1959), S. 6-8

⁸⁹⁸ Ebd., S. 6.

⁸⁹⁹ Vortrag M. Kelm, *Die Herzmedizin in Düsseldorf – Die Einheit der Inneren Medizin und Kardiologie – 1907-2017*

notfallmäßige Einbau eines Herzschrittmachers bei einem 24-jährigen Patienten mit AV-Block und erneut auftretendem Kammerflimmern 1963.⁹⁰⁰

Ebenso konnten Langzeitergebnisse durch die postoperative kardiologische Überwachung der Schrittmacherpatienten generiert werden.⁹⁰¹ Sie ermöglichen die Beurteilung des Operationsverfahrens und ggf. die anschließende Verbesserung, sodass die Kooperation der beiden Fachrichtungen in einem Lernprozess mündet.

Das Beispiel der Herzschrittmacherimplantation verdeutlicht die gegenseitige positive Beeinflussung der Kliniken für Innere Medizin und Chirurgie: Einerseits bieten kardiologisch - kardiochirurgische Fortschritte neue Therapieoptionen für Patienten. Zum anderen profitieren die Chirurgen von besserer kardiologischer Diagnostik und der Generierung von postoperativen Langzeit-Daten. Es resultiert daher ein Lernprozess, der auf der Vernetzung der beiden Disziplinen basiert, und letztlich zum kardiologischen und kardiochirurgischen Fortschritt mit dem Ziel der besseren Patientenversorgung führt.

Eigenständige Klinik für Kardiologie – Franz Loogen

Die positiven Entwicklungen während Grosse-Brockhoffs Amtszeit mündeten schließlich 1965 in der Errichtung einer kardiologischen Abteilung.⁹⁰² Die Fortführung dieser klinischen und wissenschaftlichen Spezialisierung führte letztendlich zu der Entstehung der eigenständigen Medizinischen Klinik B 1972, also einer eigenständigen kardiologischen Klinik, deren erster Direktor Franz Loogen wurde.⁹⁰³ Loogen arbeitete bei zahlreichen Themengebieten sowohl mit Ernst Derra, als auch mit Wolfgang Bircks und anderen Düsseldorfer Chirurgen eng zusammen, wie es ein großer Teil der Düsseldorfer Veröffentlichungen belegt.⁹⁰⁴

S. Effert und J. Sykosch, „Emergency Pacing Techniques," *Annals of the New York Academy of Sciences* 167, 2 (1969)

⁹⁰⁰ Ebd., S. 620.

⁹⁰¹ S. Effert, H. J. Sykosch, und K. G. Pulver, „Langfristige Therapie mit implantierbaren elektrischen Schrittmachern," *Dtsch Med Wochenschr* 89 (1964), S. 654-657

⁹⁰² Vortrag M. Kelm, *Die Herzmedizin in Düsseldorf – Die Einheit der Inneren Medizin und Kardiologie – 1907-2017*

⁹⁰³ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 350

⁹⁰⁴ Bircks und Loogen, (1966), S. 819-828

Derra, Grosse-Brockhoff, und Loogen, (1958), S. 104-116

H. D. Schulte et al., „Resultate der Endarteriektomie im Rahmen der Koronarchirurgie," *Thorac cardiovasc Surg* 26, 04 (1978), S. 266-269

Mit der Ausweitung der Herzkatheteruntersuchungen wurden Loogen die invasiven Untersuchungsmethoden intensiviert.⁹⁰⁵ Zunächst wurde diese Untersuchung zur Verifizierung von Aorten- und Mitralklappenpathologien genutzt.⁹⁰⁶ Auch angeborene Herzfehler wie Ventrikel- oder Vorhofseptumdefekte konnten diagnostiziert werden.⁹⁰⁷ Neben den Pathologien ermöglichte der Herzkatheter jedoch auch die Untersuchung physiologischer Kreislaufparameter: Kreislaufvolumina, -widerstände und die Herzarbeit konnten bestimmt werden.⁹⁰⁸ Er ist somit zusätzlich Schnittstelle zwischen Innerer Medizin und Physiologie.

Ebenso zeigen sich Kooperationen mit der Klinik für Chirurgie: in Loogen, Bayer und Wolters Buch „Der Herzkatheterismus bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern“ erwähnen die Verfasser im Vorwort explizit „das enge Zusammenwirken mit der Chirurgischen Klinik daselbst“ und danken u.a. Professor Derra für sein „Entgegenkommen“ bei der Erstellung dieser Arbeit.⁹⁰⁹

Diese Anwendungsbereiche des Herzkatheters können als Vorarbeiten für die aus heutiger Sicht besonders bedeutende Möglichkeit dieser Untersuchungsmethode angesehen werden: die Koronarangiografie. Neben einer neu entstehenden Schnittstelle mit der Klinik für Radiologie in Düsseldorf hatte die Koronarangiografie direkten Einfluss auf die kardiochirurgische Abteilung in Düsseldorf: mit Hilfe der neuen Untersuchungsmethode konnten Koronararterienstenosen und Myokardischämien präzise lokalisiert werden, sodass gezielte Operationen möglich wurden. Dadurch entwickelte sich ein erhöhter Bedarf an Operationen und damit Operationskapazitäten.

Diese Entwicklung schildert auch Wolfgang Bircks. Er erwähnt, dass auf Grund der steigenden Nachfrage an koronarchirurgischen Eingriffen die Etablierung neuer kardiochirurgischer Kliniken notwendig wurde. Durch intensiven Einsatz dazu von Bircks und Loogen wurde diese dann auch staatlich gefördert, da Düsseldorf als bisher einzige herzchirurgische Klinik in Nordrhein-Westfalen der hohen Anzahl an Patienten mit Koronargefäßerkrankungen nicht gerecht werden konnte.⁹¹⁰

⁹⁰⁵ H. Gillmann, F. Grosse-Brockhoff, und F. Loogen, „Zur Indikation der Katheterisierung des linken Herzens,“ *Dtsch Med Wochenschr* 82, 1 (1957), S. 13-17

⁹⁰⁶ Ebd., S. 15.

⁹⁰⁷ O. Bayer, F. Loogen, und H. H. Wolter, *Der Herzkatheterismus bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern* (Georg Thieme Verlag, 1954), S. 69-79

⁹⁰⁸ Ebd., S. 36-42.

⁹⁰⁹ Ebd., S. IX.

⁹¹⁰ Bircks, Interview

Das Beispiel der Einführung der Herzkatheteruntersuchungen für angeborene und erworbene Herzerkrankungen und der Spezialisierung zur Koronarangiografie zeigt somit sehr eindrücklich, dass nicht nur die Qualität, sondern auch die Quantität der herzchirurgischen Eingriffe in Düsseldorf in direktem Zusammenhang mit den Entwicklungen der inneren Medizin stehen und beinahe abhängig von ihnen zu sein schienen. Eine wesentliche, grundsätzliche Erweiterung in Richtung eines therapeutischen Verfahrens erfuhr die Technik der Herzkatheteruntersuchungen mit der Möglichkeit, durch „Ballondilatation“ Stenosen in Koronararterien zu erweitern.⁹¹¹ Auf die Einführung der „Perkutanen koronaren Intervention“, PCI, durch den Kardiologen Grüntzig und den Herzchirurgen Senning im Jahre 1977 in Zürich wurde bereits eingegangen (s. S. 122-123). Auch dabei begegnet wiederum das Phänomen, dass eine internistisch-kardiologisch erdachte Methodik mit Unterstützung der Herzchirurgie realisiert werden konnte. Die Herzchirurgie bedeutete in diesem Zusammenhang eine „prophylaktische Unterstützung“, um bei Komplikationen durch die Dilatation operativ eingreifen zu können. Durch konsequente Fortschritte entwickelte sich die PCI zu einer standardisierten interventionellen Methodik, die, wie oben beschrieben (s. S. 122-123), eine Differentialtherapie der koronaren Herzerkrankung ermöglichte. Auch nach der Einführung in Düsseldorf Anfang der 1980iger Jahre war es zunächst üblich, dass die Patienten wie für eine Bypass-Operation vorbereitet wurden, einschließlich präoperativer Aufklärung. Die zeitliche Durchführung der PCI erfolgte in enger Abstimmung zwischen Kardiochirurgie, Kardioanästhesie und Kardiologie – ein weiteres Beispiel für die enge Interdisziplinarität. Dazu gehört auch in ganz besonderem Maße das „Kardiologisch-Kardiochirurgische Kolloquium“, das sich seit Mitte der 1950iger Jahre eingeführten gemeinsamen Fallbesprechungen zwischen Kardiologen und Kardiochirurgen zu einer regelmäßigen Lehrveranstaltung an jedem Freitagnachmittag entwickelt hatte. Es beinhaltete ein breites Spektrum von diagnostischen und therapeutischen Themen, Fallvorstellungen und Schilderung von Komplikationen. Diese gemeinsame Konferenz prägte mehrere Generationen von Kardiologen und Kardiochirurgen, wie es 2017 Kelm und Krian hervorheben.⁹¹²

⁹¹¹ Lichtlen, in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 302

⁹¹² L. Seipel und A. Both, *Privatdruck - Franz Loogen und seine Bedeutung für die deutsche Kardiologie* (2015), S. 21

Krian, „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks“, (15.09.2017)

Fazit

In Zusammenschau dieser Ergebnisse ist ein Aspekt besonders herausragend: der enge zeitliche Zusammenhang der Verselbstständigung der Klinik für Kardiologie und der Klinik für Kardiochirurgie. Die Chirurgische Klinik B für Thorax- und Kardiovaskular-Chirurgie wurde 1970 unter Wolfgang Bircks eigenständig und somit nur zwei Jahre vor der Klinik für Kardiologie.⁹¹³ Diese Entwicklung symbolisiert daher beispielhaft die gegenseitige Beeinflussung der beiden Kliniken, deren jeweiliger Fortschritt die Eigenständigkeit beider Disziplinen begünstigt hat. Grundlegend war dabei die jeweils enge Zusammenarbeit der Internisten und Chirurgen, zu diesem Zeitpunkt Grosse-Brockhoff, Derra und Bircks. Man kann somit festhalten, dass ein wichtiger Grundstein für die Etablierung der Kardiochirurgie in Düsseldorf die frühe kardiologische Spezialisierung der Inneren Medizin ist. Auf Grund dieses Schwerpunktes haben sich in Düsseldorf somit von Beginn an Patienten mit Herzerkrankungen gesammelt. Diese Tatsache begünstigt, neben dezidiertem kardiologischem Fachwissen der Internisten, das wie oben dargestellt zur internistischen Spezialisierung und eigenständigen kardiologischen Fachrichtung führte, die Ausbildung einer herzchirurgischen Abteilung.

Diese erste Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie kann als Basis des interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf angesehen werden. Bircks erwähnt diesen Prozess in seinem Vortrag 1994 beim Symposium anlässlich des 75. Geburtstags von Prof. Dr. Franz Loogen. Er stellt sich eine sog. „integrierende Klinik“ vor, in der auch Patienten mit angeborenen Herzfehlern jedes Alters disziplinübergreifend von Kardiochirurgen und Kardiologen mit spezieller Weiterbildung betreut werden.⁹¹⁴ Er schildert somit ein multiprofessionelles Netzwerk, das die Behandlung von erworbenen und angeborenen Herzerkrankungen als Ziel hat.

Folglich fördert die enge Zusammenarbeit von Innerer Medizin und Chirurgie nicht lediglich das individuelle Fortschreiten der beiden Fachrichtungen, sie führt zu einer gemeinsamen Optimierung der Patientenbetreuung.

M. Kelm, „Die Herzmedizin in Düsseldorf - Die Einheit der Inneren Medizin und Kardiologie - 1907 - 2017,“ *Festsymposium zum 90. Geburtstag von Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Bircks* (15.09.2017)

⁹¹³ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 378

⁹¹⁴ W. Bircks, "Chirurgische Probleme bei angeborenen Herzfehlern im Erwachsenenalter" (paper presented at the Symposium anlässlich des 75. Geburtstages von Prof. Dr. Franz Loogen: „Aktuelle Aspekte in Kardiologie und Pulmologie“, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 14.05.1994, 1994).

3.3.2 Die Rolle der Kinderheilkunde

Im Hinblick auf das sich entwickelnde multiprofessionelle herzmedizinische Netzwerk gilt die Klinik für Kinderheilkunde ebenfalls als bedeutsamer Kooperationspartner. Da die detaillierte Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung der Kinderklinik in Düsseldorf eine eigenständige allumfassende Thematik darstellt, soll in dieser Arbeit speziell auf die Stellung der Kinderklinik im interdisziplinären Herzzentrum und ihre Bedeutung bei der Behandlung angeborener Herzerkrankungen eingegangen werden. Dabei wird hier auf die schon erwähnten Entwicklungen im Zusammenhang mit der Geschichte der Düsseldorfer Herzchirurgie verwiesen (s. S. 126-182).

Dennoch sollte Arthur Schlossmann als bedeutende Persönlichkeit in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben: Er war der erste Direktor der Klinik für Kinderheilkunde und wurde durch seine erfolgreichen Maßnahmen zur Senkung der Säuglingssterblichkeit bekannt.⁹¹⁵ Diese Maßnahmen beinhalteten u.a. die strenge Einhaltung der Asepsis, Säuglingsernährung mittels Frauenmilch und Einführung einer eigenen Milchküche, sowie gut ausgebildetes Pflegepersonal, das auf die Versorgung von Kindern spezialisiert ist.⁹¹⁶

Insbesondere das speziell geschulte Pflegepersonal symbolisiert die allgegenwärtige Spezialisierungstendenz der Medizin, die ebenfalls in der Pädiatrie deutlich zum Vorschein kommt und nicht nur ärztliches Handeln, sondern auch das medizinische Assistenzpersonal betrifft. Weiterhin führt der pädiatrische Spezialisierungsprozess zur Entstehung der Kinderkardiologie als eigenständige Subdisziplin der Kinderheilkunde. Diese Entwicklung kann beispielhaft anhand der Etablierung des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf nachvollzogen werden. Ebenso zeigt sich eine positive gegenseitige Beeinflussung der Spezialisierungsvorgänge der Kinderkardiologie und Kardiochirurgie. Die Kooperation von Innerer Medizin, Kardiochirurgie und Kinderheilkunde wird ganz besonders am Beispiel der Behandlung angeborener Herzerkrankungen deutlich: Die ersten kardiochirurgischen Patienten waren Kinder. Frey führte als herzchirurgische Erstoperation in Düsseldorf die Ligatur eines Ductus arteriosus persistens durch.⁹¹⁷ Derra konnte im Jahr 1949 die gleiche Operation als ersten kardiochirurgischen Eingriff nach dem Zweiten

⁹¹⁵ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 407-408

⁹¹⁶ Ebd.

A. Eckstein, „Arthur Schloßmann,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58, 25 (1932), S. 982-983

⁹¹⁷ Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 40

Weltkrieg an einem achtjährigen Mädchen wiederholen.⁹¹⁸ Es folgten weitere Operationen angeborener Herzerkrankungen, wie z.B. die Blalock-Operation.⁹¹⁹ Die Kooperation mit der Kinderklinik scheint daher unumgänglich.

Ebenso zeigt sich eine Analogie zur Zusammenarbeit von Innerer Medizin und Kardiochirurgie. Zentrale Aufgabenbereiche, die der Inneren Medizin bei der Behandlung erwachsener Patienten zugeschrieben werden, übernimmt die Kinderklinik im Zusammenhang mit der Therapie angeborener Herzerkrankungen im Kindesalter. Dazu zählt zum einen die präoperative Diagnostik vor Stellung der Operationsindikation, zum anderen fällt die postoperative Betreuung der Patienten in den Aufgabenbereich der Pädiatrie.⁹²⁰

Somit nimmt die Kinderheilkunde im multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerk im Hinblick auf die Therapie angeborener Herzerkrankungen eine vergleichbare Position ein, wie die Klinik für Innere Medizin bei der Therapie erworbener Herzerkrankungen.

Die aufstrebende Kardiochirurgie, die differenziertere Diagnostik und die erfolgreiche Frühkorrektur angeborener Herzerkrankungen, sowie die lebenslange Nachbetreuung der Patienten förderten den pädiatrischen Spezialisierungsprozess, sodass sich eine eigenständige Klinik für Kinderkardiologie als erste pädiatrische Subdisziplin in Düsseldorf etablieren konnte.⁹²¹ Professor von Harnack, der Leiter der pädiatrischen Klinik, machte, wie schon beschrieben, Maurice Bourgeois im Jahr 1967 zum Leiter der neu etablierten kinder-kardiologischen Station und Ambulanz.⁹²²

Kennzeichnend für ein herzmedizinisches Netzwerk ist die Tatsache, dass an der Wahl des kinder-kardiologischen Leiters neben der Kinderklinik auch die Klinik für Innere Medizin und Chirurgie beteiligt waren: So reisten Loogen und Bircks an die Mayo Klinik, um dort Bourgeois Arbeit zu begutachten.⁹²³

Die enge Vernetzung unterschiedlicher Kliniken im Hinblick auf die Behandlung von Herzerkrankungen kann daher anhand dieses Beispiels illustriert werden: Das Herzzentrum war gezielt auf multiprofessionelle Zusammenarbeit in Bezug auf Diagnostik, Therapie und Forschung ausgerichtet und wurde durch die gerichtete Auswahl bedeutender Abteilungsleiter und Direktoren konkret gefördert.

⁹¹⁸ Derra, „Der offene Ductus arteriosus (Botalli) und seine operative Beseitigung“, (1949), S. 1043

⁹¹⁹ Bircks, "DreiBig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 197

⁹²⁰ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 411

⁹²¹ Ebd.

⁹²² Ebd.

⁹²³ Persönliche Mitteilung A. Krian vom 12.11.2019

Im Jahr 1984 entwickelte sich unter Bourgeois Leitung aus der kinder-kardiologischen Abteilung eine eigenständige spezialisierte Klinik für Kinderkardiologie.⁹²⁴

In Konsequenz intensivierte sich die Zusammenarbeit zwischen Kardiochirurgie, Kardiologie und Kinderkardiologie. Anhand der Herzkatheteruntersuchungen kann die Kooperation beispielhaft demonstriert werden: Bis zum Jahr 1978 wurden alle Herzkatheteruntersuchungen bei Kindern in der internistischen Klinik durchgeführt.⁹²⁵ Ebenso war auch die Weiterbildung der kinder-kardiologischen Assistenzärzte interdisziplinär geprägt, sodass sie ihre Kenntnisse hinsichtlich Herzkatheteruntersuchungen unter der Aufsicht von Dr. Boestrom, dem internistischen Leiter des Katheterlabors, vertieften.⁹²⁶ Im Rahmen der steigenden Patientenzahlen wie auch der Spezialisierung wurde dann im Jahr 1978 das erste kinder-kardiologische Herzkatheterlabor etabliert.⁹²⁷

Insgesamt wirkte sich die differenzierte präoperative Diagnostik günstig auf den Erfolg der kardiochirurgischen Eingriffe aus, sodass sich eine positive wechselseitige Beeinflussung zeigt, die zur Weiterentwicklung der Kinderkardiologie einerseits und der Herzchirurgie andererseits führte.

Dieses Beispiel verdeutlicht neben der pädiatrischen, internistischen und chirurgischen Kooperation den Aspekt der Expertise als zentrales Element der allgemeinen Medizingeschichte: Spezialisiertes Wissen, wie die Durchführung einer Herzkatheteruntersuchung, bleibt zunächst „Eigentum“ einer Fachrichtung. Schließlich fordert die zunehmende Spezialisierung multiprofessionelle Zusammenarbeit, sodass Spezialwissen weitergeben wird und auch die Expertise multiprofessionell wird.

Die Notwendigkeit der Kooperation mit der Kinderklinik beschreibt Professor Bircks in einer Arbeit zu Klappenanomalien des Säuglingsalters sehr treffend. Er geht darauf ein, dass es sich bei der Therapie angeborener Herzerkrankungen häufig um palliative Eingriffe handele und Revisionsoperationen „so gut wie sicher“ seien.⁹²⁸ Diese Aussage impliziert, dass eine suffiziente, lebenslange Nachsorge der operierten Patienten unerlässlich ist. Die Notwendigkeit der Zusammenarbeit von Kinderkardiologen, Internisten und Chirurgen wird deutlich.

⁹²⁴ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 412

⁹²⁵ Ebd., S. 411.

⁹²⁶ Ebd.

⁹²⁷ Ebd.

⁹²⁸ W. Bircks, „Herzchirurgie bei Säuglingen—Klappenanomalien,“ *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 18, 04 (1970), S. 308

Weiterhin kann die Kooperation der drei Kliniken anhand einer Arbeit aus dem Jahr 1976 beispielhaft dargestellt werden. Sie beschreibt die postoperativen Ergebnisse bei schwerer Fallotscher Tetralogie, die zweizeitig, zunächst mittels Waterston-Anastomose, therapiert wurde.⁹²⁹ Es konnte nachgewiesen werden, dass durch „sorgfältige Betreuung der Patienten“ postoperativ die Ausbildung einer pulmonalen Hypertonie verhindert werden konnte, sodass der Zweiteingriff ein größeres Erfolgspotenzial hat.⁹³⁰ Somit wird deutlich, dass die postoperative kinder-kardiologische und internistische Betreuung ausschlaggebend für den Erfolg der kardiochirurgischen Therapie ist. Nicht nur im Hinblick auf präoperative Diagnostik, auch postoperativ ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit zielführend. Ebenso bietet die umfassende Darstellung der Therapie der TGA die Möglichkeit, die Kooperation im herzmedizinischen Netzwerk in Düsseldorf beispielhaft nachzuvollziehen. Da sie als herausragendes Beispiel dieser Zusammenarbeit gilt, wird sie in einem gesonderten Kapitel betrachtet.

Fazit

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Klinik für Kinderheilkunde und insbesondere die Abteilung für Kinderkardiologie im Hinblick auf die Diagnostik, die Frühkorrektur angeborener Herzerkrankungen und lebenslange Nachbetreuung herzkranker Patienten ein entscheidender Kooperationspartner der internistischen und chirurgischen Klinik ist. Ebenso lässt sich eine positive wechselseitige Beeinflussung von Kinderklinik und Kardiochirurgie erkennen: Zum einen förderten die erfolgreich durchgeführten Operationen angeborener Herzerkrankungen die Etablierung einer eigenständigen Klinik für Kinderkardiologie. Andererseits verbesserte die differenzierte und spezifisch ausgerichtete Diagnostik in der Kinderkardiologie den Operationserfolg der herzchirurgischen Eingriffe. Die Kinderklinik ist somit ein bedeutender Bestandteil im Netzwerk des multiprofessionellen Herzzentrums in Düsseldorf.

⁹²⁹ R. Körfer et al., *Anastomose nach Waterston und nachfolgender Korrektur bei schweren Fällen von Fallotscher Tetralogie*, vol. 8, *Herz Kreislauf* (Pflaum Verlag 1976), S. 211.

⁹³⁰ Ebd.

3.3.3 Entstehung der Anästhesie und ihre Rolle im Herzzentrum Düsseldorf

Die Anästhesie nimmt im Vergleich zu den anderen medizinischen Disziplinen im interdisziplinären Herzzentrum in Düsseldorf eine Sonderrolle ein. Sie geht auf internationaler, nationaler Ebene und auch in Düsseldorf aus dem chirurgischen, insbesondere kardiochirurgischen, Fortschritt hervor. Somit ist die anästhesiologische Fachrichtung bereits in ihrem Ursprung von interdisziplinärer Kooperation geprägt. Ihre Etablierung als eigenständige Fachrichtung und damit ihre Weiterentwicklung begünstigte wiederum den kardiochirurgischen Fortschritt. Es entwickelte sich daher eine gegenseitige positive Beeinflussung von Chirurgie und Anästhesie, die insbesondere am Beispiel des interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf nachvollzogen werden kann.

Weiterhin gewährleistet die Darstellung einiger historischer anästhesiologischer Aspekte auf internationaler und nationaler Ebene einen Einblick in den Umgang mit neu erworbenen Kenntnissen und angesehenen Autoritäten der damaligen Zeit.

Internationale historische Entwicklungen

Bereits 1949 hat Russel C. Brock die Notwendigkeit und den großen Stellenwert der Anästhesie während kardiochirurgischen Eingriffen erkannt. Er schreibt: „Team-work is of course essential in the operating theatre, where in addition to the surgical and nursing assistants the anaesthetist plays a part of fundamental importance which deserves a special tribute.“⁹³¹ Brock stellt somit sehr früh fest, wie interdisziplinäre Zusammenarbeit von Anästhesie und Chirurgie den operativen Erfolg begünstigen.

Zur Illustration der Entstehung des eigenständigen Fachgebiets der Anästhesie auf der Grundlage der Kardiochirurgie ist es hilfreich, einige internationale und nationale Begebenheiten, außerhalb von Düsseldorf, zu illustrieren. Dies ermöglicht einen Einblick in die Vorgehensweisen, die die Medizin zu dieser Zeit prägten.

Ein treffendes Beispiel hierfür stellen die kontroversen Ansichten zur intraoperativen Beatmung mit dem Ziel der Verhinderung eines Pneumothorax dar.⁹³²

Zum einen war Ferdinand Sauerbruch der Meinung, die besten Ergebnisse erziele man, indem bei Eröffnung der Pleurahöhle im Operationssaal ein Unterdruck in einer

⁹³¹ R. C. Brock, „Surgery of Pulmonary Stenosis,“ *Br Med J* 2, 4624 (1949), S. 399-406

⁹³² Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 4

Unterdruckkammer herrsche, sodass die Lunge nicht kollabieren könne.⁹³³ Hierbei befindet sich allerdings der Kopf des Patienten außerhalb dieser Unterdruckkammer.⁹³⁴ Andererseits versuchte Franz Kuhn, die Intubation in Deutschland mittels Metallspiralsondierung durchzusetzen.⁹³⁵ Als Indikationen hierfür nennt er u.a. die Verhinderung der intraoperativen Aspiration oder die Atemwegssicherung während der Reanimation.⁹³⁶ Jedoch war Kuhn nicht der erste, der in Deutschland erfolgreich endotracheal intubierte. Bereits 1871 hat Friedrich Trendelenburg die erste endotracheale Beatmung durchgeführt, bei der allerdings eine Tracheotomie notwendig war.⁹³⁷ Es standen sich somit Sauerbruchs Unterdruckkammer und die perorale Intubation, ein Unterdruck- und ein Überdruckverfahren, konkurrierend gegenüber. Sauerbruchs großer Einfluss bewirkte, dass die Intubationsnarkose in Deutschland und Europa zunächst nur selten verwendet wurde.⁹³⁸ Kuhns Beatmungsmethode konnte sich daher zunächst nicht gegen Sauerbruchs Unterdruckkammer durchsetzen.⁹³⁹ Ursächlich für diese historische Entwicklung scheinen sein hohes Ansehen und große Autorität zur damaligen Zeit in der medizinischen Fachwelt gewesen zu sein. So charakterisiert auch Frey ihn als selbstbewussten „Schöpfer der Thoraxchirurgie“ mit einem „dynamischen Temperament“.⁹⁴⁰ Es zeigt sich daher, dass die Wahl des Beatmungsverfahren lange Zeit dem heutigem

⁹³³F. Sauerbruch, „Über die Ausschaltung der schädlichen Wirkung des Pneumothorax bei intrathorakalen Operationen,“ *Zbl. Chir* 31 (1904), S. 146-149

F. Sauerbruch, „Zur Pathologie des offenen Pneumothorax,“ *Mitteil. ad Grenzgeb. d. Chir. u. Med* 13 (1904), S. 399-480

Schober, „Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe“, (1993), S. 3-4

⁹³⁴ F. G. Estafanous, P. G. Barash, und J. G. Reves, *Cardiac Anesthesia: Principles and Clinical Practice*, 2. (Lippincott Williams & Wilkins, 2001), S. 18

⁹³⁵ Kuhn, (1902), S. 539-541

F. Kuhn, *Die perorale Intubation : ein Leitfaden zur Erlernung und Ausführung der Methode mit reicher Kasuistik*, Unveränd. Nachdr. [d. Ausg.] Berlin, Karger, 1911. (Melsungen: Bibliomed, 1980), S. 1

Leitz, in *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 3-4

⁹³⁶ Kuhn, „Technik der peroralen Tubage“, (1902), S. 539-541

Kuhn, *Die perorale Intubation : ein Leitfaden zur Erlernung und Ausführung der Methode mit reicher Kasuistik*, (1980), S. 1

⁹³⁷ P. Szmuk et al., „A brief history of tracheostomy and tracheal intubation, from the Bronze Age to the Space Age,“ *Intensive Care Medicine* 34, 2 (2008), S. 222-228

M. Goerig und J. Schulte am Esch, "Die Anästhesie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts," in *50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: Tradition & Innovation*, Hrsg. J. Schüttler (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003), S. 27-65

⁹³⁸ Goerig und Schulte am Esch, in *50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: Tradition & Innovation*, S. 27-65

⁹³⁹ K. Wiedemann und E. Fleischer, „Zur Geschichte der Anästhesie in der Thoraxchirurgie- Pneumothoraxproblem, Intubation, Einlungenventilation,“ *AINS-Anästhesiologie· Intensivmedizin· Notfallmedizin· Schmerztherapie* 27, 01 (1992), S. 3-10

⁹⁴⁰ Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 26; 28

Evidenzgrad IV, den Expertenmeinungen und Autoritäten, entsprach. Dieses Phänomen kann als ein Merkmal der eben charakterisierten Zeit beschrieben werden.

Nissen ist der Meinung, dass Sauerbruch die endotracheale Insufflation gezielt abgelehnt habe, da er die Entstehung von Spezialfächern fürchtete und in Folge die Auflösung der Chirurgie in Spezialfächer.⁹⁴¹ Im Umkehrschluss impliziert diese Überlegung jedoch, dass Sauerbruch bereits die Entstehung der Anästhesie auf der Grundlage der Chirurgie erkannte. Der Wert einer modernen fachrichtungsübergreifenden Kooperation in der Medizin schien ihm noch fremd gewesen zu sein. Daher ist die Art seines Handelns am ehesten der Epoche der Pioniere zuzuordnen.

Letztlich konnte sich die endotracheale Intubation trotz Sauerbruchs Ansichten durchsetzen. Dazu beigetragen haben Arbeiten von Stanley Rowbotham während des Ersten Weltkrieges oder von Water, Gale und Madison im Jahr 1932.⁹⁴²

In Düsseldorf wurde die endotracheale Intubationsnarkose in Kombination mit Curare ab 1949 verwendet.⁹⁴³

Weiterhin sind bei Betrachtung der Geschichte der internationalen Herzchirurgie einige Hinweise zu erkennen, dass die Anästhesiologie als eigenständige Fachrichtung insbesondere aus der Kardiochirurgie hervorging. Als Beispiel kann Souttars Mitralkommissurotomie angebracht werden, bei der die Narkose von Eric Lindsay, einem chirurgischen Kollegen Souttars, durchgeführt wurde.⁹⁴⁴ Auch bei Gross erster Ductus Ligatur 1938 war noch kein eigenständiger Anästhesist zugegen. Betty Lank, eine Änesthesiepflegerin, sorgte während des Eingriffs für eine ausreichende Beatmung und kontrollierte das Kreislaufsystem des Patienten mittels Pulstasten der Arteria temporalis superficialis.⁹⁴⁵

Der Ursprung der modernen Narkose und der eigenständigen medizinischen Disziplin Anästhesiologie liegt daher im chirurgischen Fachgebiet.

⁹⁴¹ Nissen, „Erlebtes aus der Thoraxchirurgie 1“, (1954), S. 311-316

⁹⁴² S. Rowbotham, „Clinical Lecture in Intratracheal Anaesthesia“ *The Lancet* 208, 5377 (1926), S. 583-584
J. W. Gale und R. M. Waters, „Closed Endobronchial Anesthesia in Thoracic Surgery: Preliminary Report“, *Anesthesia & Analgesia* 11, 6 (1932), S. 283-288

⁹⁴³ W. Irmer und F. H. Koss, „Erfahrungsbericht über die endotracheale Narkose mit künstlicher Beatmung in der Thoraxchirurgie und bei Risikoperationen“, *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 266, 2 (1950), S. 172-191

⁹⁴⁴ R. H. Ellis, „The first trans-auricular mitral varvotomy“, *Anaesthesia* 30, 3 (1975), S. 372-390

⁹⁴⁵ Dobell, „The ductus and the coarctation“, (1994), S. 246-248

Anästhesiologie in Düsseldorf

In Analogie zur internationalen Geschichte sind ähnliche entwicklungsgeschichtliche Aspekte bei Betrachtung der Entstehung der Anästhesie in Düsseldorf zu erkennen. In Ergänzung der bereits geschilderten Schritte aus der Anfangsphase der Ära Derra, konnte in Düsseldorf die Hypothermie als Möglichkeit der offenen Herzchirurgie sehr früh eingeführt werden (s. S. 143ff). In diesem Zusammenhang erweiterte sich das Aufgabenfeld im herzchirurgischen Operationsaal. Beispielsweise beschreibt Swan 1953, der Patient müsse während der Narkose in eiskaltes Wasser befördert werden und am Ende der Operation durch warmes Wasser aufgewärmt werden. Ebenso müsse Zittern, Hyperventilation und eine Luft-Embolie in den Koronararterien verhindert werden.⁹⁴⁶ Somit ergibt sich ein Zuständigkeitsbereich, der die Aufgaben des Operationspflegepersonals überschreitet und zur ärztlichen Tätigkeit gehört und ebenfalls die Etablierung der Fachdisziplin Anästhesiologie fördert.

In Düsseldorf bekleidet Martin Zindler in diesem Zusammenhang eine wichtige Position: Zindler begann seine Ausbildung in der chirurgischen Klinik des Schwabinger Krankenhauses in München. Bereits hier entwickelte er ein verstärktes Interesse an der Anästhesie, sodass er 1950 in die USA ging, um dort eine Ausbildung als Anästhesist zu erhalten.⁹⁴⁷ Schließlich kam Zindler am 15. September 1952 als ausgebildeter Anästhesist in die Chirurgische Klinik in Düsseldorf unter Derras Leitung.⁹⁴⁸

Bereits kurze Zeit später, am 9. Februar 1955, führte Derra gemeinsam mit Martin Zindler die erste Operation in Hypothermie durch.⁹⁴⁹

Zindler beschreibt wesentliche Aspekte, die während eines Eingriffs in Hypothermie berücksichtigt werden sollten: Durch Hyperventilation solle eine Azidose vermieden werden, sodass die Kreislaufunterbrechung erst im alkalotischen Zustand bei einem pH-Wert von 7,5 bis 7,6 durchgeführt werden kann.⁹⁵⁰ Der Patient wird in einer Badewanne mit kaltem Wasser bis auf eine Körperkerntemperatur auf 32-30°C gekühlt und während der Operation wird die Temperatur über einen Gummianzug reguliert. Die Aufwärmung hingegen findet zum einen über Thoraxspülung mit 40°C warmen Wasser, zum anderen über Durchspülung

⁹⁴⁶ Swan, Zeavin, und Blount, (1953), S. 14-15

⁹⁴⁷ Tarnow, (2000), S. 273

T. Koch und J. Schüttler, „Prof. Dr. Med. Martin Zindler Zum 95. Geburtstag,“ *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 56 (2015), S. 160

⁹⁴⁸ Koch und Schüttler, (2015), S. 160

⁹⁴⁹ Schulte, „“Looking into the past only makes sense if it serves the future.” Konrad Adenauer (1876 - 1967)“, (2001), S. 251-253

⁹⁵⁰ Zindler, (1955), S. 187-192

des Gummianzugs mit warmen Wasser.⁹⁵¹ Zusätzlich kann der Patient mit Hilfe von Kurzwellen erwärmt werden. Hierzu wurde in Düsseldorf das Kurzwellengerät Ultratherm von Siemens und Reiniger verwendet, das mit Hilfe von Spezialelektroden auf dem Bauch und Rücken des Patienten eine Wärmeentwicklung in den äußeren Muskelschichten herbeiführt.⁹⁵²

Diese kurze Beschreibung des Aufgabenfeldes des Anästhesisten während Herzoperationen in Hypothermie charakterisiert den großen Verantwortungsbereich, mit dem Zindler konfrontiert war. Somit erscheint nicht lediglich die chirurgische Durchführung der ersten offenen Herzoperation in Düsseldorf als bahnbrechendes Ereignis, auch die Vorbereitungen und die intraoperative Instandhaltung der Kreislaufparameter müssen dazu gezählt werden. Weiterhin zeigt sich anhand dieser Darstellung die Notwendigkeit der Anästhesie als eigenständige Fachrichtung: Operationen in Hypothermie benötigen nicht nur vermehrt Personal, sie verlangen zusätzlich eine differenzierte Ausbildung des Personals, die auf Grund der Spezifität die Kompetenz des Chirurgen überschreitet. Exemplarisch für diese Entwicklung hat der Beginn der offenen Herzchirurgie in Deutschland die Spezialisierung in Richtung selbständiger Anästhesie beschleunigt.

In diesem Rahmen kristallisierte sich neben dem klinischen Aufgabenfeld der Anästhesisten auf der Grundlage der Hypothermie anästhesiologische Forschungsbereiche heraus, wodurch die Entstehung eines eigenständigen Fachgebiets gestärkt wird.

So entfachte beispielsweise die Methode der Kühlung und Wiedererwärmung Diskussionen. Während in Düsseldorf, wie bereits erwähnt, die Patienten in einer Badewanne gekühlt wurden, sah Karl Horatz aus Hamburg dieses Vorgehen kritisch. Er fürchtete größere Komplikationen bei der Wiedererwärmung und beurteilte die höhere notwendige Dosis an Narkotika und Prämedikation als negativ.⁹⁵³ Vergleichbar mit dem eben erwähnten Gummianzug aus Düsseldorf favorisierte Horatz die Verwendung eines kühlenden Schlauchbettes. In Tierversuchen hingegen hielt er die Hypothermie mittels Wasserbad auf Grund des Fells für angebracht.⁹⁵⁴

⁹⁵¹ Ebd., S. 190.

⁹⁵² M. Zindler, "Künstliche Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechung: Untersuchungen über physiologische Veränderungen; Entwicklung einer Methode; Ergebnisse bei 100 Vorhofseptumdefekt-Operationen" (1958), S. 146-147.

⁹⁵³ K. Tobolt, „Prof. Dr. Karl Horatz (1913-1996)-erster Ordinarius für Anästhesiologie in Deutschland: Leben-Werk-Wirkung," (2015), S. 77-78

⁹⁵⁴ Ebd.

Ein ähnliches Beispiel stellt die Wahl der richtigen Narkose während Operationen in Hypothermie dar. Zindler beschreibt, dass er zunächst unsicher war, ob er, wie von Laborit vorgeschlagen, den „künstlichen Winterschlaf“ mit Hilfe von Somatotropin wählen sollte, oder doch bei der Äthernarkose bleiben sollte.⁹⁵⁵ Letztendlich entschied er sich für die Äthernarkose, die sich im Nachhinein als die bessere Wahl herausstellte.

Weiterhin spielt die adäquate Narkosetiefe eine entscheidende Rolle bei der Durchführung von Operationen in Hypothermie. Der Nutzen der Hypothermie besteht darin, den Sauerstoffverbrauch des Patienten durch Unterkühlung so zu senken, dass der Kreislauf acht bis zwölf Minuten unterbrochen werden kann.⁹⁵⁶ Kommt es jedoch zu einem Kältezittern, findet der gegensätzliche Effekt statt: Der Sauerstoffverbrauch steigt.⁹⁵⁷ Dieses Phänomen kann mit der passenden Narkosetiefe verhindert werden. Ebenso empfiehlt Zindler, eine Hypothermie unter 25°C beim Menschen zu vermeiden, da das Risiko des Kammerflimmerns steigt.⁹⁵⁸

Man kann also deutlich erkennen, dass durch die Etablierung der Oberflächenhypothermie in der aufstrebenden Herzchirurgie die Anästhesie im Verlauf nicht nur zum eigenständigen Fachgebiet wurde, sondern auch zu spezieller Forschung. Diese eben erläuterten Beispiele zeigen, dass sich bereits ein sog. Expertenkreis bezüglich des anästhesiologischen Vorgehens während Operationen in Hypothermie gebildet hat. Dieser Expertenkreis kann als eine der Grundlagen für die Eigenständigkeit der Anästhesie angesehen werden. Weiterhin stellt diese Entwicklung heraus, dass nationaler und internationaler Austausch auch innerhalb eines Fachgebiets Fortschritt und Verbesserung ermöglicht.

Ebenso folgte in Düsseldorf eine detaillierte Auseinandersetzung mit möglichen Risiken und Problemen, die Operationen in Hypothermie mit sich brachten. Auch dieses Vorgehen führte letztlich zur Entstehung eines anästhesiologischen Forschungsbereiches und förderte somit die Eigenständigkeit dieses Fachgebiets.

Eine schwere, bereits angedeutete Komplikation stellt das Kammerflimmern dar, das auch international zu wissenschaftlicher Auseinandersetzung anregte. Sarajas und Nilsson haben 1954 tierexperimentell nachgewiesen, dass Hunde in Hypothermie unter 20°C und ordnungsgemäßer Narkose in Kammerflimmern verfallen und anschließend der Tod

⁹⁵⁵ M. Zindler, „Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufstillstand - Beginn der offenen Herzchirurgie in Deutschland,“ *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35, 05 (2000), S. 340-345

⁹⁵⁶ M. Zindler, „Die künstliche Hypothermie in der praktischen Chirurgie,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 284, 1 (1956), S. 212-231

⁹⁵⁷ Ebd., S. 214-215.

⁹⁵⁸ Ebd., S. 213.

eintritt.⁹⁵⁹ Dies gilt in Analogie für den Menschen. So beschreibt Linder, dass bei 235 Patienten, die in Hypothermie operiert wurden, sich lediglich vier Kreislaufstillstände als Asystolie, dagegen 16 als Kammerflimmern zeigten.⁹⁶⁰ Um diese ungewollte Komplikation zu behandeln, schlugen Swan und Zaevin die intrakoronare Injektion von Kalium vor, durch die sie bis 1954 drei Patienten in einen normalen Herzrhythmus konvertieren konnten.⁹⁶¹ Auch Zindler berichtet von Kammerflimmern während Herzoperationen in Hypothermie. So kam es bereits bei der ersten Operation in Hypothermie in Düsseldorf zu dieser Komplikation.⁹⁶² Herzkompression, Erwärmung und Elektroschocks konnten das aufgetretene Kammerflimmern erfolgreich beenden.⁹⁶³ Auf mögliche Ursachen für die Entstehung des Kammerflimmerns geht Schmitz 1961 ein: Zum einen erwähnt er, dass in Düsseldorf bei 25 Patienten mit Kammerflimmern eine Rektaltemperatur von 29,5°C vorlag, lediglich bei sieben Patienten mit Kammerflimmern lag die Temperatur zwischen 29,5 und 31°C.⁹⁶⁴ Somit kann geschlussfolgert werden, dass eine zu starke Temperatursenkung Kammerflimmern begünstigt. Außerdem stand laut Schmitz jedes aufgetretene Kammerflimmern in Bezug zu einer mechanischen Irritation des Herzens, die bei kardiochirurgischen Eingriffen jedoch unvermeidbar ist.⁹⁶⁵ Zur Prophylaxe des Kammerflimmerns schlägt Zindler 1958 vor, niedrig dosiertes Prostigmin in die abgeklemmte Aorta zu injizieren.⁹⁶⁶

Insgesamt zeigt sich daher sowohl auf internationaler Ebene als auch in Düsseldorf ein Lernprozess: Nach Beobachtung des Auftretens der Komplikation zunächst im Tierversuch, schließlich in der klinischen Anwendung folgt die Ursachenabklärung, die wiederum die Ausarbeitung von Behandlungsstrategien nach sich zieht. Dieser Wissenszuwachs begünstigt neben der Etablierung anästhesiologischer Forschung und klinischer Umsetzung den chirurgischen Erfolg. Somit zeigt sich eine gegenseitige positive Beeinflussung: zum einen

⁹⁵⁹ H. S. S. Sarajas und T. E. Nilsson, „Beobachtungen über die Pathologie der experimentellen Hypothermie beim Hunde,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 279, 1 (1954), S. 750-756

⁹⁶⁰ F. Linder, „Pathophysiologie und Indikationen der Hypothermie bei Operationen am offenen Herzen,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958), S. 188-203

⁹⁶¹ H. Swan und I. Zaevin, „Cessation of Circulation in General Hypothermia. III. Technics of Intracardiac Surgery Under Direct Vision,“ *Ann Surg* 139, 4 (1954), S. 385-396

⁹⁶² Zindler, „Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufstillstand - Beginn der offenen Herzchirurgie in Deutschland“, (2000), S. 340-345

⁹⁶³ Ebd., S. 343.

⁹⁶⁴ T. H. Schmitz, „Kammerflimmern,“ *Die chirurgische Behandlung angeborener Fehlbildungen. Hrsg. Kremer. Stuttgart: Georg Thieme* (1961), S. 265-270

⁹⁶⁵ Ebd.

⁹⁶⁶ M. Zindler, „Die praktische Durchführung der künstlichen Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechungen,“ *Thoraxchirurgie* 6, 02 (1958), S. 141-142

ergibt sich durch die Einführung der offenen Herzchirurgie die Notwendigkeit der Eigenständigkeit der Anästhesie. Zum anderen ermöglicht der anästhesiologische Fortschritt die standardisierte und routinierte Durchführung von Herzoperationen.

In ähnlicher Weise kann der Aspekt der koronaren Luftembolie als mögliche Gefahr des Kammerflimmerns bei Operationen in Hypothermie interpretiert werden.⁹⁶⁷ Koronare Luftembolien entstehen, wenn das Herz vor Freigabe des Kreislaufs nicht ausreichend entlüftet wird. Laut Linder kann diese Form des Kammerflimmerns jedoch sehr gut verhindert werden. Insbesondere eine adäquate Lagerung des Patienten, bei der die Kardiotomie der höchste „Punkt des Operationsfeldes“ darstellen sollte.⁹⁶⁸ Ebenfalls helfe das Auffüllen des Herzens mit Kochsalzlösung vor Freigabe des Kreislaufs oder die zunächst teilweise Kreislauffreigabe. Kommt es dennoch zu dieser gefürchteten Komplikation empfiehlt Linder das Abklemmen der Aorta descendens in Kombination mit einer Herzmassage.⁹⁶⁹

In Düsseldorf kam es bis zum Jahr 1959 bei drei Operationen von ASD zu koronaren Luftembolien, von denen zwei eine Verzögerung von drei bis vier Minuten bis zum Einsetzen des Kammerflimmerns aufwiesen.⁹⁷⁰ Diese Latenzzeit wird durch die höhere Ischämietoleranz des Myokards in Hypothermie erklärt. Neben der empfohlenen Herzmassage bei einer Luftembolie in den Koronargefäßen erwähnen Fahmy, Ferbers und Zindler die Möglichkeit, kleine Luftbläschen aus den Koronargefäßen auszustreichen.⁹⁷¹ Insgesamt wurden bis 1965 1100 Patienten unter Anwendung der Hypothermie in Düsseldorf operiert. Auffällig ist, dass die Mortalität im Laufe der Zeit immer weiter sank, sodass sie bei den letzten durchgeführten Operationen lediglich 2,4 % betrug.⁹⁷² Somit kann erneut ein Lernprozess nachvollzogen werden: Auf Grund der häufigen Ausführung der Herzoperationen mit Hilfe von Oberflächenhypothermie fand sowohl auf

⁹⁶⁷ K. G. Pulver, S. Eunike, und R. Zähle, "Fehler und Gefahren bei der Anwendung künstlicher Hypothermie für Operationen am offenen Herzen und an den großen Gefäßen," in *Anaesthesie in der Gefäß- und Herzchirurgie: Beiträge zum Thema „Anaesthesie in der Gefäß- und Herzchirurgie“ der Gemeinsamen Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Anaesthesiologie, der Deutschen Gesellschaft für Anaesthesie und Wiederbelebung und der Schweizerischen Gesellschaft für Anaesthesiologie (Société Suisse d'Anesthésiologie) vom 16.–18. September 1965 in Zürich*, Hrsg. O. H. Just und M. Zindler (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1967), S. 85-90

⁹⁶⁸ Linder, (1958), S. 188-203

⁹⁶⁹ Ebd., S. 192.

⁹⁷⁰ A. R. Fahmy, E. Ferbers, und M. Zindler, „Luftembolie der Coronar-Arterien bei Operationen eines Vorhofseptumdefektes am offenen Herzen in Hypothermie," *Thorac cardiovasc Surg* 7, 04 (1959), S. 365-371

⁹⁷¹ Ebd.

⁹⁷² M. Zindler et al., „Surface hypothermias for heart operations with circulatory arrest " *International Anesthesiology Clinics* 3, 4 (1965), S. 739

anästhesiologischer, als auch auf chirurgischer Seite ein Erfahrungsgewinn statt, der die sichere Durchführung dieses Eingriffs begünstigte.

Die Ausweitung des Aufgabenfeldes und nicht zuletzt die enge Kooperation zwischen Zindler und Derra führten 1966 zu der bereits oben geschilderten schrittweisen Entwicklung der Düsseldorfer Anästhesie von einer Funktionsabteilung der Chirurgie zur eigenständigen Klinik und Berufung Zindlers zum ersten Ordinarius für Anästhesiologie an der Universität Düsseldorf.⁹⁷³ Somit war die Anästhesie erstmals losgelöst aus der Chirurgie als eigenständige Fachrichtung vertreten. Diese Entwicklung wurde durch Derra initiiert und gefördert. Seine Vorgehensweise ist vor dem Hintergrund der damaligen Zeit auch deswegen als vorausschauend und fortschrittlich zu beurteilen, weil nicht alle Chirurgen diese Ansicht teilten. Karl Heinrich Bauer aus Heidelberg sah die Chirurgie als „Pfahlwurzel aller Anästhesie“ und riet davon ab, die Anästhesie als eigenes Fachgebiet aus der Chirurgie zu lösen.⁹⁷⁴ Er befürchtete eine zu starke Spezialisierung, die zu einer weniger allumfassenden Ausbildung junger Ärzte führen könnte.⁹⁷⁵ Dennoch erkennt auch Bauer den Nutzen der „Arbeitsteilung“ von Chirurgie und Anästhesie im Hinblick auf eine bessere Patientenversorgung.⁹⁷⁶

Wie die wegweisende Arbeit Derras von seinen Nachfolgern Bircks und Kremer zusammen mit Zindler fortgesetzt und weiterentwickelt wurde, ist zuvor am Beispiel des „Düsseldorfer Modells“ der Organisation operativer Intensivmedizin beschrieben (s. Kapitel 3.2.3, s. S. 182).

Dennoch gibt es zahlreiche Überlieferungen, dass Chirurgen Anästhesisten lange Zeit nicht als ihnen gleichgestellte Teilnehmer des Operationsgeschehen akzeptierten. Brand und Goering zitieren den Gynäkologen Ebin, der fordert, die Autoritätsverteilung im Operationsaal eindeutig zu definieren. Hierbei sehe er den Chirurgen als „Kapitän im Schiff“ und fordert sogar die „Rückkehr der Narkoseschwester“.⁹⁷⁷

Auch damit ist u.a. zu erkennen, wie fortschrittlich und weitsichtig aus heutiger Sicht Derras Handeln zu werten ist.

⁹⁷³ Tarnow, (2000), S. 273

⁹⁷⁴ K. H. Bauer, „Die Wandlungen der Anaesthetie vom Standpunkt des Operateurs,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 282, 1 (1955), S. 163-177

⁹⁷⁵ Ebd., S. 173.

⁹⁷⁶ Ebd., S. 171.

⁹⁷⁷ L. Brandt und M. Goerig, „Kurze Geschichte Der Deutschen Gesellschaft Für Anästhesiologie Und Intensivmedizin (Dgai),“ *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 38, 04 (2003), S. 216

Zur Illustration der Bedeutung Düsseldorfs im nationalen Kontext ist es erwähnenswert, dass Zindler bereits zuvor einen Ruf auf den Lehrstuhl für Anästhesiologie in Gießen erhielt, jedoch Düsseldorf vorzog.⁹⁷⁸ In Analogie zu den bereits geschilderten Geschehnissen zu Freys Zeit, der einen Ruf nach Bremen ablehnte, kann daher das weiterhin hohe Ansehen der Düsseldorfer Klinik konstatiert werden

Fazit

Zusammenfassend kann zunächst festgehalten werden, dass die die Einführung offener Herzoperationen die Entstehung der Anästhesie als eigenständige Fachrichtung besonders begünstigte. Es entstand ein breit gefächertes, anspruchsvolles Aufgabenfeld, das zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung und Forschung anregte, wodurch die Eigenständigkeit der Anästhesie weiter gefördert wurde. Als Folge der Entstehung dieses neuen Forschungsgebiets und neuer Erkenntnisse verbesserten sich die kardiochirurgischen Operationsbedingungen. Daher nimmt die Anästhesie zum einen auf Grund ihrer Entstehung aus der Chirurgie, zum anderen auf Grund der positiven Auswirkungen auf den herzchirurgischen Operationserfolg eine Sonderstellung im interdisziplinären Netzwerk ein: die gegenseitige positive Beeinflussung von Chirurgie und Anästhesie mündet letztlich in einer symbiontischen Beziehung dieser Fachrichtungen, die aus heutiger Sicht nicht mehr wegzudenken ist.

Im Hinblick auf Düsseldorf erscheint es insbesondere beachtenswert, dass Ernst Derra dieses erfolgsversprechende Konstrukt aus Anästhesie und Chirurgie frühzeitig erkannte und nutzte. So veranlasste er gezielt, dass Zindler 1952 nach Düsseldorf kam und bereicherte somit das sich im Aufschwung befindende interdisziplinäre Herzzentrum um anästhesiologisches Fachwissen.

Für diese Hypothese spricht zum einen die frühzeitige Durchführung der ersten Herzoperation in Hypothermie 1955, bei der, wie eben beschrieben, Zindler eine tragende Rolle zukam. Das ist klar erkennbar aus Zindlers Habilitation von 1958.⁹⁷⁹ Hier beschreibt er die Ergebnisse von 100 in Hypothermie operierten ASD.⁹⁸⁰ Da auf Grund von

⁹⁷⁸ Tarnow, (2000), S. 273

⁹⁷⁹ Ebd.

Zindler, "Künstliche Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechung: Untersuchungen über physiologische Veränderungen; Entwicklung einer Methode; Ergebnisse bei 100 Vorhofseptumdefekt-Operationen,".

⁹⁸⁰ Zindler, "Künstliche Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechung: Untersuchungen über physiologische Veränderungen; Entwicklung einer Methode; Ergebnisse bei 100 Vorhofseptumdefekt-Operationen," S. 2.

unterschiedlichen Komplikationen lediglich sechs der 100 Patienten starben, bewertet Zindler die Methode der Hypothermie als „einfaches und sicheres Hilfsmittel von bleibendem Wert“.⁹⁸¹

Diese historisch wichtigen Schritte sind in mehrfacher Hinsicht von entscheidender Bedeutung. Einerseits demonstriert die frühzeitige Eigenständigkeit der Anästhesie in Düsseldorf, dass Derra ebenso frühzeitig den Wert der Spezialisierung der Medizin erkannte und förderte. Durch weitere Arbeitsteilung und Spezialisten kann eine differenzierte Patientenversorgung ermöglicht werden. Ursächlich für diese Ansicht könnte die erfolgreiche Anwendung der Hypothermie sein, die in Zusammenarbeit von Kardiochirurgie mit modernen anästhesiologischen Verfahren erzielt werden konnte.

Weiterhin bereicherte die Integration der Anästhesie das interdisziplinäre Herzzentrum in großem Ausmaß. Basierend auf dem jeweiligen Fortschritt der Spezialdisziplin kann von gegenseitiger positiver Beeinflussung von Kardiochirurgie und Anästhesie gesprochen werden. Im Hinblick auf die anderen vertretenen Disziplinen im Netzwerk des Herzzentrums ist es insbesondere beachtenswert, dass die Anästhesiologie mit beinahe allen anderen Fachrichtungen Schnittpunkte aufweist: So zählt postoperative Betreuung der Patienten zum Aufgabenbereich der Internisten, Kinderärzte und auf der Intensivstation ebenso der Anästhesisten. Somit ist die Anästhesie, neben der Kardiochirurgie, als beinahe einzige Fachrichtung aktiv in den intraoperativen und postoperativen Behandlungsprozess und -erfolg integriert.

Abschließend sollen die zentralen Aspekte der Entstehung der Anästhesiologie in Düsseldorf und ihre Position im interdisziplinären Herzzentrum zusammengefasst werden: Zunächst liegt der Ursprung der Anästhesie zu großen Teilen in der Chirurgie, besonders der Kardiochirurgie und dann bedeutend bei der Einführung der offenen Herzoperationen mittels Oberflächenhypothermie. Diese ersten Schritte in Richtung Eigenständigkeit wurden durch die Entstehung anästhesiologischer Forschungsgebiete unterstützt. Ebenso bestärkte die Auseinandersetzung mit Risiken und Problemen die Entwicklung in Richtung Eigenständigkeit, sowohl in Düsseldorf, als auch auf nationaler und internationaler Ebene. Zusätzlich führte das wissenschaftlich begründete Vorgehen zu einem Lernprozess, der in der Verbesserung der anästhesiologischen Verfahren mündete. Diese Verbesserung sorgte

⁹⁸¹ Ebd., S. 233.

wiederum für die Sicherung des chirurgischen Operationserfolges, sodass sich Chirurgie und Anästhesie in ihrer Entwicklung gegenseitig positiv beeinflussten.

Derra erkannte diesen Aspekt sehr frühzeitig und förderte die Eigenständigkeit der Anästhesie im Rahmen des interdisziplinären Herzzentrums. Dabei übernahm die Anästhesie eine Sonderrolle im interdisziplinären Netzwerk, da sie zum einen aus der Kardiochirurgie hervorging und zum anderen Schnittstellen mit beinahe allen Fachrichtungen des Herzzentrums aufweisen konnte.

3.3.4 Die Rolle der Pathologie

Das pathologische Institut der Universität Düsseldorf zählt als medizintheoretische Institution zu den bedeutenden Bestandteilen des multiprofessionellen Herzzentrums, da es, ähnlich wie die Klinik für Innere Medizin, einen frühen herzmedizinischen Forschungsschwerpunkt aufweist.

Georg Mönckeberg war ab 1913 Direktor des Instituts und begründete diese Entwicklung.⁹⁸²

Neben der Thematik der Tuberkulose widmete er sich besonders den arteriosklerotischen Erkrankungen. Er gilt als Erstbeschreiber der isolierten arteriellen Mediaverkalkung.⁹⁸³ 1902 wies er anhand 8 klinischer Fälle die Ossifikation der Arterienwand bei zuvor bestehender Arteriosklerose nach.⁹⁸⁴ Ein Jahr später beschrieb er Ablagerungen von Calciumkörnchen in der Media, insbesondere bei muskelreichen Arterien, wodurch es zur Verkalkung dieser Gefäße kommt.⁹⁸⁵ Makroskopisch erschienen ihm weitfortgeschrittene Veränderungen dieser Art als „gänsetracheartig“ Spangen.⁹⁸⁶ Diese Pathologie zeigte sich vermehrt bei Arterien der Extremitäten und stellte sich als isolierte Mediaverkalkung dar, die kein Beweis für eine vorliegende Arteriosklerose anderer Arterien ist.⁹⁸⁷ Somit konnte Mönckeberg demonstrieren, dass die Mediaverkalkung und die Arteriosklerose zwei unabhängige Erkrankungen sind.

Von 1912-1920 war Mönckeberg Herausgeber des „Zentralblattes für Herz- und Gefäßkrankheiten“.⁹⁸⁸ Somit erscheint es gerechtfertigt, Mönckebergs Arbeit in Düsseldorf, die sich intensiv mit damaligen aktuellen Thematiken der Herzmedizin beschäftigte, als eine der Basis-Komponenten im multiprofessionellen Netzwerk zu werten.

In engem zeitlichem Zusammenhang mit Mönckeberg war sechs Jahre zuvor der kardiologisch interessierte August Hoffmann zum Leiter der Inneren Medizin in Düsseldorf berufen worden. Es trafen somit zu einem frühen Zeitpunkt zwei Persönlichkeiten

⁹⁸² G. Zimmermann, *Die Geschichte des Pathologischen Instituts der Universität Düsseldorf* (Düsseldorf: Triltsch, 1968), S. 40

⁹⁸³ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 328
Zimmermann, (1968), S. 14

I. Fritsch, „Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Mediasklerose und diabetischer Neuropathie bei Patienten mit Diabetes mellitus“ (Univ. Diss. med. Fak., LMU München, 2006), S. 1.

⁹⁸⁴ J. G. Mönckeberg, „Ueber Knochenbildung in der Arterienwand,“ *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* 167, 2 (1902), S. 191-200

⁹⁸⁵ J. G. Mönckeberg, „Über die reine Mediaverkalkung der Extremitätenarterien und ihr Verhalten zur Arteriosklerose,“ *Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* 171, 1 (1903), S. 141-167

⁹⁸⁶ Ebd., S. 147.

⁹⁸⁷ Ebd., S. 166.

⁹⁸⁸ Zimmermann, (1968), S. 14

zusammen, deren Arbeit u.a. mit der Herzmedizin verbunden war und Anfänge für die weitere herzspezifische Entwicklung bildeten.

Hubert Meessen

1949 wurde Hubert Meessen zum Nachfolger der Mönckebergs berufen.⁹⁸⁹ Er förderte die kardiologische Forschung im Institut für Pathologie, besonders auch durch Zusammenarbeit mit den Kliniken für Innere Medizin und Chirurgie. Es zeigt sich, wie klinische Disziplinen, und medizintheoretische Institutionen zum aktiven Kooperationspartner werden. Der Ursprung des multiprofessionellen Netzwerks kann somit in der der Zusammenarbeit dieser drei Fachrichtungen ausgemacht werden.

Während Meessens Amtszeit fanden die ersten offenen Herzoperationen mittels Oberflächenhypothermie und extrakorporaler Zirkulation in Düsseldorf statt. Er widmete frühzeitig sich den morphologischen Veränderungen des Herzens nach künstlich eingeleitetem Herzstillstand, zusammen mit Berthold Löhr aus der Klinik für Chirurgie. Sie untersuchten die Auswirkungen von Kalziumzitrat- und Anoxie-induziertem Herzstillstand auf den Herzmuskel.⁹⁹⁰ Meessen wandte hierbei elektronenmikroskopische Untersuchungen an, die zu dieser Zeit sehr fortschrittlich waren.⁹⁹¹

In einer weiteren Arbeit zu diesem Thema beschreibt Meessen, dass die größten Muskelfasernekrosen bei durch Kalziumcitrat herbeigeführte Kardioplegie vorzufinden sind.⁹⁹² Die sicherste Methode, eine länger andauernde offene Herzoperation durchzuführen, sei laut Meessen die Kardioplegie mittels Ischämie mit anschließender Hypothermie.⁹⁹³ Hier zeigten sich die geringsten Muskelnekrosen und in keinem Fall ein interstitielles Ödem.⁹⁹⁴ Allerdings müsse mit lokalen Erfrierungen auf Grund der Hypothermie gerechnet werden.⁹⁹⁵

Das Institut für Pathologie greift somit aktuelle klinische Thematiken auf und ermöglicht durch theoretische und morphologische Auseinandersetzung klinischen Fortschritt. Es zeigt

⁹⁸⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 328-329
Zimmermann, (1968), S. 40

⁹⁹⁰ Löhr, Meessen, und Poche, (1960), S. 108-137

⁹⁹¹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*, (2007), S. 329
Löhr, Meessen, und Poche, (1960), S. 111

⁹⁹² H. Meessen, „Morphologische Befunde bei Herzinsuffizienz und bei künstlichem Herzstillstand,“
Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie 11, 02 (1963), S. 187

⁹⁹³ Ebd.

⁹⁹⁴ Ebd., S. 185.

⁹⁹⁵ Ebd., S. 188.

sich daher eine wechselseitige positive Beeinflussung von klinischen und theoretischen Fachrichtungen im Sinne eines Netzwerks.

Anhand dieser Beispiele zeigt sich die enge Verknüpfung von Theorie, Wissenschaft und Klinik. Diese Vorgehensweise führt zu einer auf Grund einer ständigen Re-Evaluation durch medizintheoretische Institute, wie durch die Pathologie, zur Verbesserung der klinischen Verfahren. Weiterhin illustriert sie beispielhaft den hermeneutischen Zirkel der Humanwissenschaften in seinen Grundzügen.

Dieser zeichnet sich durch eine anfängliche Fragestellung, die Quellensuche und schließlich die Interpretation und Kritik aus.⁹⁹⁶ In den eben dargestellten Beispielen stellen Meessen und Derra die Frage, nach postoperativen, morphologischen Veränderungen des Herzmuskels bei verschiedenen Techniken der Kardioplegie. Ihre Intention ist somit, die Operationsmethoden für den Patienten sicherer zu gestalten. Als Quellensuche kann Meessens methodisches Vorgehen zur Untersuchung des Herzmuskels genannt werden. Die Ergebnisse dieser Durchführung stellen die Interpretation dar, die darauf hinweist, dass der Herzstillstand in Kombination mit Hypothermie als sicherste Methode erscheint. Dieser hermeneutische Zirkel wird nun wiederholt angewendet und führt zu einer stetigen Verbesserung des Verfahrens.

Dieses wissenschaftliche Vorgehen beweist daher die interdisziplinäre Zusammenarbeit als Grundlage für die Etablierung einer erfolgreichen kardiochirurgischen Klinik und eines erfolgreichen Herzzentrums in Düsseldorf.

Ebenso stellten sich thematische Überschneidungen von Pathologie und Innerer Medizin heraus, wie z.B. die Mitralklappenstenose. So veröffentlichte Meessen gemeinsam mit Bayer, Grosse-Brockhoff und Loogen eine Arbeit zu morphologischen, klinischen und pathophysiologischen Veränderungen der Lungengefäße und des Lungengerüsts bei Mitralklappenstenose.⁹⁹⁷ Hierbei zeigte sich, dass ein enger Zusammenhang zwischen morphologischen Veränderungen in der Lunge, pathophysiologischen Veränderungen und dem klinischen Grad der Mitralklappenstenose besteht. Diese histologisch gefundenen

⁹⁹⁶ T. Noack, *Querschnitt Geschichte, Theorie und Ethik in der Medizin*, 1. Aufl. (München u.a.: Urban & Fischer in Elsevier, 2007), S. 9

⁹⁹⁷ O. Bayer et al., „Vergleichende klinische, pathophysiologische und pathologisch-anatomische Untersuchungen bei Mitralstenose,“ *Archiv für Kreislaufforschung* 26, 3 (1957)

Pathologien der Lunge konnten diagnostisch durch die Kombination von verändertem Lagetyp im EKG und röntgenologischen Befunden vorausgesagt werden.⁹⁹⁸

Anhand dieser Studie wird deutlich, dass auch das diagnostische Vorgehen zur Sicherung kardiologischer Erkrankungen durch die Zusammenarbeit mit dem Institut für Pathologie profitiert. Diese differenzierte Diagnosestellung ermöglicht wiederum eine präzise Operationsplanung, die eine höhere Wahrscheinlichkeit für gute postoperative Ergebnisse mit sich bringt. Die Kooperation von Innerer Medizin und Pathologie hat somit ebenfalls positive Auswirkungen auf den chirurgischen Behandlungserfolg.

Mit der eben erwähnten Arbeit stellt sich erstmals ein „Dreiergespann“ aus Innerer Medizin, Pathologie und Chirurgie deutlich dar: Während die Diagnose der Mitralklappenstenose durch die Innere Medizin gestellt wird, erfolgt ihre operative Behebung durch die Chirurgie, die morphologische und theoretische Auseinandersetzung durch die Pathologie.⁹⁹⁹ Dieses strukturierte Vorgehen ermöglicht medizinischen Fortschritt und bildet die Basis für ein multiprofessionelles Netzwerk zur Behandlung von Herzerkrankungen.

Als Auszeichnung der kardiologisch betonten Forschung des Instituts für Pathologie in ist Hubert Meessens Präsidentschaft der Deutschen Gesellschaft für Herz- und Kreislaufforschung im Jahr 1972 werten.¹⁰⁰⁰ Er folgte damit Derra und Grosse-Brockhoff, die zuvor ebenfalls dieses Amt bekleideten. Auch dies belegt eine enge Verbundenheit zwischen der internistischen und chirurgischen Klinik und dem pathologischen Institut in Düsseldorf, die als „Dreiergespann der Düsseldorfer Herzmedizin“ bezeichnet werden kann.

Waldemar Hort

Diese Dreier-Kombination aus Innerer Medizin, Chirurgie und Pathologie wurde auch nach Meessens Amtszeit fortgeführt. Ihm folgte 1977 Waldemar Hort als Direktor des pathologischen Instituts, dessen Forschungsschwerpunkt ebenfalls bei kardialen Erkrankungen lag.¹⁰⁰¹ Er beschäftigte sich insbesondere mit den Erkrankungen der Herzkranzgefäße, dem Endothel und Arteriosklerose, Herzhypertrophie, Altersherzen und

⁹⁹⁸ Ebd., S. 254.

⁹⁹⁹ Ebd., S. 247.

¹⁰⁰⁰ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 329

¹⁰⁰¹ Ebd.

Persönliche Mitteilung Professor Dr. A. Krian

Kardiomyopathien.¹⁰⁰² Z.B. untersuchte er sowohl mikroskopisch, als auch makroskopisch die Veränderungen des Herzmuskels beim Infarkt und dessen Ausbreitungsmuster.¹⁰⁰³ Sein Ruf an die Universität Düsseldorf verdeutlichte explizit die Intention, das bereits vorhandenen kardiovaskuläre Wissen und Netzwerk zu intensivieren.

So arbeitete auch er eng mit der inzwischen eigenständigen kardiologischen Klinik, der Medizinischen Klinik B, in Düsseldorf zusammen. Auf der Grundlage dieser Kooperation entstand beispielsweise eine Arbeit zur Differentialdiagnose der hypertrophen Kardiomyopathie: anhand von 353 betroffenen Patienten konnten klinische Unterscheidungsmerkmale zur Differenzierung der drei Unterformen der hypertrophen Kardiomyopathie gefunden werden.¹⁰⁰⁴ So fand sich bei der hypertrophen obstruktiven Form ein lautes systolisches Herzgeräusch, während bei der atypischen obstruktiven Kardiomyopathie ein moderates und bei der nicht-obstruktiven Form ein leichtes oder kein Geräusch zu finden ist.¹⁰⁰⁵

Diese diagnostische Auseinandersetzung mit der Thematik bildet die Grundlage für mögliche chirurgische Therapieoptionen des Krankheitsbildes. Daher gehörten die hypertrophen Kardiomyopathien auch zum Forschungsgebiet der inzwischen eigenständigen Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie.

Anknüpfend an die internistische und pathologische Fragestellung beschäftigten sich Bircks und Schulte mit den postoperativen Ergebnissen bei hypertroph-obstruktiven und atypischen hypertroph-obstruktiven Kardiomyopathien.¹⁰⁰⁶ Hierbei zeigte sich, dass die atypische obstruktive Kardiomyopathie kein erhöhtes Operationsrisiko aufweist.¹⁰⁰⁷

Kennzeichnend für die Interdisziplinarität dieser klinischen Studie ist die Auswahl des Patientenkollektivs, das zu 65% aus der Medizinischen Klinik B stammt.¹⁰⁰⁸

Dieses Beispiel verdeutlicht somit, dass das Themenfeld der Kardiomyopathien sowohl vom Institut für Pathologie und der Inneren Medizin, als auch aus chirurgischer Sicht in die klinische und theoretische Forschung integriert wurde. In Düsseldorf entstand eine

¹⁰⁰² Ebd.

¹⁰⁰³ W. Hort, „Mikroskopische Beobachtungen an menschlichen Infarktherzen,“ *Virchows Archiv A* 345, 1 (1968), S. 61-70

W. Hort et al., „Infarktmuster in menschlichen Herzen,“ *Virchows Archiv A* 345, 1 (1968), S. 45-60

¹⁰⁰⁴ H. Kuhn et al., „Differential diagnosis of hypertrophic cardiomyopathies: typical (subaortic) hypertrophic obstructive cardiomyopathy, atypical (mid-ventricular) hypertrophic obstructive cardiomyopathy and hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy,“ *European Heart Journal* 4, suppl F (1983), S. 93-104

¹⁰⁰⁵ Ebd., S. 101.

¹⁰⁰⁶ Bircks und Schulte, (1983), S. 187-190

¹⁰⁰⁷ Ebd., S. 190.

¹⁰⁰⁸ Ebd., S. 188.

fachrichtungsübergreifende Kooperation zur Erforschung, Diagnostik und Therapie von Herzerkrankungen. Diese Verbindung der zentralen Elemente der Medizin und die kardiovaskuläre Spezialisierung der beteiligten Fachrichtungen bildet die Grundlage eines multiprofessionellen Netzwerks zur Behandlung von Herzerkrankungen in Düsseldorf.

Horts wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet kardiologischer Fragestellungen wurden u.a. durch seine Präsidentschaft der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie von 1984-1985 gewürdigt. In Düsseldorf war er Sprecher des SFB 242 von 1986-1990.¹⁰⁰⁹

Fazit

Betrachtet man nun zusammenfassend die kardiologisch geprägten Entwicklungen in der Pathologie unter interdisziplinären Gesichtspunkten, fällt eine charakteristische, „symbolhafte“ Formation auf: in der Zeit zwischen 1949 bis 1990 bestand zwischen der Pathologie, der Inneren Medizin und der Chirurgie eine Zusammenarbeit in Form eines „Dreier-Gespanns“. Dessen enge Kooperation kann als entscheidender Faktor und als eine grundlegende Voraussetzung zur Etablierung eines multiprofessionellen Netzwerks angesehen werden.

Auffällig erscheint, dass der Direktorenwechsel der drei Disziplinen ungefähr zu den gleichen Zeitpunkten stattfand, sodass ihre Verbindung dauerhaft Bestand hatte. Zunächst bildeten Derra, Grosse-Brockhoff und Meessen die Kooperation, ihnen folgten Bircks, Loogen und Hort.

Hort erwähnt auf dem Symposium anlässlich Meessens 75. Geburtstags ebenfalls die erfolgreiche Zusammenarbeit von einer sich entwickelnden Herzchirurgie und den diagnostischen Fortschritten in der Inneren Medizin, die seitens der Pathologie unterstützt wurden.¹⁰¹⁰

Es zeigt sich daher, dass das Institut für Pathologie als medizinteoretische Disziplin neben den klinischen Fachrichtungen entscheidende Beiträge zur Etablierung eines multiprofessionellen Netzwerks in Düsseldorf ergänzen konnte.

¹⁰⁰⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 329

¹⁰¹⁰ W. Hort, *Pathologie gestern, heute und morgen: Symposium aus Anlaß des 75. Geburtstages von Herrn Professor Dr. Dres. H. C. Hubert Meessen, Düsseldorf, 10. September 1984* (Düsseldorf: Triltsch, 1984), S. 35

3.3.5 Die Rolle der Physiologie

Auch die Integration des Instituts für Physiologie als weiteres medizinteoretisches Fachgebiet bedeutete eine wichtige Ergänzung des multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf.

Wilhelm Lochner, der erste Direktor des Instituts (1960-1979), konzentrierte die Arbeit des physiologischen Instituts auf die Herz-Kreislauf-Forschung.¹⁰¹¹ In Zusammenschau der bisherigen dargestellten historischen Ereignisse in Düsseldorf, wie die kardiologisch ausgerichtete Klinik für Innere Medizin, die sich kardiochirurgisch spezialisierende Chirurgie und auch die Auseinandersetzung der Pathologie mit Herzerkrankungen, reiht sich Lochner in diese herzmedizinisch ausgerichtete Gruppierung unterschiedlicher Disziplinen in Düsseldorf ein. Es liegt nahe, dass er gezielt als physiologischer Direktor gewählt wurde, um diesen Forschungsschwerpunkt in Düsseldorf weiter auszubauen. Dadurch zeigt sich, dass die Entstehung des multiprofessionellen Herzzentrums in Düsseldorf durch das planmäßige Aufeinandertreffen bedeutender Persönlichkeiten begünstigt wurde.

Lochners Spezialisierung auf die physiologische Herzforschung hatte ihren Ursprung bereits vor seinem Amtsantritt in Düsseldorf. Das belegt eine Vielzahl von Veröffentlichungen zu dieser Thematik vor 1960.¹⁰¹² Beispielsweise konnte er tierexperimentell mit Hilfe von Temperaturmessungen nachweisen, dass das Blut im rechten Herzen unvollständig gemischt wird.¹⁰¹³

In Düsseldorf führte er diesen Forschungsschwerpunkt fort. Er setzte sich insbesondere mit Fragestellungen der myokardialen Durchblutung auseinander, wie z.B. mit der Regulation der Koronardurchblutung, der antianginösen Therapie, mit der Dynamik, dem myokardialen Stoffwechsel und regionalen Widerständen im koronaren und venösen System.¹⁰¹⁴

Die physiologische Auseinandersetzung mit diesen Themen zeigte direkte Auswirkungen auf klinische Vorgehensweisen. Die Anwendung der Hypothermie bei Herzoperationen ist ein

¹⁰¹¹ E. R. Müller-Ruchholtz, „In memoriam Wilhelm Lochner,“ *Basic Research in Cardiology* 74, 5 (1979), S. 451-452

¹⁰¹² W. Lochner, „Untersuchung über die unvollständige Mischung des Blutes im rechten Herzen mit Hilfe von Temperaturmessungen,“ *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* 256, 4 (1953), S. 296-303

W. Lochner, H. Mercker, und M. Nasser, „Über den anaeroben Energiegewinn des Warmblüterherzens in situ unter Cyanidvergiftung,“ *Naunyn-Schmiedeberg's Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 236, 2 (1959), S. 365-381

H. Mercker, W. Lochner, und H. J. Bretschneider, „Die Sauerstoffversorgung des Herzmuskels,“ *Dtsch Med Wochenschr* 83, 01 (1958), S. 17-20

¹⁰¹³ Lochner, (1953), S. 296-303

¹⁰¹⁴ Müller-Ruchholtz, (1979), S. 452

treffendes Beispiel zur Illustration dieser Hypothese: Lochner untersuchte gemeinsam mit Gunther Arnold den Sauerstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Temperatur, nachdem das Herz durch Kaliumchlorid stillgelegt wurde.¹⁰¹⁵ Neben der Tatsache, dass eine niedrige Temperatur mit einem geringen Sauerstoffverbrauch korreliert, zeigte sich, dass ein stillgelegtes Herz bei einer Temperatur von 34°C auch noch nach zwei Stunden erfolgreich wiederbelebt werden kann.¹⁰¹⁶

Weiterführend untersuchte Arnold ebenfalls Möglichkeiten, die Ischämiezeit des Herzens zu verlängern. Hierzu durchströmte er die Koronargefäße von Meerschweinchenherzen mit vorgewärmtem Gas, das zu 95% aus Sauerstoff und zu 5% aus CO₂ bestand.¹⁰¹⁷ Es zeigte sich, dass mit Hilfe dieser Methode die Ischämiezeit verlängert werden konnte.¹⁰¹⁸ Er weist aber auch auf Grenzen in der klinischen Anwendung hin.

Diese Beispiele verdeutlichen, dass die Physiologie, ihre medizintheoretische Auseinandersetzung mit herzmedizinischen Fragestellungen und deren Ergebnisse direkten Einfluss auf die klinischen Fachrichtungen, wie die Kardiochirurgie, haben. Ihre Grundlagenforschung ermöglicht die Verbesserung und Weiterentwicklung klinischer Vorgehensweisen, wie z.B. Operationsmethoden. Damit ist eine enge Verknüpfung der Physiologie mit den klinischen Fachrichtungen des multiprofessionellen Herzzentrums sichtbar. Es entsteht ein Netzwerk, das die Physiologie als wesentliche medizintheoretische Disziplin in dessen Basis integriert.

Ein weiteres Beispiel, das diesen Aspekt untermauert, wird in Lochners Vortrag „*Present Basis of Coronary Therapy*“ auf dem zweiten internationalen Adalat Symposium 1974 in Amsterdam deutlich.¹⁰¹⁹ Er erläutert die physiologischen Parameter, die den Sauerstoffverbrauch des Herzens beeinflussen, und beschreibt, wie eine medikamentöse Therapie diese Parameter beeinflussen kann und sich somit positiv auf koronare

¹⁰¹⁵ G. Arnold und W. Lochner, „Die Temperaturabhängigkeit des Sauerstoffverbrauches stillgestellter, künstlich perfundierter Warmblüterherzen zwischen 34° und 4°C,“ *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* 284, 2 (1965), S. 169-175

¹⁰¹⁶ Ebd., S. 170-171, 173.

¹⁰¹⁷ G. Arnold, „107. Verlängerung der nutzbaren Ischämiedauer des Herzens durch Erhöhung des äußeren O₂-Partialdruckes und Persufflation der Coronargefäße mit gasförmigem Sauerstoff,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 319, 1 (1967), S. 644

¹⁰¹⁸ Ebd., S. 646.

¹⁰¹⁹ W. Lochner, "Introduction," in *2nd International Adalat® Symposium: New Therapy of Ischemic Heart Disease*, Hrsg. W. Lochner, W. Braasch, und G. Kroneberg (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1975), S. 1

Herzerkrankungen auswirken kann.¹⁰²⁰ Die Verbesserung des Verhältnisses von Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot steht hierbei im Vordergrund seiner Betrachtungen.¹⁰²¹

Es zeigt sich, dass die physiologische Grundlagenforschung bei der multiprofessionellen Zusammenarbeit hinsichtlich Herzerkrankungen konkrete klinische Handlungsanweisungen liefert. Sie kann somit, ergänzend zu den Kliniken für Innere Medizin und Chirurgie und dem Pathologischen Institut, als Baustein des Düsseldorfer Netzwerks angesehen werden.

Fazit

Zusammenfassend verdeutlichen diese Ergebnisse, dass das Institut für Physiologie durch Lochners Berufung die bereits herzmedizinisch ausgerichteten klinischen Disziplinen, die Innere Medizin und die Chirurgie, sowie das Institut für Pathologie, herausragend ergänzte. So war die physiologische Herzforschung in Düsseldorf maßgeblich an der weiteren kardiologischen und kardiochirurgischen Spezialisierung in Düsseldorf beteiligt. Das physiologische Institut wurde zum weiteren Basiselement des multiprofessionellen Netzwerks und nahm damit wegweisende Position für den weiteren herzmedizinischen Fortschritt ein.

¹⁰²⁰ Lochner, "Present Basis of Coronary Therapy," in *2nd International Adalat® Symposium: New Therapy of Ischemic Heart Disease*, S. 2-10

¹⁰²¹ Ebd., S. 9.

3.3.6 Die Rolle der Pharmakologie

Das Institut für Pharmakologie zählt ebenfalls zu den medizinthoretischen Instituten der Universität Düsseldorf, die Bestandteil des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks sind. Die pharmakologische Herz-, Kreislaufforschung stellte sich als basisbildender Faktor der medikamentösen Behandlung von Herzerkrankungen heraus, in Düsseldorf, auf nationaler und internationaler Ebene.

In diesem Zusammenhang ist die Entdeckung der Sulfonamide besonders beachtenswert, die international die Rate der Wundinfektionen deutlich senken konnte. Gerhard Domagk führte seit 1929 mit seiner Forschungsgruppe Tierversuche durch, um eine Therapieoption für Streptokokkeninfektion zu finden.¹⁰²² Hierbei legte er sein Augenmerk auf Azoverbindungen, wie Prontosil, die im Vergleich zu bisher verwendeten Goldverbindungen ungiftig erschienen.¹⁰²³ Im Rahmen dieser Forschungsarbeiten erwies sich Prontosil sowohl wirksam gegen akute und chronische Streptokokkeninfektionen, sowie gegen Staphylokokkeninfektionen. Der Einsatz zur Behandlung von Pneumokokkeninfektionen blieb jedoch erfolglos.¹⁰²⁴ Domagk konnte die Wirksamkeit des Sulfonamids als erfolgreichen antibakteriellen Wirkstoffs, im Tierversuch und bei der klinischen Anwendung nachweisen.¹⁰²⁵

Zusätzlich zur Therapieoption bakterieller Infektionen hatte Domagks Entdeckung, laut Schadewaldt, die Differenzierung und Spezialisierung der bakteriologischen Diagnostik zur Folge.¹⁰²⁶ Da die Sulfonamide nur gegen bestimmte Bakterien wirksam waren, musste ihr Einsatz durch den Nachweis des sensiblen Bakteriums begründet werden, sodass die Mikrobiologie an Bedeutung gewann.

Es zeigt sich deutlich, wie pharmakologische Innovationen direkte Auswirkungen auf die klinische Behandlung und die Spezialisierung anderer medizinthoretischer Disziplinen haben. Somit bildet interdisziplinäre Zusammenarbeit auch auf internationaler Ebene die Grundlage medizinischen Fortschritts.

Dieser kombiniert pharmakologische und mikrobiologische Fortschritt beschleunigte ebenfalls die Entwicklung der internationalen und nationalen Herzchirurgie. Loeweneck

¹⁰²² H. W. Schreiber, „Vor 50 Jahren: Entdeckung der Chemotherapie mit Sulfonamiden,“ *Dtsch Med Wochenschr* 110, 28/29 (1985), S. 1139

¹⁰²³ G. Domagk, „Ein Beitrag zur Chemotherapie der bakteriellen Infektionen,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 61, 07 (1935), S. 250

¹⁰²⁴ Ebd., S. 252.

¹⁰²⁵ Schreiber, (1985), S. 1140-1141

¹⁰²⁶ Schadewaldt, „Die Entdeckung der Sulfonamide“, (1975), S. 2619

beschreibt, dass mit Hilfe der Sulfonamide der „mangelhaften Beherrschung der Wundinfektion“ ein Ende gesetzt werden konnte, sodass beispielsweise die kardiochirurgische Behandlung angeborener Herzerkrankungen gute postoperative Ergebnisse vorweisen konnte.¹⁰²⁷

Ebenso zitiert Bircks Bauers Ansicht, dass die „moderne Chirurgie“ auf sinnvoll eingesetzter antiinfektiver Therapie basiert.¹⁰²⁸ Insbesondere die Sulfonamide sieht Bircks als wesentlichen Faktor, der die Entwicklung der Herzchirurgie in der Nachkriegszeit ermöglichte.

Es wird somit deutlich, dass der pharmakologische und mikrobiologische Fortschritt das Fortschreiten und den Lernprozess chirurgischer Disziplinen begünstigt. Pharmakologie und Chirurgie, als Vertreter der theoretischen und klinischen Medizin, sind somit eng miteinander verzahnt.

In Ergänzung zur antiinfektiösen Therapie sind insbesondere die Etablierung herzwirksamer Medikamente für den kardiochirurgischen Fortschritt entscheidend. Dieser Entwicklungsprozess kann beispielhaft anhand des multiprofessionellen Netzwerks der Universität Düsseldorf nachvollzogen werden. Daher ist das herzmedizinisch ausgerichtete pharmakologische Institut ebenfalls als fester Bestandteil des Düsseldorfer Herzzentrums zu zählen.

Kurt Greeff, der 1960 Direktor des Instituts wurde, konzentrierte die pharmakologische Forschung in Düsseldorf auf kardiologische Fragestellungen.¹⁰²⁹ Greeff setzte sich intensiv mit der Wirkung von Herzglykosiden auseinander. So untersuchte er z.B., ob die ATPase am Herzen empfindlicher gegenüber Glykosiden ist, als der Skelettmuskel.¹⁰³⁰ Außerdem untersuchte er die Auswirkungen der Herzglykoside auf den Kaliumhaushalt und bearbeitete viele weitere Aspekte dieses Themengebiets.¹⁰³¹

¹⁰²⁷ M. Loeweneck, *Entwicklung der Herzchirurgie*, ed. B. Schlegel (Munich: J.F. Bergmann-Verlag, 1962), S. 52.

¹⁰²⁸ Bircks, "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung," in *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, S. 412

¹⁰²⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 315-316

¹⁰³⁰ H. Dransfeld et al., „Die verschiedene Empfindlichkeit der Na⁺ + K⁺-aktivierten ATPase des Herz- und Skelettmuskels gegen k-Strophanthin," *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für Pharmakologie und experimentelle Pathologie* 254, 3 (1966), S. 225-243

¹⁰³¹ K. Greeff, K. Meng, und E. Moog, „Der Einfluß nichttoxischer und toxischer Konzentrationen herzwirksamer Glykoside auf die Kaliumbilanz isolierter Herzpräparate," *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 244, 3 (1962), S. 270-282

K. Greeff, K. Meng, und D. Schwarzmann, „Digitalis-ähnliche Eigenschaften des Prednison- und Prednisolonbisguanilylhydrazons," *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 249, 5 (1964), S. 416-424

Es zeigt sich somit eine Analogie zu anderen medizintheoretischen Instituten in Düsseldorf, wie z.B. der Physiologie: Für die Leitung des pharmakologischen Instituts wurde mit Greeff gezielt ein Direktor gewählt, der die herzmedizinische Forschung in Düsseldorf ergänzen konnte. Das herzmedizinische Netzwerk wurde durch Integration der Arbeit medizintheoretische Institute erweitert.

Diese Zusammenarbeit zeigt sich im Besonderen am Beispiel der Herzglykosiden, die, wie beschrieben, ebenfalls Forschungsthema der Klinik für Innere Medizin waren. Bereits Ernst Eden befasste sich intensiv mit der Digitalisbehandlung bei Herzinsuffizienz und veröffentlichte diesbezügliche eine Vielzahl an Forschungsergebnissen.¹⁰³²

Er erkannte bereits frühzeitig den bedeutsamen Zusammenhang zwischen Pharmakologie und klinischer Medizin und charakterisiert die gegenseitige positive Beeinflussung der beiden Disziplinen anhand des Beispiels der Digitalisbehandlung: „Die Kenntnis von der Heilwirkung der Digitalis bei Kreislaufstörungen verdankt die Pharmakologie der Klinik, das Verständnis der Heilwirkung verdankt die Klinik der Pharmakologie“.¹⁰³³ Eden verdeutlicht die enge Verzahnung von Pharmakologie und Innerer Medizin in ihrem Ursprung. Ihre Kooperation ist in Düsseldorf somit ein basisbildender Faktor für das herzmedizinische Netzwerk.

Edens Nachfolger Grosse-Brockhoff setzte sich ebenfalls mit Herzglykosiden zur Behandlung der Herzinsuffizienz auseinander. Er betrachtete insbesondere die klinischen Aspekte der Digitalistherapie, wie z.B. die Anwendbarkeit bei unterschiedlichen Herzerkrankungen, die Wechselwirkungen mit anderen herz- und nierenwirksamen Pharmaka und den klinischen Erfolg der Therapie.¹⁰³⁴ Weiterhin machte er auf mögliche Fehler bei der Anwendung von

K. Greeff, "Zum Wirkungsmechanismus der Digitalisglykoside," in *Probleme der Klinischen Prüfung Herzwirksamer Glykoside: erweiterter Bericht über ein Symposium in Hamburg mit einer Übersicht klinischer und pharmakologischer Methoden*, Hrsg. K. Greeff (Heidelberg: Steinkopff, 1973), S. 12-24

H. Dransfeld et al., „Die Abhängigkeit der Ca⁺⁺-Aufnahme isolierter Mitochondrien des Herzmuskels von der Na⁺- und K⁺-Konzentration als mögliche Ursache der inotropen Digitaliswirkung," *Experientia* 23, 5 (1967), S. 375-377

¹⁰³² E. Edens, „Über die Auswertung von Digitalispräparaten am Menschen," *Klinische Wochenschrift* 14, 12 (1935), S. 414-417

E. Edens, "Digitalisfibel für den Arzt," in *Digitalisfibel für den Arzt* (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1944)

E. Edens, „Die Strophanthinbehandlung der Angina pectoris," *Munchener Medizinische Wochenschrift* 81 (1934), S. 1424

¹⁰³³ E. Edens und H. Weese, „Die Wirkung der Digitalis beim herzkranken Menschen," *Naunyn-Schmiedeberg's Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 208, 1 (1949), S. 7

¹⁰³⁴ F. Grosse-Brockhoff, B. Grabensee, und T. U. Hausamen, "Glykosidbehandlung in Klinik und Praxis," in *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin* (Springer, 1977), S. 57-75

Herzglykosiden aufmerksam, wie z.B. eine häufig fälschlicherweise durchgeführte Unterdosierung.¹⁰³⁵

Die Therapie mit Glykosiden stellt einen Schnittpunkt zwischen der Arbeit des Instituts für Pharmakologie und der Klinik für Innere Medizin dar. Sie verdeutlicht beispielhaft die Kooperation von theoretischer und klinischer Medizin hinsichtlich der Behandlung von Herzerkrankungen. Mit Greeff wurde das Pharmakologische Institut in Düsseldorf somit ein weiterer Bestandteil des multiprofessionellen Herzzentrums.

Die herzmedizinische pharmakologische Forschung wurde auch nach Greeffs Amtszeit in Düsseldorf fortgeführt. Sie ist bis heute ein Schwerpunkt-Thema des Instituts. Greeffs Nachfolger Karsten Schrör wurde 1986 mit dessen Leitung betraut und ergänzte die pharmakologische kardiovaskuläre Forschung um Themen wie die Therapie von Herzinfarkten und Störungen der Gerinnung.¹⁰³⁶ Er setzt sich intensiv mit der Wirkung und Anwendung von Acetylsalicylsäure zur kardiovaskulären Prävention auseinander, ebenso mit ihrer Auswirkung auf venöse Thrombosen und kolorektale Karzinome.¹⁰³⁷

Fazit

Somit wird deutlich, dass die Entwicklung der Kardiochirurgie auch durch Fortschritte der Pharmakologie, besonders antibiotische und herzwirksame Therapiemöglichkeiten, begünstigt wurde.

Im Hinblick auf Düsseldorf ermöglichte die pharmakologische Forschung einerseits die differenziertere Behandlung von Herzerkrankungen und spiegelt andererseits den Spezialisierungsprozess einer medizintheoretischen Disziplin. Darüber hinaus förderte sie die multiprofessionelle Zusammenarbeit im Sinne eines Herzzentrums, sodass das Pharmakologische Institut als einer der medizintheoretischen, grundlegender Bestandteile des Netzwerks anzusehen ist.

¹⁰³⁵ H. Gillmann und F. Grosse-Brockhoff, „Die Therapie mit Herzglykosiden,“ *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 88, 01 (1963), S. 7-9

¹⁰³⁶ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 316

¹⁰³⁷ K. Schrör, „Why we should not skip aspirin in cardiovascular prevention,“ *Hamostaseologie* 36, 01 (2016), S. 33-43

K. Schrör, „Acetylsalicylsäure und venöse Thrombosen,“ *Der Internist* 56, 1 (2015), S. 84-90

K. Schrör und B. H. Rauch, „Acetylsalicylsäure und Prävention kolorektaler Karzinome,“ *Der Internist* 54, 7 (2013), S. 884-891

3.3.7 Die Rolle der Radiologie

Die Diagnostik kardialer Erkrankungen im multiprofessionellen Herzzentrum in Düsseldorf gehört neben der internistischen Klinik auch zum Aufgabenbereich des Instituts für Radiologie. Bis zum Jahr 1957 hatte jede Klinik eine eigene Röntgenabteilung.¹⁰³⁸ Trotz der Einführung des „Instituts und Klinik für Medizinische Strahlenkunde“ blieben diese Abteilungen zunächst bestehen. Das neu etablierte zentrale Röntgeninstitut wurde der Leitung von Heinz Vieten unterstellt, der ausschlaggebend an der Verbesserung und Weiterentwicklung der kardialen und angiografischen Bildgebung beteiligt war. Diese diagnostischen Möglichkeiten verbesserten einerseits die präoperative Ausgangssituation, sodass postoperativ bessere Ergebnisse erzielt werden konnten; andererseits unterstützten sie die Indikation zur konservativen Behandlung von Herzerkrankungen. Die besondere Bedeutung des Instituts für Radiologie im Zusammenhang des interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf soll im Folgenden anhand einiger prägnanter Beispiele charakterisiert werden.

Insbesondere die Einführung der angiographischen Funktionsdiagnostik des Herzens ermöglichte die genauere Untersuchung von Herzerkrankungen. Vieten beschreibt, dass Shuntvitien, Klappenerkrankungen, Aneurysmen und Mediastinaltumore mittels Angiographie diagnostiziert werden können.¹⁰³⁹ Bezüglich der Shuntvitien zeigen sich jedoch weiterhin Grenzen dieses diagnostischen Verfahrens: während der Rechts-Links-Shunt radiologisch gut festgestellt werden kann, ist beim Links-Rechts-Shunt weiterhin die Herzkatheteruntersuchung unerlässlich zur Diagnosefindung.¹⁰⁴⁰

Die Auswirkungen dieser neuen diagnostischen Möglichkeiten auf die Kardiochirurgie zeigt sich an folgendem Beispiel: mittels Angiografie zum Ausschluss eines thorakalen Aneurysmas konnte als Nebenbefund einer mediastinalen Dermoidzyste eine Mitralklappenstenose festgestellt werden.¹⁰⁴¹ Derra konnte daher dank dieser präoperativen diagnostischen Möglichkeit in einer Operation sowohl die Zyste, als auch die Mitralklappenstenose therapieren. Somit trug die Radiologie in Düsseldorf erheblich dazu bei, herzkranken Patienten die bestmögliche Behandlung zu generieren.

¹⁰³⁸ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 371

¹⁰³⁹ H. Vieten, „Angiographische Funktionsdiagnostik im Bereich des Thorax,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 282, 1 (1955), S. 390-393

¹⁰⁴⁰ Ebd., S. 390-391.

¹⁰⁴¹ Ebd., S. 392.

Weiterhin ermöglichte diese fachrichtungsübergreifende Zusammenarbeit der Radiologie, der Herzchirurgie, wie auch der Inneren Medizin die Behandlung von außergewöhnlichen Krankheitsbildern, wie z.B. dem Cor triatriatum dextrum. Loogen, Vieten und Bircks behandelten in Kooperation seit 1956 einen 22-jährigen Mann mit einer Mischzyanose, deren Ursache zunächst eine Trikuspidalstenose, ein ASD mit Rechts-Links-Shunt und eine Hypoplasie des rechten Ventrikels zu sein schien.¹⁰⁴² Als der Patient 1966 operiert wurde, zeigte sich ein Cor triatriatum dextrum, das chirurgisch behandelt werden konnte.¹⁰⁴³ Insbesondere die Fähigkeit, auch außergewöhnliche kardiale Pathologien zu erkennen und zu therapieren, zeichnet ein Herzzentrum, wie es in Düsseldorf entstanden ist, aus. Erneut zeigt sich ein Lernprozess: Auf der Basis interdisziplinärer Zusammenarbeit sind Fortschritte, Ersteingriffe und die Behandlung seltener Pathologien möglich.

Vieten verfasste u.a. das mehrteilige Werk „Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße“, wodurch der kardiologisch geprägte Schwerpunkt der Klinik für Radiologie deutlich wird. Es spiegelt wiederholt den interdisziplinären Charakter, der in Düsseldorf vorherrschend war, wider. Loogen, aus der Klinik für Innere Medizin, beteiligte sich an Vietens Werk mit mehreren Kapiteln zu verschiedenen Themen, wie Herzkatheterisierung, erworbene Herzklappenfehler oder Kardiomyopathien, sodass dem Leser ein differenzierter Einblick in die Thematik vermittelt wird.¹⁰⁴⁴ Besonders beachtlich erscheint, dass Vieten, Loogen und einige andere Autoren den dritten Band des Buches „Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße“, der sich mit den angeborenen Herz- und Gefäßpathologien beschäftigt, Ernst Derra widmen. Im Vorwort erwähnen sie, dass „die chirurgische Therapie der angeborenen Herz- und Gefäßfehler (...) immer einigen Spezialkliniken vorbehalten“ sein wird.¹⁰⁴⁵ Auch diese Geste betont die enge Kooperation der verschiedenen Kliniken, die dafür sorgte, dass Düsseldorf eine „Spezialklinik“ für Herzerkrankungen werden und eine umfassende kardiologische Diagnostik und Therapie bieten konnte. Anhand dieses Beispiels wird eindrücklich der Zusammenhang zwischen Spezialisierung und multiprofessioneller Kooperation deutlich: Die zunehmende Spezialisierungstendenz der Medizin verlangt geradezu zwangsläufig fachrichtungsübergreifende Zusammenarbeit, wodurch ein Netzwerk aus Spezialisten entsteht.

¹⁰⁴² F. Loogen, H. Vieten, und W. Bircks, „Cor triatriatum dextrum,“ *Der Radiologe* 7, 11 (1967), S. 329

¹⁰⁴³ Ebd., S. 330.

¹⁰⁴⁴ H. Vieten, *Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße Bd. 1* (Berlin u.a.: Springer, 1969), S. 243-305

H. Vieten, *Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße 2,A* (Berlin u.a.: Springer, 1977), S. 52-224 S. 261-296

¹⁰⁴⁵ H. Vieten, *Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße Bd. 4* (Berlin u.a.: Springer, 1967), S. V

Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass die Integration des Instituts für Radiologie mit dessen speziellen Techniken, wie z.B. die Angiographie, in das multiprofessionelle Herzzentrum in Düsseldorf entscheidende internistische und kardiochirurgische Fortschritte ermöglichte. Das radiologische Institut weist somit ebenfalls einen kardiologischen Schwerpunkt, sodass es als spezialisierter Bestandteil des interdisziplinären Netzwerks bei der Behandlung von Herzerkrankungen angesehen werden kann.

3.3.8 Die Rolle der Mikrobiologie

Als weitere theoretische Disziplin gliedert sich die medizinische Mikrobiologie und Virologie in das multiprofessionelle, herzmedizinische Netzwerk in Düsseldorf ein. Exemplarisch dafür können die Behandlung der Endokarditis wie auch die Mitarbeit im Rahmen der postoperativen Intensivmedizin benannt werden. Sie belegen, wie klar Mikrobiologie und Virologie entscheidende Bestandteile der diagnostischen und therapeutischen Entscheidungskaskade sind und somit das multiprofessionelle Herzzentrum ergänzen. Das eigenständige Institut für Mikrobiologie und Virologie gehört zu den jüngeren Einrichtungen an der Universität Düsseldorf. Im Jahr 1907 war es im Institut für experimentelle Therapie integriert, bis es in den Jahren 1913 bis 1919 an das pathologische Institut angeschlossen wurde.¹⁰⁴⁶ Schließlich formierte es sich zunächst in ein eigenständiges Bakteriologisches Institut 1919, dann in ein Hygienisches Institut 1920 und schließlich im Jahr 1949 in ein Institut für Hygiene und Mikrobiologie.¹⁰⁴⁷ Leiter des Instituts für Hygiene und Mikrobiologie wurde Walter Kikuth, der insbesondere mikrobiologische Themenschwerpunkte setzte.¹⁰⁴⁸

Im Jahr 1965 kam es erneut zu einer Veränderung, durch die das bisherige Institut zum wiederholten Mal gespalten wurde. Letztlich resultierten das Institut für Hygiene und das eigenständige Institut für Medizinische Mikrobiologie und Virologie unter der Leitung von Gerhard Brand.¹⁰⁴⁹

Ebenso wie die Entstehungsgeschichte des Instituts war auch seine Leitung von einem häufigen Wechsel und vielen Neuerungen geprägt. Brand folgte von 1967-1987 Peter Naumann. Von 1987 bis 1988 wurde das Institut kommissarisch von Harry Rosin geleitet, bis Ulrich Hadding zum Leiter berufen wurde.¹⁰⁵⁰

Im Hinblick auf interdisziplinäre und multiprofessionelle Zusammenarbeit war im Besonderen die mikrobiologische Diagnostik, inklusive Erregernachweisen und Anzucht, bedeutungsvoll. Diese Methoden ermöglichten die intensive internistische, chirurgische und mikrobiologische Kooperation bezüglich der Behandlung infektiöser Herzerkrankungen, wie Endokarditiden. Weiterhin erleichterte die Integration der Mikrobiologie die Behandlung

¹⁰⁴⁶ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 322

¹⁰⁴⁷ Ebd., S. 322-323.

¹⁰⁴⁸ Ebd., S. 323.

¹⁰⁴⁹ Ebd., S. 322-324.

¹⁰⁵⁰ Ebd., S. 324.

postoperativer Wundinfektionen und weiterer infektiöser Komplikationen, wie z.B. der nosokomialen Pneumonie.

Somit gehört auch die Mikrobiologie und Virologie zu den Institutionen, die auf diagnostischer Grundlage, gewonnen durch spezielle Techniken, bedeutsame klinische Therapiehinweise zur Verfügung stellen. Mikrobiologie und Virologie können als „Brücke“ zwischen Klinik und Medizinteorie angesehen werden und mithin als Bestandteile des multiprofessionellen Netzwerks.

Beispielhaft für die wissenschaftlichen Zusammenarbeit von Innerer Medizin, Kardiochirurgie und Mikrobiologie sei eine Studie zur Endokarditis bei Herzklappenersatz zitiert. Darin wird verdeutlicht, dass eine primäre chirurgische Therapie in Kombination mit einer medikamentösen Behandlung die besten Heilungschancen ermöglicht.¹⁰⁵¹

Sie wurde durch eine weitere Forschungsarbeit ergänzt, die sich mit der Wirksamkeit der Endokarditisprophylaxe nach Herzklappenersatz beschäftigt. Auch sie kann als Beispiel zur interdisziplinären Kooperation des Instituts für Mikrobiologie und der internistischen Klinik dienen. Es konnte festgestellt werden, dass mittels Antibiotikaprophylaxe das Risiko einer Endokarditis der prothetischen Herzklappe nach einem invasiven Eingriff deutlich verringert werden kann.¹⁰⁵²

Wiederum wird die interdisziplinäre Verzahnung innerhalb des Düsseldorfer Netzwerks treffend charakterisiert: während einerseits die internistische Diagnostik und konservative Behandlung mittels erregerspezifischer Antibiose, die auf Grund mikrobiologisch-klinischer Diagnostik ermittelt wurde, zum Einsatz kam, konnte andererseits in Kooperation mit der Chirurgie die Endokarditis operativ therapiert werden. Das Institut für Mikrobiologie und Virologie wird somit zum aktiven Teilnehmer des Entwicklungsprozesses zum multiprofessionellen Herzzentrum.

Fazit

Zusammenfassend verdeutlichen diese Beispiele, dass sich die mikrobiologische Erreger- und Resistenzdiagnostik positiv auf den klinischen Therapieentscheid und den Behandlungserfolg auswirkten. Das Institut für Mikrobiologie und Virologie vervollständigt das multiprofessionelle Herzzentrum hinsichtlich infektiöser Herzerkrankungen und stellt einen

¹⁰⁵¹ D. Horstkotte et al., „Prosthetic valve endocarditis: Clinical findings and management," *European Heart Journal* 5, Suppl C (1984), S. 121

¹⁰⁵² D. Horstkotte et al., „Contribution for choosing the optimal prophylaxis of bacterial endocarditis," *European Heart Journal* 8, Suppl J (1987), S. 381

entscheidenden Kooperationspartner für die integrierten klinischen Disziplinen im herzmedizinischen Düsseldorfer Netzwerk dar.

3.4 Auswirkungen der Entstehung des neuen Fachgebiets Herzchirurgie

Im Anschluss an die Darstellung des interdisziplinären Charakters des herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf soll im Folgenden der Fokus auf den multiprofessionellen Aspekt gelegt werden. Zusätzlich zu medizinischen Fachrichtungen und ärztlichem Personal sind im Besonderen technische Disziplinen und medizinisches Assistenzpersonal, wie die spezialisierte Krankenpflege oder Kardiotechniker, entscheidend für die Ausbildung einer solchen Struktur. Somit sollte das Düsseldorfer Herzzentrum nicht lediglich als interdisziplinär, sondern multiprofessionell bezeichnet werden. Die folgende Abbildung erlaubt einen orientierenden Überblick über die Gesamtheit der Multiprofessionalität des Herzzentrums.

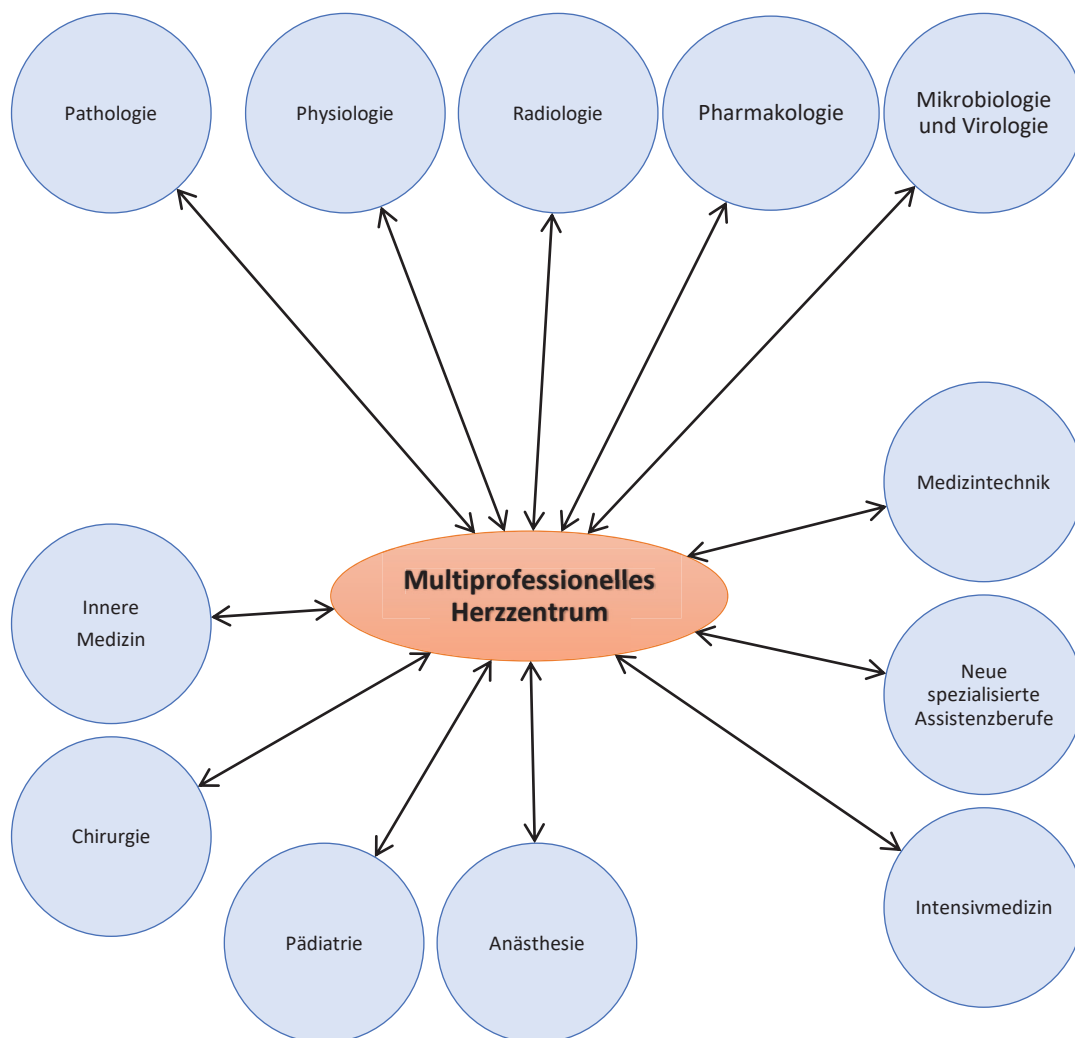


Abb. 10 Multiprofessionelles Herzzentrum (eigene Darstellung)

3.4.1 Etablierung neuer medizintechnischer Errungenschaften

Der Fortschritt der Herzchirurgie steht im engen Zusammenhang mit dem medizintechnischen Fortschritt. In Analogie zu anderen bereits dargestellten Bereichen, wie z.B. der Entstehung der Anästhesie, kann auch im Hinblick auf Medizintechnik und Herzchirurgie von einer wechselseitigen positiven Beeinflussung gesprochen werden. Winau erörtert diesen Sachverhalt sehr treffend: technische Entwicklungen seien „geprägt von den Forderungen, die die Medizin an die Technik gestellt hat“ und nicht die alleinige Ursache für den Fortschritt.¹⁰⁵³ Es zeigt sich somit, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf internationaler und nationaler Ebene die Grenzen der Medizin überschreitet und multiprofessionell wird.

Zur Illustration dieser Aspekte und in Ergänzung der Schilderungen im Zusammenhang mit der Geschichte der Herzchirurgie (s. Kapitel 3.1 bis 3.2.3) sollen beispielhaft die Entwicklung der Herzlungenmaschine, der intraaortalen Gegenpulsation als Herzunterstützungssystem und der Herzschrittmacher dargestellt werden.

Rollerpumpen als Voraussetzung für den Einsatz der Herz-Lungen-Maschinen

Wie bereits dargestellt, waren durch die Einführung der Herz-Lungen-Maschine große kardiochirurgische Fortschritte möglich. Voraussetzung für die Etablierung dieser medizintechnischen Besonderheit war zunächst die Entwicklung einzelner Bestandteile der Maschine. Beispielhaft soll die Einführung der Rollerpumpen in der Medizin dargestellt werden. Sie bilden die Grundlage der Perfusion während der EKZ.

Die ersten medizinischen Pumpen hatten zunächst hauptsächlich die Intention, Infusionen zu erleichtern.¹⁰⁵⁴ Dies trifft ebenso auf die erste patentierte Rollerpumpe zu, die letztlich Teil der ersten klinisch angewendeten Herz-Lungen-Maschine war. Porter und Bradley entwickelten sie im Jahr 1855.¹⁰⁵⁵ Kurz darauf folgten weitere patentierte Roller-Pumpen, wie 1891 die „chirurgische Roller-Pumpe“ von Charles Truax.¹⁰⁵⁶ Auch Becks Pumpe sollte insbesondere die Bluttransfusion erleichtern, indem sie den Rückstrom des Blutes verhinderte und die gewünschte Transfusionsrichtung des Blutes sicherte.¹⁰⁵⁷

¹⁰⁵³ R. Winau, *Technik und Medizin* (Düsseldorf: VDI-Verl., 1993), S. 33-34

¹⁰⁵⁴ D. A. Cooley, „Development of the Roller Pump for Use in the Cardiopulmonary Bypass Circuit,“ *Tex Heart Inst J* 14, 2 (1987), S. 115

¹⁰⁵⁵ Ebd., S. 112-118.

¹⁰⁵⁶ Truax.

¹⁰⁵⁷ A. Beck, „Zur Technik der Bluttransfusion,“ *Klinische Wochenschrift* 3, 44 (1924), S. 1999-2001

Michael DeBakeys Rollerpumpe, die wichtiger Bestandteil Gibbons Herz-Lungen-Maschine war, sollte ursprünglich zur Bluttransfusion genutzt werden. Die Pumpe zeichnete sich durch ringähnliche Sicherungen, die das Verrutschen der Gummischläuche verhinderten, und durch einen flussrichtungsbestimmenden Kurbelarm aus.¹⁰⁵⁸

Diese Schilderung der Rollerpumpen-Entwicklung demonstriert, dass die Grundlage der offenen Herzchirurgie mittels EKZ bereits im 19. Jahrhundert gelegt wurde. Ebenso wird deutlich, dass die ursprüngliche Intention einiger medizintechnischer Entwicklungen durch spätere Ideen, Überlegungen und Etablierungen verändert werden kann. Dies impliziert, dass der Ersteinführer den letztlichen Nutzen seiner Erfindung zu seiner Zeit häufig noch nicht vollständig überblicken kann. In Analogie zu Polanyis Wissenschaftstheorie des impliziten Wissens kann die Hypothese aufgestellt werden, dass die Rollerpumpen der sog. proximale Term sind, die im Laufe der Zeit für die Funktion des distalen Terms, der Herz-Lungen-Maschine, sorgen. Genauere Ausführungen sollen in einem gesonderten Kapitel zu dieser Thematik folgen.

Dale und Schuster hatten jedoch bereits im Jahr 1928 die Intention, eine Perfusionspumpe zur Aufrechterhaltung des Kreislaufs zu entwickeln, eine sog. Doppel-Perfusions-Pumpe.¹⁰⁵⁹ Sie waren der Meinung, dass zur extrakorporalen Perfusion zwei Pumpen notwendig seien: eine für den Lungen-, die andere für den Körperkreislauf. Allerdings konnten Dale und Schuster ihr System lediglich experimentell zur Perfusion des Hinterteils und der Lunge bei Hunden und Katzen einsetzen.¹⁰⁶⁰

Im Zuge der Weiterentwicklung der Medizintechnik unterlagen die Rollerpumpen ebenfalls einer stetigen Entwicklung. Beispielhaft kann eine pulsatile Rollerpumpe aus dem Jahr 1983 angeführt werden, die zur intraaortalen Gegenpulsation bei linksventrikulärer Dysfunktion verwendet werden kann und in der Lage ist, einen kontinuierlichen Blutfluss zu gewährleisten.¹⁰⁶¹

Zusammenfassend ist anhand der beispielhaft erwähnten Pumpen, die nur einen Bruchteil der entwickelten Exemplare darstellen, festzuhalten, dass sie eine wesentliche Grundlage für die Perfusion während der EKZ bilden. Beachtenswert erscheint, dass die Intention der

¹⁰⁵⁸ DeBakey, „A Simple Continuous-Flow Blood Transfusion Instrument. New Orleans Med“, (1934), S. 386-389

¹⁰⁵⁹ H. H. Dale und E. H. J. Schuster, „A double perfusion-pump,“ *J Physiol* 64, 4 (1928), S. 356-364

¹⁰⁶⁰ Ebd., S. 359.

¹⁰⁶¹ G. P. Noon et al., „Development and evaluation of pulsatile roller pump and tubing for cardiac assistance,“ *Artificial organs* 7, 1 (1983), S. 49-54

Entwicklung der Rollerpumpen zunächst häufig nicht mit ihrem wichtigen Einsatzgebiet, der Herz-Lungen-Maschine, übereinstimmte.

Die ersten Herz-Lungen-Maschinen

Eine der wichtigsten medizintechnischen Errungenschaften in der Herzchirurgie stellt die Herz-Lungen-Maschine dar. Daher soll anhand einiger prägnanter Beispielen ihre geschichtliche Entwicklung nachvollzogen werden.

Die Idee eines künstlichen Herzens ist schon sehr alt. Schmid schreibt, dass LeGallois bereits 1812 den Ersatz des Herzens in Erwägung zog.¹⁰⁶² Im Jahr 1885 haben Frey und Gruber eine erste Herz-Lungen-Maschine entwickelt, die bereits in der Lage war, das Blut ohne Unterbrechung des Blutflusses zu oxygenieren.¹⁰⁶³

Somit zeigt sich, dass neben der Perfusion, die durch die eben erwähnten Rollerpumpen gesichert werden kann, auch die Oxygenierung des Blutes zur Aufrechterhaltung der EKZ essentiell ist. Hierzu gab es unterschiedliche Ansätze, die im Folgenden beispielhaft dargestellt werden sollten.

1882 versuchte von Schröder venöses Blut durch Hinzufügen von Sauerstoff zu oxygenieren. Dieser Vorgang führte jedoch zu einer Schaumbildung, die sich als unvorteilhaft erwies und das zentrale Problem der extrakorporalen Oxygenierung beschrieb.¹⁰⁶⁴

Jacobj berücksichtigte von Schröders Erfahrungen und entwickelte einen Apparat, in dem das Blut ohne Kontakt zur Luft oxygeniert werden kann.¹⁰⁶⁵

Diese beiden Arbeiten können als Grundlage der extrakorporalen Oxygenierung angenommen werden. Jedoch hatte weder von Schröder, noch Jacobj zu diesem frühen Zeitpunkt die Intention, eine Herz-Lungen-Maschine mit der Möglichkeit der offenen Herzchirurgie zu entwickeln. Vielmehr stand die pharmakologische Grundlagenforschung im Vordergrund.

Sergei Brukhonenko hingegen, angeregt durch die Beobachtung schwerer Verletzungen im Ersten Weltkrieg, hatte die Intention, die EKZ zu ermöglichen.¹⁰⁶⁶ Zunächst entwickelte er im

¹⁰⁶² C. Schmid und A. Philipp, "Historie," in *Leitfaden extrakorporale Zirkulation*, Hrsg. C. Schmid und A. Philipp (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011), S. 1-11

¹⁰⁶³ Cooley, „Development of the Roller Pump for Use in the Cardiopulmonary Bypass Circuit“, (1987), S. 112-118

¹⁰⁶⁴ W. Schroeder, „Ueber die Bildungsstätte des Harnstoffs," *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 15, 5-6 (1882), S. 364-402

¹⁰⁶⁵ C. Jacobj, „Ein Beitrag zur Technik der künstlichen Durchblutung überlebender Organe," *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 36, 5-6 (1895), S. 331

¹⁰⁶⁶ Konstantinov und Alexi-Meskishvili, (2000), S. 962-966

Jahr 1926 den sog. Autojector, bei dem die Lunge eines anderen Versuchstiers die Oxygenierung des Blutes sicherte.¹⁰⁶⁷ Mit diesem Apparat konnte der Chirurg Nikolai Terebinski von 1929 bis 1937 216 experimentelle Operationen an den Herzklappen durchführen.¹⁰⁶⁸ Somit zeigt sich, dass auch die medizintechnischen Entwicklungen bereits zu ihrer Anfangszeit von medizinischer Kooperation geprägt waren.

Obwohl dieses System funktionsfähig war, konnte es nicht beim Menschen angewendet werden, da hierfür eine menschliche Lunge notwendig wäre. Auf Grund dessen entwickelte Brukhonenko einen Bubble-Oxygenator, für den er im Jahr 1937 das Patent einreichte.¹⁰⁶⁹ Um das Problem der Schaumbildung zu umgehen, an dem von Schröder, wie eben erwähnt, scheiterte, verwendete Brukhonenko Alkohol.¹⁰⁷⁰ Es zeichnet sich daher ein Lernprozess ab, zum einen im Hinblick auf seine erste Innovation, den Autojector, zum anderen im Hinblick auf von Schröders gescheiterte Oxygenierungsversuche. Jedoch konnten Brukhonenko und Terebinski auf Grund des Zweiten Weltkriegs den Bubbleoxygenator nie klinisch anwenden.¹⁰⁷¹

Im Anschluss an Brukhonenkos Errungenschaften folgten einige erste klinische Anwendungen der ersten Herz-Lungen-Maschinen. Dazu gehört die Forschergruppe von Clarence Dennis, die mittels EKZ am 5. April 1951 ein sechs jähriges Mädchen operierte, das augenscheinlich unter einem ASD litt.¹⁰⁷² Intraoperativ zeigte sich dieser Defekt jedoch als persistierendes Ostium primum, wodurch ein großer Blutverlust nicht vermieden werden konnte, sodass das Mädchen beim Versuch, die EKZ zu beenden, starb.¹⁰⁷³ Die verwendete Herz-Lungen-Maschine bestand aus dem von Gibbon bereits entwickeltem Oxygenator und Dale und Schusters Rollerpumpen.¹⁰⁷⁴

Auch Dogliotti versuchte, die EKZ klinisch anzuwenden. Am 7. August 1951 konnte er zur Entfernung eines mediastinalen Tumors, der auf die Vena cava und die rechte Herzkammer

¹⁰⁶⁷ Ebd., S. 963-964.

¹⁰⁶⁸ V. V. Alexi-Meskishvili et al., „Nikolai Terebinski: a pioneer of the open valve operation," *Annals of Thoracic Surgery* 66 (1998), S. 1440-1443

¹⁰⁶⁹ W. Böttcher und V. V. Alexi-Meskishvili, „Sergej Sergejewitsch Brychonenko (1890–1960): Pionier des kardiopulmonalen Bypasses in der Sowjetunion," *Kardiotechnik* 12 (2003), S. 73-77

¹⁰⁷⁰ Ebd., S. 76.

¹⁰⁷¹ Konstantinov und Alexi-Meskishvili, (2000), S. 965

¹⁰⁷² C. Dennis et al., „Development of a Pump-oxygenator to Replace the Heart and Lungs: An Apparatus Applicable to Human Patients and Application to One Case," *Ann Surg* 134, 4 (1951), S. 709-721

¹⁰⁷³ Ebd., S. 719.

¹⁰⁷⁴ Ebd., S. 710.

drückte, erfolgreich die künstliche Zirkulation anwenden.¹⁰⁷⁵ Der Patient überlebte diesen Eingriff, starb jedoch ein Jahr später.

Eine weitere Methode der extrakorporalen Oxygenierung entwickelten Richard A. DeWall und C. Walton Lillehei im Jahr 1954. Zentraler Bestandteil ihres Oxygenators ist eine Helix und ein „mixing tube“.¹⁰⁷⁶ Im „mixing tube“ wird dem Blut der Sauerstoff hinzugefügt und schließlich unter Verwendung der Schwerkraft in der Helix die restlichen Luftblasen und Gasbestandteile entzogen. DeWall und Lillehei konnten ihren Oxygenator ab dem 26. März 1954 bei 94 Operationen verwenden.¹⁰⁷⁷

John Gibbon gilt letztlich als „Pionier der Herz-Lungen-Maschine“ (s. S. 56). Die eben erwähnten vorausgehenden Versuche, die offenen Herzchirurgie mittels Herz-Lungen-Maschine zu etablieren, charakterisieren, ähnlich wie bei Rehns erster Herznaht, das chirurgische Umfeld zu Gibbons Zeit. Daher kann auch Gibbons erste erfolgreiche Anwendung der Herz-Lungen-Maschine als Initialzündung für die später standardisiert durchgeführte EKZ während Herzoperationen angesehen werden.

Die Funktionsweise Gibbons Oxygenators basiert im Wesentlichen auf einem vertikal rotierenden Zylinder, auf dessen Innenseite sich ein Blutfilm befindet.¹⁰⁷⁸ In dessen Mitte ist ein weiterer, allerdings geschlossener Zylinder zu finden, der von einem Metallrohr durchzogen wird. Durch dieses Metallrohr gelangt das Gasgemisch, bestehend aus 95% Sauerstoff und 5% CO₂, in Kontakt mit dem Blutfilm und kann nach oben entweichen.¹⁰⁷⁹

Dies war Gibbons grundlegende Idee, wie das Blut oxygeniert werden sollte.

Gibbon erkannte jedoch, dass die Oxygenierung in seiner Herz-Lungen-Maschine nicht optimal war. Daher arbeitete er ab 1947 mit dem Chef der Firma I, Thomas J. Watson, zusammen.¹⁰⁸⁰ Um schließlich die Oxygenierung weiterhin zu optimieren, änderten Stokes und Flick aus Gibbons Arbeitsgruppe die Art des Blutflusses.¹⁰⁸¹ Sie bauten mit Hilfe von Gittern stärkere Turbulenzen ein, wodurch ein besserer Gasaustausch gewährleistet ist.¹⁰⁸²

¹⁰⁷⁵ A. M. Dogliotti, G. Del Poli, und L. Caldarola, „A cardiopulmonary machine for extracorporeal circulation of blood," *The Journal of the International College of Surgeons* 22, 2 1 (1954), S. 107-114

¹⁰⁷⁶ DeWall et al., (1956), S. 1025-1034

¹⁰⁷⁷ Ebd.

¹⁰⁷⁸ Gibbon, „Artificial maintenance of circulation during experimental occlusion of pulmonary artery“, (1937), S. 1105-1131

¹⁰⁷⁹

¹⁰⁸⁰ S. Šušak et al., „Development of cardiopulmonary bypass—A historical review," *Srp Arh Celok Lek* 144, 11-12 (2016), S. 670-675

¹⁰⁸¹ Böttcher und Woysch, (2006), S. 248-260

¹⁰⁸² Ebd.

B. J. Miller, J. H. Gibbon, und M. H. Gibbon, „Recent Advances in the Development of a Mechanical Heart and Lung Apparatus," *Ann Surg* 134, 4 (1951), S. 694-708

Gibbon erhielt ebenfalls Unterstützung von Michael E. DeBakey, dessen bereits erwähnten Rollerpumpen Teil Gibbons Herz-Lungen-Maschine wurden.¹⁰⁸³

Somit zeigt sich, dass die erste klinisch erfolgreiche Anwendung der extrakorporalen Zirkulation auf der Basis multiprofessioneller Zusammenarbeit ermöglicht wurden: Neben Medizinern nahmen auch Ingenieure an der Entwicklung der Herz-Lungen-Maschine teil. Fachrichtungsübergreifende Kooperation bildet daher die Grundlage und den Ursprung der extrakorporalen Zirkulation.

Die erste klinische Anwendung dieser medizintechnischen Innovation war nicht erfolgreich: Gibbon operierte eine ein Jahr alte Patientin mit der präoperativen Diagnose eines ASD.¹⁰⁸⁴ Intraoperativ zeigte sich jedoch ein persistierender Ductus Botalli und sie starb noch im Operationssaal.

Am 6. Mai 1953 konnte Gibbon schließlich die erste erfolgreiche Operation mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine durchführen.¹⁰⁸⁵

Dennoch mussten noch zwei Jahre vergehen, bis die Anwendung dieser neuen medizintechnischen Entwicklung zur Routine wurde. Zunächst war es, wie oben bereits dargestellt, John Kirklin, der 1955 an der Mayo-Klinik Gibbons Pump-Oxygenator zur Mayo-Gibbon-Maschine modifizierte.¹⁰⁸⁶ Schließlich überarbeiteten u.a. Lillhei, DeBakey und Cooley die Gibbons Herz-Lungen-Maschine.¹⁰⁸⁷

Es ist daher der bereits eben erwähnte Lernprozess erneut zu erkennen: Eine Innovation wird von mehreren Personen aufgegriffen und optimiert. Die Grundlage dieser Vorgehensweise ist die zunehmende Erfahrung, die durch repetitive Anwendung des neu etablierten Verfahrens generiert wird. Dieser Prozess erscheint somit als Voraussetzung für die Standardisierung medizintechnischer Innovationen.

Diese eben angesprochenen Weiterentwicklungen der ersten klinisch erfolgreich angewendeten Herz-Lungen-Maschine und ihres Oxygenators sollen im Folgenden beispielhaft erwähnt werden.

Gibbons Oxygenator gehört zur Klasse der sog. Film-Oxygenatoren.¹⁰⁸⁸ Denton A. Cooley hingegen entwickelte auf dieser Basis den modernen *Bubble-Oxygenator*, der weltweit zum

¹⁰⁸³ Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 111-120

¹⁰⁸⁴ Gibbon, „The development of the heart-lung apparatus“, (1978), S. 608-619

¹⁰⁸⁵ Ebd.

¹⁰⁸⁶ D. J. Kozik und M. D. Plunkett, „Mechanical circulatory support,“ *Organogenesis* 7, 1 (2011), S. 50-63

¹⁰⁸⁷ Ebd., S. 50.

¹⁰⁸⁸ Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 111-113

Einsatz kam.¹⁰⁸⁹ Cooleys „Bubble Diffusion Oxygenator“ basierte auf dem oben beschriebenen DeWall-Lillehei-Oxygenator.¹⁰⁹⁰ Allerdings zeichnete er sich durch rostfreies Material und erleichterte Sterilisationsmöglichkeiten aus. Im Jahr 1958 konnte er bereits bei 25 Patienten mit kongenitalen Herzerkrankungen verwendet werden.¹⁰⁹¹ Sogar im Jahr 1991 schreibt Schulte, dass dieser moderne *Bubble*-Oxygenator, auch Gasdispersionsoxygenator genannt, noch für Eingriffe mit einer Dauer von ein bis zwei Stunden verwendet wird.¹⁰⁹² Die Weiterentwicklung des *Bubble*-Oxygenators mündete schließlich in der Entstehung des Membranoxygenators. Da das Blut während dieser Art der Oxygenierung nicht im direkten Kontakt mit Sauerstoff steht, sondern über eine semipermeable Membran oxygeniert wird, zeichnet sich dieses Verfahren durch ein vermindertes Luftembolierisiko und deutlich reduziertes Bluttrauma aus.¹⁰⁹³

Auch die Membranoxygenatoren durchliefen verschiedene Entwicklungsstufen und Modifikationen: Willem J. Kolff war im Jahr 1956 einer der ersten, der die Idee des Membranoxygenators in die Tat umsetzte. Das Blut fließt zur Oxygenierung durch ein Polyethylen-Rohr, das, wie auch alle anderen Bestandteile seines Oxygenators, ein Einmalartikel ist.¹⁰⁹⁴ Sowohl im Tierexperiment, als auch in der klinischen Anwendung konnte Kolff gute Ergebnisse erzielen. So wurden bereits im Jahr 1956 sieben Patienten mit Ventrikelseptumdefekten und Pulmonalarterienstenosen operiert, von denen sich fünf ohne Residuen erholten.¹⁰⁹⁵ Insbesondere ihre günstige und einfache Produktion kann als Vorteil dieser Herz-Lungen-Maschine angesehen werden, sodass Kolff zusätzlich eine Einweg-Dialyse Einheit entwickelte.¹⁰⁹⁶

Auf dieser Basis entwickelten Clowes, Hopkins und Neville einen Membranoxygenator, der mittels Ethylcellulose Membran das Blut oxygeniert, da diese die beste Sauerstoff- und Kohlendioxidpassage ermöglicht.¹⁰⁹⁷ Schließlich kombinierten sie mehrere

¹⁰⁸⁹ Ebd., S. 115.

¹⁰⁹⁰ D. A. Cooley et al., „Bubble diffusion oxygenator for cardiopulmonary by-pass,“ *The Journal of thoracic surgery* 35, 1 (1958), S. 131-134

¹⁰⁹¹ Ebd.

¹⁰⁹² H. D. Schulte und J. Güttler, "Grundlagen und Durchführung der extrakorporalen Zirkulation beim Erwachsenen - Das Düsseldorfer Verfahren," in *Extrakorporale Zirkulation Heute*, Hrsg. C. J. Preuße und H. D. Schulte (Heidelberg: Steinkopff, 1991), S. 37-54

¹⁰⁹³ Iwahashi, Yuri, und Nosé, (2004), S. 111-120

¹⁰⁹⁴ Kolff und Effler, (1956), S. 13-17

¹⁰⁹⁵ Ebd., S. 17.

¹⁰⁹⁶ Ebd., S. 13-14.

W. J. Kolff, B. Watschinger, und V. Vertes, „Results in patients treated with the coil kidney (disposable dialyzing unit),“ *J Am Med Assoc* 161, 15 (1956), S. 1433-1437

¹⁰⁹⁷ Clowes, Hopkins, und Neville, (1956), S. 630-637

Oxygenierungseinheiten zu einem „Multiple-Unit Membrane Oxygenator“, in dem die Oxygenierung über Einkerbungen in der Membran stattfindet, sodass ein diagonaler Fluss in Richtung des venösen Blutes stattfinden kann.¹⁰⁹⁸

Auch Theodor Kolobow setzte sich mit der Weiterentwicklung der Membranoxygenatoren auseinander. Im Jahr 1963 veröffentlichte er seine Arbeit „*Construction and Evaluation of an Alveolar Membrane Artificial Heart-Lung*“, in der er einen Oxygenator vorstellt, der das Blut nicht kontinuierlich, sondern zyklisch durch intermittierende Vakuumentstehung oxygeniert.¹⁰⁹⁹ Kolobow entwickelte dieses Grundmodell seines Membranoxygenators weiter, sodass er 1971 in der Lage war, bei Lämmern bis zu 16 Tagen den Gasaustausch mit seiner künstlichen Lunge zu ersetzen.¹¹⁰⁰ Es entstand somit der erste Membranoxygenator, der eine Langzeitunterstützung des Herz-Kreislaufsystems ermöglichte. Im Rahmen dieser Weiterentwicklung erkannte er ebenfalls, dass die Heparindosis gesenkt werden konnte, sodass ein geringeres Blutungsrisiko bestand.¹¹⁰¹

Es zeigt sich daher erneut, dass wachsende Erfahrung die Grundlage für die Weiterentwicklung neu etablierter Vorgehensweisen ist. Insbesondere die Auseinandersetzung unterschiedlicher Personen mit der gleichen Thematik scheint die Basis für die Optimierung der Membranoxygenatoren zu bilden.

Kolobows Membranoxygenator wurde ebenfalls in Düsseldorf zur Behandlung und Unterstützung eines akuten Lungenversagens verwendet.¹¹⁰² Beispielsweise wurde im Jahr 1983 eine polytraumatisierte Patientin erfolgreich mit Hilfe des Kolobow-Membranoxygenators in Düsseldorf behandelt.¹¹⁰³ Professor Falke aus der Klinik für Anästhesiologie Düsseldorf betont insbesondere die Schonung der „akut geschädigten Lunge“ als Vorteil dieses Verfahrens.¹¹⁰⁴

Im weiteren Verlauf der Geschichte der extrakorporalen Zirkulation und Oxygenierung wurden die Membranoxygenatoren durch Mikroporen ergänzt. Nosé gilt als Begründer dieser Idee. Er entwickelte eine hydrophobe Membran, die Teil eines Hohlfaser-Oxygenators

¹⁰⁹⁸ Ebd.

¹⁰⁹⁹ Kolobow und Bowman, (1963), S. 238-243

¹¹⁰⁰ Kolobow et al., (1971), S. 350-354

¹¹⁰¹ Ebd., S. 354.

¹¹⁰² Falke und Schulte, (1985), S. 663-664

¹¹⁰³ Falke et al., in *Chirurgisches Forum '83 für experimentelle und klinische Forschung: 100. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, Berlin, 6. bis 9. April 1983*, S. 251-257

¹¹⁰⁴ Ebd., S. 256.

werden sollte.¹¹⁰⁵ Allerdings war die Membran plasmadurchlässig, sodass sie nicht zur extrakorporalen Oxygenierung genutzt werden konnte, jedoch zur Plasmaaufreinigung.¹¹⁰⁶ Koza Suma und seine Arbeitsgruppe konnten schließlich den ersten sog. „*Hollow-fiber Oxygenator*“ erfolgreich klinisch anwenden.¹¹⁰⁷ Die Besonderheit bei dieser Methode liegt beim Aufbau der Membran: Sie besteht aus Polypropylen-Hohlfasern, die zum einen sehr stabil sind, zum anderen eine funktionsfähige Oberflächenvergrößerung ermöglichen.¹¹⁰⁸ Die Mikroporen befinden sich innerhalb dieser Hohlfasern. Laut Suma liegen die Vorteile dieses Membranoxygenators im effizienten Gasaustausch, geringen Bluttrauma und seiner leichten praktischen Anwendung.¹¹⁰⁹

In Zusammenschau der beispielhaft dargestellten Etappen der Etablierung der EKZ werden mehrere Aspekte deutlich: Zum einen ist der beschriebene Prozess als Beispiel für die interdisziplinäre Kooperation über die Grenzen der Medizin hinaus anzusehen, da insbesondere Ingenieurwissenschaften bedeutender Bestandteil dieser Entwicklung sind. Weiterhin kann der bereits zuvor angesprochene Lernprozess illustriert werden. Dieser basiert im Wesentlichen auf einer neuen Etablierung, der Initialzündung für den Entwicklungsprozess. Durch Veröffentlichung, bzw. Kommunikation dieser Ergebnisse werden unterschiedliche Menschen an unterschiedlichen Orten erreicht, die sich erneut mit der Thematik auseinandersetzen werden, Erfahrungen sammeln und diese erneut kommunizieren. Es entsteht daher ein internationales Netzwerk mit dem gleichen thematischen Schwerpunkt. Die Grundlage für medizinische Entwicklungen und Weiterentwicklungen ist nach diesem Modell daher die konkrete, offene, wissenschaftliche Kommunikation, die den internationalen Erfahrungsaustausch und damit die Grundlage für die Weiterentwicklung ermöglicht.

Intraaortale Gegenpulsation

Neben der EKZ und Oxygenierung wurden weitere medizintechnische Verfahren zur Herz-Kreislauf-Unterstützung etabliert, z.B. die intraaortale Gegenpulsationsmethode. Ihr Funktionsprinzip basiert auf der Verbesserung der Myokarddurchblutung während der

¹¹⁰⁵ Y. Nosé und P. S. Malchesky, „Therapeutic membrane plasmapheresis,“ *Therapeutic Apheresis and Dialysis* 4, 1 (2000), S. 6

¹¹⁰⁶ Ebd.

¹¹⁰⁷ Suma et al., (1981), S. 558-562

¹¹⁰⁸ Ebd., S. 560-562.

¹¹⁰⁹ Ebd., S. 558.

Diastole. Dazu wird ein Ballon in die Aorta, „distal des Abgangs der linken Arteria subclavia“, positioniert, sodass die Durchblutung des Gehirns ebenfalls gesichert ist.¹¹¹⁰ Kurz nach dem Schluss der Aortenklappe füllt sich der Ballon mit Helium und steigert somit zentral den diastolischen Druck. Auf Grund dessen können die Koronargefäße besser durchblutet werden. Ebenfalls senkt dieses Unterstützungssystem den systemischen systolischen Blutdruck, da trotz Entleerung des Ballons in der Systole allein durch seine Positionierung ein Volumendefizit entsteht.¹¹¹¹

Moulopoulos, Topaz und Kolff führten die ersten tierexperimentelle Untersuchungen zu dieser Form der Kreislaufunterstützung durch. Im Jahr 1962 konnten sie zunächst an toten, schließlich an lebenden narkotisierten Hunden die Funktionsweise der intraaortalen Gegenpulsation beweisen.¹¹¹² Die Aktivierung des Systems funktioniert EKG-gesteuert: Die elektrische Spannung der R-Welle wird amplifiziert, um die Füllung des Ballons einzuleiten. Die bedeutenden Vorteile, die dieses Verfahren im Vergleich mit der EKZ mit sich bringt, sind zum einen die einfache Anwendung, zum anderen der nicht vorhandene Blutverlust.¹¹¹³

Die erste klinische Anwendung fand lediglich fünf Jahre später im Jahr 1967 statt. Adrian Kantrowitz und seine Kollegen konnten bei 15 Patienten, die sich nach einem Myokardinfarkt in einem Schockzustand befanden, die IABP anwenden.¹¹¹⁴ Sechs Patienten haben den Eingriff gut überstanden, während weitere sechs Patienten starben.¹¹¹⁵ Insgesamt erachtet Kantrowitz dieses Verfahren als eine mögliche Methode, eine kardiogene Schocksituation zu behandeln.¹¹¹⁶

Heutzutage wird auf Grund verschiedener Vorteile, wie z.B. das geringere Atheroskleroseaufkommen, die Arteria subclavia als Punktionsort bevorzugt.¹¹¹⁷

¹¹¹⁰ G. Hilgenhöner et al., "Prinzip und Technik der intraaortalen Ballongegenpulsation (IABP)," in *Neue Wege in der Herz-Lungen-Maschinen-Technik und der Assistierte Kreislaufzirkulation*, Hrsg. H. Korb, A. Borowski, und E. R. de Vivie (Heidelberg: Steinkopff, 1992), S. 1-7

¹¹¹¹ Ebd.

¹¹¹² Moulopoulos, Topaz, und Kolff, (1962), S. 85-87

S. D. Moulopoulos, S. R. Topaz, und W. J. Kolff, „Diastolic balloon pumping (with carbon dioxide) in the aorta—A mechanical assistance to the failing circulation," *American Heart Journal* 63, 5 (1962), S. 669-675

¹¹¹³ Moulopoulos, Topaz, und Kolff, „Diastolic balloon pumping (with carbon dioxide) in the aorta—A mechanical assistance to the failing circulation“, (1962), S. 85-87

¹¹¹⁴ A. Kantrowitz, „Clinical experience with cardiac assistance by means of intraaortic phase-shift balloon pumping," *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs* 14, 1 (1968), S. 344-348

¹¹¹⁵ Ebd., S. 347.

¹¹¹⁶ Ebd., S. 348.

¹¹¹⁷ M. J. Russo et al., „Prophylactic Subclavian Artery Intraaortic Balloon Counter-Pulsation is Safe in High-Risk Cardiac Surgery Patients," *Asaio j* 61, 5 (2015), S. 36-39

Insbesondere bei Linksherzversagen, aber auch zur Überbrückung bis zu einer HTx wird das Verfahren gehäuft angewendet.¹¹¹⁸

Herzschrittmacher

Im Rahmen der medizintechnischen Errungenschaften der Herzchirurgie sollten die ersten implantierbaren Herzschrittmacher ebenfalls nicht unerwähnt bleiben. Sie können erneut als Beispiel für die interdisziplinäre Kooperation über die Grenzen der Medizin hinaus angebracht werden.

Der Chirurg Ake Senning und der Ingenieur Rune Elmquist konnten im Oktober 1958 als erste einen Herzschrittmacher implantieren. Inspiriert von Walton Lillehei war Sennings Intention geprägt davon, die Risiken eines externen Schrittmachers, wie z.B. die Sepsisgefahr, durch ein internes Gerät zu minimieren. Der Patient war ein 43-jähriger Mann, der auf Grund eines Atrioventrikular-Blocks bis zu 30mal am Tag reanimiert werden musste.¹¹¹⁹ Bis zu seinem Tod im Jahr 2001 erhielt er 22 verschiedene Pulsgeneratoren.¹¹²⁰ Diese hohe Anzahl ist u.a. durch die zunächst geringe Lebensdauer der Batterien verursacht. Beinahe parallel zu Senning und Elmquist entwickelten Chardack und Greatbatch ebenfalls einen implantierbaren Herzschrittmacher. Zunächst suchte der Elektroingenieur Greatbatch gezielt einen Chirurgen, der gemeinsam mit ihm einen implantierbaren Herzschrittmacher entwickelte. Schließlich traf er im Jahr 1958 auf Chardack, der ihn in seinem Vorhaben bestärkte.¹¹²¹

Am 9.6.1960 konnte Chardack nach mehreren Tierexperimenten den ersten subkutanen Schrittmacher erfolgreich bei einem 77-jährigen Mann implantieren, der mehrfach Adam-Stokes-Anfälle erlitt, die jedoch nach externer Schrittmacher-Therapie verschwanden.¹¹²²

Bis 1964 hatten bereits bei 60 Patienten einen implantierbaren Herzschrittmacher erhalten.¹¹²³ Im Zuge dieses Erfahrungsgewinns verbesserten Chardack und Greatbatch ihre

¹¹¹⁸ M. J. Russo et al., „Intra-aortic balloon pump inserted through the subclavian artery: A minimally invasive approach to mechanical support in the ambulatory end-stage heart failure patient," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 144, 4 (2012), S. 951-955

R. Umakanthan et al., „Benefits of ambulatory axillary intra-aortic balloon pump for circulatory support as bridge to heart transplant," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 143, 5 (2012), S. 1193-1197

¹¹¹⁹ Larsson et al., (2003), S. 114-124

¹¹²⁰ Ebd., S. 119.

¹¹²¹ H. Mannebach, "Herzschrittmacher: Chardack und Senning," in *Hundert Jahre Herzgeschichte: Entwicklung der Kardiologie 1887–1987* (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1988), S. 75

W. Greatbatch, „Twenty-five Years of Pacemaking," *Pacing and Clinical Electrophysiology* 7, 1 (1984), S. 143-147

¹¹²² Chardack, Gage, und Greatbatch, (1960), S. 643-654

¹¹²³ Chardack, (1964), S. 507-537

Innovation laufend: So veränderten sie beispielsweise die Struktur der Spiralen, sodass die Elektroden an Stabilität gewannen. Ein weiteres Problem stellte die schnelle Erschöpfung der Batterie dar, wodurch es in mehreren Fällen fälschlicherweise zu einer Erhöhung der Herzfrequenz kam.¹¹²⁴ Im weiteren Verlauf erleichterte der Einsatz von endokardialen Schrittmacherelektroden an Stelle der myokardialen, die eine Freilegung des Herzens erforderten, die elektive Implantation von Herzschrittmachern.¹¹²⁵

In Düsseldorf erfolgte bereits am 6. Oktober 1961 die erste Herzschrittmacher-Implantation in Deutschland, bei der Sykosch das Aggregat von Chardack und Greatbatch verwendete.¹¹²⁶ Es zeigt wiederholt sich mithin auch im Rahmen der Etablierung der Herzschrittmacher wie, aufbauend auf Erfahrungen, Optimierungen der medizinischen Technologie und der chirurgischen Vorgehensweise stattfanden.

Dieser Optimierungsprozess führte schließlich zur Implantation eines Herzschrittmachers mit Lithium-Batterie am 13. März 1972. Durch die neue Batterie-Technologie mit der Verwendung von Lithium hatte dieses Gerät, das ebenfalls von Greatbatch entwickelt worden war, eine signifikant längere Lebensdauer.¹¹²⁷ Außerdem sonderten die Lithium-Batterien im Vergleich zu vorher verwendeten Quecksilberbatterien keine Flüssigkeiten oder Gase ab.¹¹²⁸

Es ist daher festzuhalten, dass, neben der Darstellung des bereits angesprochenen Lernprozesses, die Etablierung der Herzschrittmacher-Therapie ein treffendes Beispiel zur Illustration der interdisziplinären Zusammenarbeit verkörpert. Bereits der erste implantierbare Herzschrittmacher entstand durch Kooperation von Herzchirurgen und Ingenieuren: die Integration medizintechnischer Errungenschaften förderte grundlegend den medizinischen Entwicklungsprozess.

Nahtmaterial

Ergänzend zu den spezifisch kardiochirurgischen medizintechnischen Errungenschaften sollte ebenso dem Fortschritt allgemeiner Medizinprodukte Beachtung geschenkt werden. Hierzu zählt u.a. das Nahtmaterial, das als Basis jedes erfolgreichen operativen Eingriffs von

¹¹²⁴ Ebd.

¹¹²⁵ Ebd.

Greatbatch, (1984), S. 143-147

¹¹²⁶ Sykosch, (1964), S. 288-292

¹¹²⁷ Antonioli, (1990), S. 363-367

¹¹²⁸ W. Böttcher, F. Merkle, und H. H. Weitkemper, „Historische Entwicklung der künstlichen Stimulation des Herzens,“ *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 17, 1 (2003), S. 24-34

Bedeutung ist. Im Folgenden soll – mit besonderem Hinweis auf die schon zuvor dargelegten Fakten (s. S. 109-112) – vermehrt der Fokus auf spezifischen, insbesondere für den Fortschritt der Koronarchirurgie entscheidenden Aspekten liegen, als dass eine allumfassende historische Darstellung der Entwicklung des Nahtmaterials erfolgen soll. Umfassende Informationen zu dieser Thematik sind u.a. den Arbeiten von Flury aus dem Jahr 2002 und Mackenzie 1973 zu entnehmen.¹¹²⁹

Die Durchführbarkeit der modernen Koronarchirurgie basiert auf der chirurgischen Fähigkeit, kleinste Gefäße zu anastomosieren. Hierzu eignen sich nichtresorbierbare Fäden, historische Entwicklung anhand wichtiger Meilensteine dargestellt werden soll.¹¹³⁰

Zunächst bestand jegliches Nahtmaterial aus pflanzlichen oder tierischen Naturmaterialien, wie z.B. Leinenzwirn, Tierhaare, Tiersehnen oder Schafsdarm.¹¹³¹ Es stellte sich heraus, dass vor allem Zwirn oder Frauenhaar für Gefäßnähte geeignet waren.¹¹³² Schließlich kann die Verwendung von Seidenfäden als erster Standardisierungsversuch der Gefäßnaht gewertet werden: Es konnten nicht nur gute Ergebnisse erreicht werden, Seide wurde zusätzlich beinahe flächendeckend als Nahtmaterial verwendet.¹¹³³

Erst die Einführung synthetisch hergestellter Fäden in den 1930er Jahren konnte den spezifischen Anforderungen an das verwendete Material gerecht werden.¹¹³⁴ Sie ermöglichte eine gezielte Anpassung an den Verwendungszweck des jeweiligen Fadens. Somit passte erstmals der Chirurg sein Vorgehen nicht dem vorhandenen Material an, sondern das Material war speziell auf die chirurgische Aufgabe ausgerichtet. Es zeichnet sich daher ebenso ein Spezialisierungsprozess des medizintechnischen Equipments ab.

In Bezug auf den kardiochirurgischen Fortschritt ist vor allem die Etablierung von monofilen Polyamidfäden von zentraler Bedeutung. Ihre Einführung ist die Grundlage der Durchführbarkeit von Mikrogefäßanastomosen und somit elementar für die moderne Koronarchirurgie.¹¹³⁵

Zusätzlich zum Fadenmaterial sind die verwendeten Nadeln ebenfalls von entscheidender Bedeutung für den chirurgischen Erfolg. Die ideale Konfiguration von Nadel und Faden ist gekennzeichnet als „gewebeschonende, nicht traumatisierende Nadel-Faden-

¹¹²⁹ Flury.

Mackenzie, (1973), S. 158-168

¹¹³⁰ Flury, S. 5.

¹¹³¹ Ebd., S. 5-13 und 19-20.

¹¹³² Ebd., S. 6 und 11.

¹¹³³ Ebd., S. 12-13.

¹¹³⁴ Ebd., S. 15.

¹¹³⁵ Ebd., S. 28.

Verbindung“.¹¹³⁶ Erste Kombinationen von Nadel und Faden, die kein Einfädeln des Fadens erforderten, konnten bereits in den Jahren 1903 bis 1906 in den USA erworben werden.¹¹³⁷ Die klassischen heute bekannten atraumatischen Nadeln waren ab den 1920er Jahren verfügbar.¹¹³⁸ Schließlich folgte die Einführung von Abreißnähten.¹¹³⁹ Dieser Weiterentwicklungsprozess ist im Besonderen für die Effizienz der Gefäßnähte von entscheidender Bedeutung. Es zeigt sich, dass nicht nur die Qualität der Naht hiervon profitierte, ihre praktische Durchführbarkeit wurde zusätzlich erleichtert. Insgesamt muss im Zusammenhang mit dem Entwicklungsprozess des Nahtmaterials die Asepsis als grundlegendes Element der erfolgreichen Wundversorgung hervorgehoben werden. Mackenzie führt diesen Aspekt ausführlich aus.¹¹⁴⁰ Interessant und erwähnenswert erscheint Listers Erkenntnis, dass versehentlich zurückgelassene Nadeln oder Glasreste nicht unweigerlich zu einer Wundinfektion führen. Er schlussfolgerte somit, dass auch Nahtmaterial, das zuvor möglichst lang aus einer Wunde herausragen sollte, im Körper verbleiben könne.¹¹⁴¹ Der Ursprung resorbierbaren Nahtmaterials wurde daher bereits im 19. Jahrhundert gelegt. Weiterhin werden Professionalisierungsprozesse bei der Betrachtung der Entwicklung des Nahtmaterials deutlich: Beispielsweise wurde ab dem Jahr 1900 in Deutschland Nahtmaterial aus Schafsdarm, der durch die Wurstherstellung zur Verfügung stand und mit Jod sterilisiert wurde, industriell hergestellt.¹¹⁴² Als herausragendes Beispiel für die Professionalisierung der Nahtmaterialherstellung kann George Merson angebracht werden. Seit dem Ersten Weltkrieg vertrieb er in Großbritannien selbst hergestellte und sterilisierte chirurgische Fäden und Nadeln mit großem Erfolg, sodass aus seinem Betrieb die spätere weltweit bekannte Firma Ethicon hervorging.¹¹⁴³ Die beispielhaft dargestellten Ereignisse verdeutlichen mehrere Aspekte: Zum einen wird die Bedeutsamkeit, sowie die Abhängigkeit des chirurgischen Fortschritts von der Weiterentwicklung der Medizinprodukte deutlich. Die Modernisierung des Nahtmaterials, das als Grundlage jedes chirurgischen Eingriffs bezeichnet werden kann, verläuft parallel zur Standardisierung chirurgischer Eingriffe. In Bezug auf die Kardiochirurgie wird die enge

¹¹³⁶ Ebd., S. 63.

¹¹³⁷ Ebd., S. 64.

¹¹³⁸ Ebd.

¹¹³⁹ Ebd.

¹¹⁴⁰ Mackenzie, (1973), S. 166-167

¹¹⁴¹ Ebd.

¹¹⁴² Ebd., S. 167.

¹¹⁴³ Ebd., S. 168.

Verknüpfung insbesondere mit der Koronarchirurgie deutlich, die wesentlich von den oben beschriebenen Entwicklungsprozessen profitierte. Diese sind außerdem Ausdruck eines medizintechnischen Spezialisierungsprozesses, der einen neuen industriellen Zweig begründete und daher wiederum als Beispiel der Professionalisierung anzubringen ist. Insgesamt verdeutlicht die Thematik somit eine weitere Facette der Multiprofessionalität: Es zeigt sich nicht lediglich eine gegenseitige Förderung von Medizin und Technik, die Weiterentwicklung von Nahtmaterial und Kardiochirurgie kann ebenso als wechselseitige Abhängigkeit bezeichnet werden, da ihr jeweiliger Fortschritt eng miteinander verknüpft ist. Insbesondere die Bedeutsamkeit von medizintechnischen Firmen zur Herstellung des Nahtmaterials ist ein neuer Aspekt der Multiprofessionalität.

Fazit

In Zusammenschau der Ergebnisse wird somit deutlich, dass die Ausweitung der interdisziplinären Kooperation der Herzchirurgie, durch Einbeziehung der Medizintechnologie, auf multiprofessionelle Zusammenarbeit kardiochirurgischen Fortschritt ermöglicht, auf dem letztendlich die moderne Herzchirurgie basiert. Als konkrete Beispiele ragen die Einführung der extrakorporalen Zirkulation und der Oxygenatoren hervor, deren Entwicklung durch einen stetigen Lernprozess mit wachsender Erfahrung, beschrieben ist. Folglich sollte dieses Vorgehen, das sich als sehr erfolgreich erwiesen hat, prinzipiell auch heutzutage weitergeführt werden. Jedoch ergeben sich insbesondere bezüglich der Etablierung neuer technischer Errungenschaften einige Problematiken: Neben der Optimierung medizinischer Abläufe birgt der wachsende technische Fortschritt die Gefahr, dass Patienten auf Grund der Dehumanisierung „diese Kontrolle als Einschränkung ihrer Autonomie oder sogar als Bedrohung ihres menschlichen Selbstverständnisses“ empfinden.¹¹⁴⁴ Daher sollten technische Errungenschaften keinesfalls den Menschen und das menschliche Handeln in der Medizin ersetzen, sondern Behandlungsvorgänge, sowie Heilungschancen verbessern.

¹¹⁴⁴ H. Fangerau und G. Badura-Lotter, „Einsatz von Medizintechnik und Technisierung der Medizin – Reflexionen im Vorfeld der Jahrestagung der AEM 2014,“ *Ethik in der Medizin* 26, 3 (2014), S. 177-179

3.4.2 Intensivstationen als neue medizinische Einrichtungen

Im Rahmen der Etablierung differenzierter kardiochirurgischer Operationsmethoden nahm die Komplexität der postoperativen Überwachung und auch der Therapie stetig zu.

Gleichzeitig wuchs damit der Aufgabenbereich sowohl der Chirurgie wie auch der jungen eigenständigen Fachrichtung Anästhesie, sodass die Forderung nach einer „Zentralisierung Schweroperierter auf speziellen Betteneinheiten“, den Intensivstationen, entstand.¹¹⁴⁵ In

Konsequenz ergab sich daher die Notwendigkeit der interdisziplinären und multiprofessionellen Zusammenarbeit bei der Versorgung postoperativer Patienten.

Opderbecke spricht in diesem Zusammenhang von einer Arbeitsteilung, die maßgeblich für die Erweiterung des operativen Spektrums verantwortlich sei.¹¹⁴⁶

Bei Betrachtung der Geschichte der multiprofessionellen medizinischen Kooperation fällt auf, dass bereits früh die Vorstellung einer gesonderten Station für schwer erkrankte Patienten bestand. So erwähnt beispielsweise Martin Kirschner 1930, dass die pflege- und überwachungsintensivsten Patienten in einer „Abteilung für Frischoperierte und Schwerkranke“ betreut werden sollten.¹¹⁴⁷ Kirschner erkannte, dass auf dieser Art von Stationen zum einen die bestmögliche Pflege und ärztliche Betreuung durch den Einsatz des „erprobtesten und erfahrensten Pflegepersonals“ gesichert sein sollte, zum anderen entlastete dieses System die anderen Stationen des Krankenhauses.¹¹⁴⁸ Ebenfalls geht Kirschner bereits im Jahr 1930 auf die Interdisziplinarität der Intensivstation ein. Er erwähnt, dass alle Assistenzärzte der jeweils zuständigen Fachrichtungen zur Visite auf diese Station kommen sollten. Es erweist sich, dass bereits der frühe Beginn der Intensivmedizin vom Gedanken der multiprofessionellen Kooperation geprägt ist.

Insbesondere die Herz-Thorax-Chirurgie ist als beschleunigender Faktor dieser Entwicklung anzusehen, wie auch Zindler im Jahr 1987 erwähnt.¹¹⁴⁹ Beispielhaft beschreibt er, dass mittels ECMO postoperativ auf der Intensivstation ein zuvor therapieresistentes

¹¹⁴⁵ P. Lawin und H. W. Opderbecke, "Intensivmedizin," in *50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: Tradition & Innovation*, Hrsg. J. Schüttler (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003), S. 233-270

¹¹⁴⁶ H. W. Opderbecke, „Intensivmedizin gestern,“ *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 38, 04 (2003), S. 261

¹¹⁴⁷ M. Kirschner, „Zum Neubau der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen II. Der Krankenhausbau,“ *Chirurg* 2 (1930), S. 54-61

¹¹⁴⁸ Ebd., S. 59.

¹¹⁴⁹ M. Zindler, "Geschichte der Thorax- und Kardioanästhesie," in *Anaesthesie — historisch gesehen*, Hrsg. Klaus Zinganel (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1987), S. 54

Lungenödem eines 10jährigen Kindes nach Verschluss eines AV-Kanals erfolgreich behandelt werden konnte.¹¹⁵⁰ Es wird deutlich, dass sowohl kardiochirurgische Krankheitsbilder wie auch kardiochirurgische therapeutische Maßnahmen das Spektrum der Intensivmedizin vergrößerten. Wie z.B. von Kirschner erwartet, ermöglichte die spezifische postoperative Betreuung im Rahmen der Intensivmedizin bessere postoperative Ergebnisse, sodass in diesem Zusammenhang eine gegenseitige positive Beeinflussung Bedeutung erlangt. Im Hinblick auf Düsseldorf kann dieses Phänomen ebenfalls nachvollzogen werden: So beinhaltete der Neubau der chirurgischen Klinik Düsseldorf 1958 eine eigenständige postoperative Intensivstation mit 18 Betten. Bircks berichtet, dass die Hälfte der Betten für kardiochirurgische Patienten benötigt wurde, während die andere Hälfte sowohl unfall-, als auch allgemeinchirurgischen Patienten zur Verfügung stand.¹¹⁵¹ Damit ist belegt, wie die intensivmedizinische postoperative Behandlung als wichtiger Bestandteil in die kardiochirurgische Therapie integriert wurde.

Bei Betrachtung der nationalen Entwicklung bezüglich der Etablierung kardiochirurgischer Intensivstationen zeigt sich ein vergleichbarer Trend. So erweiterte z.B. die Universität Leipzig 1960 ihre Klinik für Chirurgie und etablierte eine sog. Wachstation, auf der die Überwachung der vor kurzem operierten Patienten stattfinden konnte. Es standen vier Betten mit Zugang zu Sauerstoff, Pressluft und Vakuum zur Verfügung.¹¹⁵²

Es gibt Hinweise, dass die chirurgische Klinik in Düsseldorf als Vorbild für diesen Umbau galt: Martin Herbst aus Leipzig, der maßgeblich für die Entstehung der herzchirurgischen Klinik in Leipzig verantwortlich war, lernte nicht nur viele Operationsmethoden von Derra, sondern besaß über viele Jahre ein sehr „gutes Verhältnis“ zu ihm.¹¹⁵³ Auf Grund dessen lässt sich vermuten, dass die Düsseldorfer Entwicklungen mit einer kleinen zeitlichen Differenz Einzug in die Leipziger Klinik fanden. In jedem Fall unterstreicht dieses Beispiel den nationalen Stellenwert der Düsseldorfer Chirurgischen Klinik in besonderem Maße.

Als Folge der Etablierung der Intensivstationen wuchs das Spektrum der intensivmedizinischen Behandlungsmöglichkeiten. Als bedeutendes Beispiel kann das postoperative Nierenversagen mit einer Letalität von 30-100% angebracht werden.¹¹⁵⁴

¹¹⁵⁰ Ebd., S. 67.

¹¹⁵¹ Bircks, Interview

¹¹⁵² B. Menzel, "Die Anfänge der Herzchirurgie in Leipzig unter besonderer Berücksichtigung des Wirkens von Martin Herbst: ein Beitrag zur Geschichte der Institutionalisierung neuer medizinischer Spezialfächer" (Univ. Diss. med. Fak., Universität Leipzig, 1998), S. 37-38.

¹¹⁵³ Ebd., S. 8.

¹¹⁵⁴ A. Krian et al., „49. Das akute postoperative Nierenversagen," *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 342, 1 (1976), S. 369-374

Neben einer differenzierteren konservativen Intensivtherapie mittels Stabilisierung des Kreislaufs, zielgerichteter Diuretikagabe zur Elektrolyt- und Flüssigkeitsbilanzierung und hochkalorischer Ernährung wurde in Düsseldorf 1972 die Hämodialyse auf der chirurgischen Intensivstation eingeführt.¹¹⁵⁵ Zur Indikationsstellung einer Dialysetherapie sollte laut Krian (1976) neben Laborwerten vor allem der „klinische Gesamtzustand“ herangezogen werden.¹¹⁵⁶

Es zeigten sich jedoch auf Grund wachsender Erfahrungswerte Risiken und Problematiken der Hämodialyse auf der Intensivstation. Beispielsweise kann die Verwendung eines Scribner-Shunts, einer chirurgisch angelegten AV-Fistel am Unterarm, „zu einer klinisch relevanten kardialen Mehrbelastung führen“, sodass in Düsseldorf zunächst die Punktion der Arteria femoralis mittels Seldingertechnik bevorzugt wurde.¹¹⁵⁷

Wie die therapeutischen Möglichkeiten im Rahmen der Intensivmedizin das kardiochirurgische Behandlungsspektrum vergrößerten und interdisziplinäre Kooperation, vor allem mit der Inneren Medizin und der Anästhesiologie erforderlich machten, kann insbesondere anhand des Beispiels des postoperativen Nierenversagens gut nachvollzogen werden. Daher wird diese Thematik in einem gesonderten Kapitel behandelt.

Der herausragende Aspekt, der auf den Intensivstationen von Interdisziplinarität zur Multiprofessionalität überleitet, ist mit der die Rolle des Pflegepersonals, verbunden. Die neuen Entwicklungen in der Intensivmedizin ergaben neue Formen der Arbeitsteilung und damit die Entstehung neuer pflegerischer Aufgabenbereiche.

Zunächst war auf der Intensivstation nicht jederzeit ein Arzt anwesend. Als Folge dessen erweiterte sich das Aufgabenspektrum der Schwestern und Pfleger: Neben den alltäglichen pflegerischen Aufgaben zählten die Überwachung der Vitalparameter und der Beatmung, die Gabe von Infusionen und Durchführung von Reanimationen zu ihrem Zuständigkeitsbereich.¹¹⁵⁸ Dies hatte zur Folge, dass ab dem Jahr 1967 eine Zusatzausbildung für Pflegepersonal auf Intensivstationen eingeführt wurde.¹¹⁵⁹

¹¹⁵⁵ Ebd.

A. Krian et al., „Dialysetherapie auf einer chirurgischen Intensivstation - Ein Erfahrungsbericht,“ *Med. Welt* 27 (1976), S. 2221-2223

¹¹⁵⁶ Krian et al., (1976), S. 2222

¹¹⁵⁷ A. Krian et al., „Probleme der Dialysetherapie beim postoperativen akuten Nierenversagen,“ *Intensivmedizin* 13 (1976), S. 280

¹¹⁵⁸ F. W. Ahnefeld und H. W. Opderbecke, „Die geschichtliche Entwicklung der Intensivmedizin in Deutschland,“ *Der Anaesthetist* 48, 7 (1999), S. 465-473

¹¹⁵⁹ Ebd., S. 465.

Auch in Düsseldorf wurde ein solches Konzept etabliert: Ab dem ersten Oktober 1970 unterzogen sich alle Schwestern und Pfleger, die auf der Intensivstation arbeiteten, einem einjährigen Lehrgang, der durch eine praktische, schriftliche und mündliche Prüfung abgeschlossen wurde.¹¹⁶⁰ Diese Ausbildung wurde unterteilt in einen praktischen und theoretischen Teil. Der praktische Teil bestand vor allem aus Demonstrationen mit anschließend eigener Durchführung, wie z.B. das Messen des zentralvenösen Druckes.¹¹⁶¹ Die theoretische Ausbildung lag in der Hand von Dozenten aus verschiedenen Fachbereichen wie Chirurgie, Anästhesiologie, Innere Medizin oder Psychiatrie. Da, wie bereits erwähnt, in Düsseldorf die überwiegende Anzahl der Intensivbetten von kardiochirurgischen Patienten belegt war, nahm dieses Themengebiet eine Sonderstellung in der Ausbildung des intensivmedizinischen Pflegepersonals ein. Beispielsweise wurden der Umgang und die Pflege von Patienten mit Herzschrittmachern, Herzrhythmusstörungen oder Herzinsuffizienz berücksichtigt.¹¹⁶² Ziel dieser differenzierten Ausbildung war die Vorbereitung der Schwestern und Pfleger auf ihren umfangreichen Tätigkeitsbereich, der Aufgaben beinhaltete, die zuvor zur ärztlichen Pflicht zählten.¹¹⁶³

Somit zeigt sich, dass die Etablierung der Intensivstationen nicht nur auf ärztlicher Seite die weitere Spezialisierung anstieß, auch aus pflegerischer Sicht führte diese Entwicklung zu differenzierten Aufgabenbereichen und gliederte den zuvor einheitlichen Berufsstand des Pflegepersonals durch Spezialisierung auf. Als Folge dieser Entwicklung ergibt sich, dass neben ärztlicher interdisziplinärer Kooperation eine enge Zusammenarbeit von Pflegepersonal und Ärzten entscheidend an Bedeutung zunimmt. Die Arbeit im herzmedizinischen Düsseldorfer Netzwerk wird multiprofessionell.

Im Rahmen dieser pflegerischen Spezialisierung gliederte sich die pädiatrische Intensivpflege als weitere Differenzierung heraus. Insbesondere die postoperative Betreuung der Kinder mit angeborenen Herzerkrankungen erforderte spezifische Maßnahmen. Daher kooperierte die Klinik für Kardiochirurgie ab 1968 mit der sich entwickelnden pädiatrischen Intensivmedizin in Düsseldorf.¹¹⁶⁴ Neben intensivmedizinischen Maßnahmen wie Lagerung in fußtiefer Schräglage, Schmerzbehandlung oder individualisierte Glykosidgabe sind in Bezug

¹¹⁶⁰ M. Zindler und R. Dudziak, „Über die Ausbildung von Schwestern und Pflegern in der Intensivpflege,“ *Dtsch Krankenpflegez* 24, 2 (1971), S. 67

¹¹⁶¹ Ebd., S. 69.

¹¹⁶² Ebd.

¹¹⁶³ Ebd., S. 67.

¹¹⁶⁴ P. Lemburg und J. C. Reidemeister, „Die postoperative pädiatrische Intensivpflege nach kardiochirurgischen Palliativeingriffen,“ *Monatsschr Kinderheilkd* 121, 7 (1973), S. 508-511

auf spezifische kardiochirurgische Eingriffe jeweils einige Besonderheiten zu beachten: Beispielsweise muss nach Verschluss eines persistierenden Ductus arteriosus insbesondere auf einen adäquaten Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt geachtet werden, bei operierten Vorhofseptumdefekten sollte die Polyglobulie zunächst bestehen bleiben.¹¹⁶⁵

Es ist also wichtig zu erwähnen, dass mit Zunahme des Operationsspektrums der Herzchirurgie eine Erweiterung der intensivmedizinischen Behandlungsstrategien, sowie eine breitgefächerte Aufgabenteilung auf pflegerischer und ärztlicher Seite stattfand, die wiederum zu interdisziplinärer Kooperation anregten.

Auch heutzutage nimmt die intensivmedizinische Behandlung von herzchirurgischen Patienten eine Sonderstellung ein. So erwähnt Markewitz, dass bei kardiochirurgischen Eingriffen „die intensivmedizinische Behandlung ein integraler Bestandteil der Behandlungskette“ darstellt.¹¹⁶⁶ 5% der intensivmedizinischen Betten in Deutschland seien daher mit herzchirurgischen Patienten belegt.¹¹⁶⁷ Jedoch stehen die kardiochirurgischen Intensivstationen vor einem großen Problem: Auf Grund des mangelnden Angebots an Fachpersonal und fehlendem Nachwuchs wird die optimale Behandlung der Patienten erschwert. Um dieses Problem zu umgehen, fordert Markewitz die Etablierung eines Facharztes für herzchirurgische Intensivmedizin, somit die weitere Spezialisierung.¹¹⁶⁸

Fazit

Zusammenfassend zeigt sich daher, dass die Entstehung der modernen Intensivmedizin durch kardiochirurgischen Fortschritt beschleunigt wurde. Ebenso ermöglichte die abgestimmte, intensivmedizinische postoperative Betreuung der Patienten bessere Operationsergebnisse. Es findet also eine gegenseitige positive Beeinflussung. Im Zuge dieser Entwicklung stand nicht nur die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf ärztlicher Ebene im Zentrum des therapeutischen Vorgehens: Das differenzierte Aufgabenfeld des Pflegepersonals auf Intensivstationen forderte auch auf pflegerischer Seite eine Spezialisierung, sodass Zusatzausbildungen etabliert wurden. Somit zeigt sich, dass neu entstandene Berufszweige die weitere medizinische Aufgabenteilung, sowie die enge Zusammenarbeit von Pflege- und ärztlichem Personal erforderte. Die aktive Integration von

¹¹⁶⁵ Ebd.

¹¹⁶⁶ A. Markewitz und W. Lante, „Stellenwert der herzchirurgischen Intensivmedizin,“ *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 22, 1 (2008), S. 41

¹¹⁶⁷ Ebd., S. 42.

¹¹⁶⁸ Ebd., S. 42-46.

spezifisch ausgebildetem Pflegepersonal in den Behandlungsprozess und damit der Weg zu multiprofessioneller Zusammenarbeit wurde in Düsseldorf frühzeitig realisiert. Insgesamt kann die Arbeit der Intensivmedizin der Universitätsklinik Düsseldorf auf nationaler Ebene als beispielhaft gelten.

3.4.3 Neue Berufsbilder – Kardiotechnik

Die zuvor beschriebenen Entwicklungen der Herzchirurgie, die zur multiprofessionellen Zusammenarbeit bei der Behandlung von Herzerkrankungen führten, erforderten für die dabei entstandenen neuen Aufgabenbereiche weitere neuer Berufsgruppen mit differenzierter Ausbildung. Neben speziell geschultem Pflegepersonal auf den Intensivstationen entstand auch im Operationssaal die Notwendigkeit, spezialisierte Pflegekräfte einzusetzen. Für diese Entwicklung war u.a. die Einführung und Standardisierung der offenen Herzchirurgie mittels Hypothermie und EKZ ausschlaggebend. So wurden beispielsweise 1982 in Düsseldorf 1026 Operationen mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine durchgeführt, während 1978 ihre Anzahl 618 betragen hatte.¹¹⁶⁹ Vor allem diese rasante Zunahme der EKZ verlangte, gut nachvollziehbar, Fachpersonal, das sowohl „umfangreiches theoretisches Wissen“, als auch ausreichende praktische Erfahrung im Umgang mit der Herz-Lungen-Maschine nachweisen konnte.¹¹⁷⁰ Somit entstand das Berufsbild des Kardiotechnikers.

Diese Entwicklung illustriert erneut die Spezialisierungstendenz der Medizin, die nicht nur aus ärztlicher Sicht nachzuvollziehen ist, sondern alle medizinischen Berufsgruppen betrifft. Folglich fordert diese Spezialisierung intensivierete multiprofessionelle Zusammenarbeit.

Für diese Entwicklung ist die kardiochirurgische Klinik Düsseldorf ein anschauliches Beispiel, da sie eine der ersten Kliniken in Deutschland war, die das Berufsbild des Kardiotechnikers etablierte. Der Ursprung dieses neuen Aufgabenbereiches ist jedoch bereits vor der Etablierung der EKZ zu finden, da schon bei der Einführung der Oberflächenhypothermie vermehrt Pflegepersonal im Operationssaal benötigt wurde.

In Düsseldorf nimmt die Persönlichkeit Josef Güttler eine entscheidende Position ein. Josef Güttler wurde am 14.11.1929 in Breslau geboren und arbeitete ab 1954 als examinierter Krankenpfleger im Operationssaal der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf. Er war bereits während der ersten offenen Herzoperation in Düsseldorf 1955 im Operationssaal eingesetzt und dabei u.a. für die „Zertrümmerung“ der für die Hypothermie benötigten Eisstangen zuständig.¹¹⁷¹ Im weiteren Verlauf war er ab 1958 an der experimentellen

¹¹⁶⁹ H. D. Schulte, „Gibt es noch Herzchirurgie ohne Herz-Lungen-Maschine?“, *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 361, 1 (1983), S. 473-479

¹¹⁷⁰ G. Lauterbach, "Sicherheitsaspekte bei der extrakorporalen Zirkulation (EKZ)," in *Extrakorporale Zirkulation Heute*, Hrsg. C. J. Preuße und H. D. Schulte (Heidelberg: Steinkopff, 1991), S. 126

¹¹⁷¹ Böttger und Bauer, (2012), S. 83

Anwendung der Herz-Lungen-Maschine beteiligt und gilt daher zurecht als erster Kardiotechniker Deutschlands. 1959 gehörte er zum Operationsteam, das in Düsseldorf erstmals erfolgreich die EKZ klinisch anwendete.¹¹⁷² Während seiner Laufbahn bildete er zahlreiche Kardiotechniker aus, bekleidete den Posten des leitenden Kardiotechnikers in Düsseldorf, erhielt Ehrenmitgliedschaften in mehreren Gesellschaften und 1990 das Bundesverdienstkreuz am Bande.¹¹⁷³ Josef Güttler gilt zurecht nicht nur als erster Kardiotechniker Deutschlands, sondern aufgrund seiner umfassenden Kenntnisse und Aktivitäten als der „Vater der Kardiotechnik“.¹¹⁷⁴

Im Anschluss an die Etablierung der Kardiotechnik als eigenständigen Aufgabenbereich in Düsseldorf folgten weitere Kliniken, die Pfleger mit der Bedienung der Herz-Lungen-Maschine beauftragten. Z.B. war es Herbert Bock, der am 9.3.1960 in Göttingen, während der ersten erfolgreiche Operation mit Hilfe EKZ von Josef Koncz, die Herz-Lungen-Maschine bediente. Ihm folgten Fritz Wortmann und Peter Becker in Erlangen und Horst Schmidt in Essen.¹¹⁷⁵

Als Folge dieser Entwicklung sind unterschiedliche Aspekte zu beobachten: Zum einen wird erneut deutlich, dass der medizinische Fortschritt Aufgabenteilung fordert. Diese Spezialisierungstendenz der Medizin betrifft neben dem ärztlichen auch den pflegerischen Berufsstand. Zum anderen lässt sich rückschließen, dass diese Entwicklung eine gut abgestimmte Kommunikation erforderlich macht, da das Netzwerk der interagierenden Berufsgruppen stetig wächst, somit auch die Gefahr von Missverständnissen. Auch diesbezüglich profitierte die Düsseldorfer Herzchirurgie von den Erfahrungen, die die Gruppe um Lühr in der Mayo Klinik erworben hatte: dort war, wohl initiiert von John Kirklin, eine Kommunikation innerhalb des Operationssaals eingeführt worden, die sich an die in der Luftfahrt übliche „Kommandosprache“ zwischen *Cockpit* und *Tower* anlehnte. Konkret wurden alle Anweisungen des Operateurs an den Kardiotechniker unmissverständlich, bestätigend, wiederholt.¹¹⁷⁶

Das neu entstandene Berufsbild des Kardiotechnikers soll im Folgenden anhand einiger konkreter Beispiele charakterisiert werden. Insbesondere das komplizierte, zeitintensive

¹¹⁷² Ebd.

¹¹⁷³ Ebd.

¹¹⁷⁴ Ebd., S. 10.

¹¹⁷⁵ Ebd., S. 11.

¹¹⁷⁶ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

Zusammensetzen und postoperative Säubern der Einzelteile der ersten Herz-Lungen-Maschinen war sehr aufwändig und nahm einen großen Aufgabenbereich der ersten Kardiotechniker ein.¹¹⁷⁷ Mit der Einführung der Bubble-Oxygenatoren konnten schließlich Einmalartikel verwendet werden, sodass die Reinigung erleichtert wurde.¹¹⁷⁸ Gleichzeitig war mit diesen Aufgabe des Kardiotechnikers auch ein sehr früher Arbeitszeitbeginn verbunden, der auf besondere Weise das Berufsbild prägte.¹¹⁷⁹

Zusätzlich zur praktischen Anwendung der EKZ fällt ihre Weiterentwicklung und Verbesserung in den Zuständigkeitsbereich des Kardiotechnikers. Z.B. entwickelte Josef Güttler unter Anleitung des Anästhesisten Falke eine Herz-Lungen-Maschine, die zur ECMO und Langzeitperfusionen bei akutem Lungenversagen verwendet wurde.¹¹⁸⁰ Die Maschine war in Form eines Turms aufgebaut, der in der untersten Etage die Blutpumpe und darüber den Kolobow-Membran-Oxygenator enthielt.

In Analogie zu Güttler in Düsseldorf war Horst Schmidt in Essen ebenfalls in den Weiterentwicklungsprozess der extrakorporalen Zirkulation integriert. Schmidt war der erste leitende Kardiotechniker in Essen und verfügte zusätzlich über eine Ausbildung zum Elektromaschinenbau-Meister.¹¹⁸¹ Neben seiner praktischen Tätigkeit als Kardiotechniker entwickelte er neuartige arterielle und venöse Metallkanülen und ein transportables Organ-Perfusionssystem, für das er 1989 mit dem Maxima-Preis der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik ausgezeichnet wurde.¹¹⁸²

Es zeigt sich daher eindrucksvoll, dass das Berufsbild des Kardiotechnikers medizinische Fähigkeiten und Kenntnisse mit technischem und handwerklichem Können verbindet. Es steht somit stellvertretend und beispielhaft für die Kooperation von Technik und Medizin im Sinne einer multiprofessionellen Zusammenarbeit, die insbesondere anhand der Etablierung der extrakorporalen Zirkulation nachvollzogen werden kann.

Weiterhin vervielfacht die Etablierung dieses neuen Berufsstandes die individuellen Entfaltungsmöglichkeiten innerhalb medizinischer Berufe. Diese bereits angesprochene Spezialisierungstendenz, die am Beispiel der Kardiotechnik nachvollzogen werden kann,

¹¹⁷⁷ Böttger und Bauer, (2012), S. 14

¹¹⁷⁸ Ebd., S. 15.

¹¹⁷⁹ Ebd., S. 14.

¹¹⁸⁰ Ebd., S. 16.

¹¹⁸¹ Ebd., S. 11. S. 11

¹¹⁸² Ebd., S. 12-13.

N. Weigend und H. R. Zerkowski, „Die Entwicklung der modernen Transplantationsmedizin-Eine Chronik,“ (1997), S. 111

ermöglicht die Kombination unterschiedlicher Interessengebiete, wie z.B. Medizin und Technik.

Diese neuen Aufgabenbereiche und individuellen Qualifikationen und Möglichkeiten brachten es mit sich, dass ein Teil der zuvor ärztlichen Tätigkeit nun zum Aufgabenfeld der Kardiotechniker zählt. So sind sie, wie oben beschrieben, nicht lediglich in den Operationsablauf, sondern zusätzlich in die kardiochirurgische Forschung und Entwicklung neuer technischer Errungenschaften integriert. Es lässt sich daher schlussfolgern, dass diese Entwicklung eine Abflachung, ggf. Verwischung der Hierarchie zwischen ärztlichem und pflegerischem Personal verursacht. So erwähnt auch Torsten Nölling, dass Ärzte und Kardiotechniker als unabhängige, aber aufeinander angewiesenen Berufsgruppen in einem horizontalen Verhältnis zueinander betrachtet werden sollten.¹¹⁸³

Als Resultat dieser Entwicklung, die in der Etablierung eines eigenständigen Berufsstandes der Kardiotechniker mündete, entstand die Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik. Josef Güttler forderte gemeinsam mit Herbert Bock aus Göttingen die Bildung einer Interessengruppe, sodass sie als Initiatoren der Gesellschaft angesehen werden können.¹¹⁸⁴ Am 25. Juni 1971 wurde schließlich der „Verband der Cardiotekniker Deutschlands“ gegründet.¹¹⁸⁵ Die Intention dieser Gründung lag in der Sicherung einer einheitlichen Ausbildung für Kardiotechniker, der fachlichen Förderung und Weiterbildung und der Errichtung einer Austauschplattform.¹¹⁸⁶ Im Jahr 1984 wurde die Gesellschaft schließlich umbenannt und heißt seitdem „Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik e.V.“.

Josef Güttler war von 1972 bis 1976 Vorsitzender der Gesellschaft.¹¹⁸⁷ Auch damit wird deutlich, dass Düsseldorf als Vorreiter der Etablierung der Kardiotechnik angesehen werden kann. In Analogie zur Förderung der Eigenständigkeit der Anästhesie zeigt sich auch im Hinblick auf die Kardiotechnik, dass die Düsseldorfer Klinik die Spezialisierungstendenz der Medizin unterstützte. Durch vermehrte Arbeitsteilung und somit Integration von sog. Spezialisten, den Kardiotechnikern, verfolgte die chirurgische Klinik in Düsseldorf das Ziel, bessere postoperative Ergebnisse zu erreichen. Daher wurde das interdisziplinäre Netzwerk

¹¹⁸³ T. Nölling, „Der Kardiotechniker im Krankenhaus - juristische Erwägungen unter Berücksichtigung der Haftungsfrage,“ *Kardiotechnik* 20, 2 (2011), S. 45

¹¹⁸⁴ Böttger und Bauer, (2012), S. 21

¹¹⁸⁵ Ebd.

¹¹⁸⁶ Ebd., S. 22.

¹¹⁸⁷ Ebd., S. 23.

mit dem Schwerpunkt der Herzerkrankungen durch Integration der Kardiotechnik komplettiert.

Im Hinblick auf die aktuelle Entwicklung des Berufsbildes des Kardiotechnikers lässt sich erneut ein Wandel erkennen: Laut einer Umfrage am Universitätsspital Zürich nimmt die Durchführung der intraoperativen EKZ einen immer kleineren Anteil des Arbeitsfeldes des Kardiotechnikers ein. So finden derzeit 49% der kardiotechnischen Einsätze außerhalb des Operationssaales statt.¹¹⁸⁸ Dieser Wandel bedingt, dass die interdisziplinäre Kooperation seitens der Kardiotechniker mit anderen medizinischen Fachrichtungen, wie der Anästhesie, Kardiologie oder Gefäßchirurgie intensiviert wird.¹¹⁸⁹ Insbesondere durch die Weiterentwicklung und den vermehrten Einsatz der Herzunterstützungssysteme, wie z.B. die ECMO, verlagert sich das Aufgabenfeld des Kardiotechnikers vermehrt aus dem Operationssaal auf die Intensivstationen.

Insbesondere die Ausbildung zum Kardiotechniker ist bis heute nicht eindeutig geregelt: Obwohl das Berufsbild unersetzlich erscheint und von großer Bedeutung ist, ist der kardiotechnische Berufsstand weder geschützt, noch existieren einheitliche Ausbildungsstandards.¹¹⁹⁰ So gibt es an manchen Orten, jedoch nicht flächendeckend, die Möglichkeit der Fachhochschulausbildung.¹¹⁹¹ Lediglich im Bundesland Berlin gibt es eine einheitliche Regelung zur Ausbildung zum Kardiotechniker, die rechtlich festgelegt ist.¹¹⁹² Auf Bundesebene existiert diese Regelung jedoch nicht.

Somit ist das Berufsbild des Kardiotechnikers auch heutzutage noch von Wandel und Veränderung geprägt. Die oben beschriebene Entwicklung dieses Aufgabenbereiches kann daher nicht als abgeschlossen angesehen werden, sondern befindet sich bis heute in einem andauernden Prozess.

Fazit

Zusammenfassend wurde gezeigt, dass die Fortschritte der Kardiochirurgie, insbesondere die Einführung der offenen Herzchirurgie mittels Oberflächenhypothermie und extrakorporaler

¹¹⁸⁸ T. Dreizler et al., „Das Berufsbild im Wandel: Empirische Untersuchung der Arbeitsverteilung der Kardiotechnik an einem Universitätsspital," *Kardiotechnik* 2 (2014), S. 53

¹¹⁸⁹ Ebd., S. 54.

¹¹⁹⁰ C. Heuer, „Standards werden angemahnt," *kma* 12, 12 (2007), S. 68-69

¹¹⁹¹ Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik, "Berufsfeld Kardiotechniker - Eine Tätigkeitsbeschreibung," 31.07.2020. <http://www.dgfk.de/content/berufsfeld/BerufsbildKardiotechnik.pdf>. S. 3

¹¹⁹² Nölling, (2011), S. 44

Zirkulation, die Spezialisierungstendenz auf nicht ärztliches Personal ausweiteten. Im Gefolge dieser Entwicklung entstand eine neue Berufsgruppe, die der Kardiotechniker. Da ihr Aufgabenfeld vielfältig war und sie Pflichten übernahmen, die zuvor zur ärztlichen Aufgabe zählten, entwickelte sich eine horizontale Krankenhaushierarchie. Als Folge dieser Entwicklung und Spezialisierung ist eine Zunahme des Stellenwertes multiprofessioneller Zusammenarbeit zu beobachten.

In diesem Zusammenhang ist besonders Josef Güttler aus Düsseldorf, der erste Kardiotechniker Deutschlands zu erwähnen. Er war der neben der erfolgreichen ersten extrakorporalen Zirkulation in Düsseldorf auch aktiv an der Optimierung und Weiterentwicklung dieses Verfahrens beteiligt war. Er gehörte zu den Initiatoren und Gründern der kardiotechnischen Fachgesellschaft.

Es zeigt sich daher, dass die Chirurgische Klinik in Düsseldorf als treffendes Beispiel zur Illustration einer Entwicklung herangezogen werden kann, die die Entstehung des Berufszweigs Kardiotechnik und somit die individuelle Entfaltung im Rahmen der medizinischen Berufe konkret förderte.

3.5 Herausragende Beispiele der Interdisziplinarität und Multiprofessionalität im Herzzentrum

3.5.1 Die Zusammenarbeit in den Sonderforschungsbereichen

Sonderforschungsbereich 30 – Kardiologie Laufzeit: 1968-1985	<ul style="list-style-type: none">- Sprecher 1968-1969: Franz Grosse-Brockhoff- Sprecher 1969-1979: Wilhelm Lochner- Sprecher 1979-1985: Franz Loogen
Sonderforschungsbereich 242 – Koronare Herzkrankheit Laufzeit 1968-1997	<ul style="list-style-type: none">- Sprecher: 1986-1990: Waldemar Hort- Sprecher 1990-1997: Bodo Strauer

Tabelle 1: Herzmedizinische SFB

Wie beschrieben, ist die kardiovaskuläre Forschung an der Universität Düsseldorf durchgehend von interdisziplinärer und multiprofessioneller Zusammenarbeit geprägt. Ein konkretes Beispiel zur Verdeutlichung dieser erfolgreichen Aktivitäten stellen die kardiovaskulären SFB dar.

Der SFB 30 war der erste medizinische SFB an der Universität Düsseldorf, allerdings bereits der vierte in Deutschland mit einem kardiologischen Schwerpunkt.¹¹⁹³ Obwohl bereits in Göttingen, Heidelberg, Köln und München kardiovaskuläre SFB vertreten waren, wurde der SFB 30 in Düsseldorf genehmigt. Rechtfertigend für die Einführung dieser Forschungsmöglichkeit waren die fehlenden thematischen Überschneidungen mit bereits existierenden SFBs.¹¹⁹⁴ Dieser Aspekt charakterisiert somit die Komplexität und den Facettenreichtum der kardiovaskulären Forschung.

Ab dem Jahr 1968 bis 1985 konnten im Rahmen des SFB 30 zahlreiche kardiovaskuläre Fragestellungen bearbeitet werden.¹¹⁹⁵ Die Interdisziplinarität der Zusammenarbeit dieser geförderten Einrichtung zeigt sich sehr klar bei der Betrachtung der Teilprojekte und deren Leiter.

Neben den klinischen Disziplinen Kardiologie und Kardiochirurgie, leitend vertreten vor allem durch Grosse-Brockhoff und Loogen sowie Derra und Bircks, die sich beispielhaft u.a. mit der Funktionsanalyse des Herzens, pulmonaler Hypertonie, Myokardprotektion sowie extrakorporaler Langzeitmembranperfusion, beschäftigten, war – zusätzlich zu den

¹¹⁹³ T. Krämer, *Projektepistemologie: Wissensproduktion zwischen Kontingenz und Disposition am Beispiel von Verbundforschung [Hochschulschrift]* (Bielefeld: transcript, 2019), S. 188; 257-248

¹¹⁹⁴ Ebd., S. 248.

¹¹⁹⁵ Ebd., S. 495-498.

klinischen Fächern Kinderkardiologie und Anästhesiologie, eine Vielzahl an medizinisch-theoretischen Institutionen an der Forschungsarbeit des SFB 30 beteiligt.¹¹⁹⁶ Daher integrierten die Physiologie, Pharmakologie und Pathologie Aspekte der Grundlagenforschung. Krämer spricht in diesem Zusammenhang vom „Austausch der Arbeitskräfte“.¹¹⁹⁷ Dieser Ausdruck beschreibt, dass durch die Integration medizinischer Fächer „die epistemischen Felder Labor und Klinik“ enger miteinander kooperieren.¹¹⁹⁸ Auf dieser Basis sei die umfassende Auseinandersetzung mit kardiologischen Fragestellungen möglich.

Beispielhaft für die Kooperation von Labor und Klinik können Meessen und Hort vom Institut der Pathologie angebracht werden, die u.a. neue Forschungsergebnisse zur Koronarsklerose und Herzhypertrophie lieferten, während sich Lochner als Physiologe mit der Herzdynamik und Greeff mit den pharmakologischen Auswirkungen von herzwirksamen Medikamenten auseinandersetzte.¹¹⁹⁹ Diese knappe Darstellung einiger Teilprojekte offenbart, dass der SFB 30 durch Integration vieler verschiedener Disziplinen einen beinahe allumfassenden Überblick über damals aktuelle kardiovaskuläre Forschungsergebnisse bieten konnte. Als Besonderheit im Hinblick auf den Fortschritt der Herzchirurgie in Düsseldorf gilt die Errichtung eines Lehrstuhls für Experimentelle Chirurgie 1977 unter der Leitung Gunther Arnolds.¹²⁰⁰ U.A. war damit auch die Möglichkeit eröffnet, neben der interdisziplinären Zusammenarbeit an der Universität Düsseldorf, standortübergreifende Kooperationen wahrzunehmen. So beschäftigte sich Arnold mit pulsatilen Blutpumpen zur kurzfristigen Herzunterstützung. Im Rahmen dieser Forschung, die ein profundes technisches Wissen voraussetzte, arbeitete er mit dem SFB 109 der Technischen Hochschule Aachen zusammen.¹²⁰¹ Dadurch wird die interdisziplinäre Zusammenarbeit nicht nur standortübergreifend, sondern integriert auch nicht medizinische Disziplinen. Im Rahmen

¹¹⁹⁶ Ebd., S. 217-225.

¹¹⁹⁷ Ebd., S. 241-242.

¹¹⁹⁸ Ebd., S. 247.

¹¹⁹⁹ W. Hort et al., "Myocardial Hypertrophy — Development and Regression," in *Myocarditis Cardiomyopathy: Selected Problems of Pathogenesis and Clinic*, Hrsg. Hansjörg Just und Hans Peter Schuster (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1983), S. 135-142

G. Arnold, C. Morgenstern, und W. Lochner, „The autoregulation of the heart work by the coronary perfusion pressure," *Pflügers Archiv* 321, 1 (1970), S. 34-55

C. Morgenstern, H. Goebel, und W. Lochner, „Die Beurteilung der Kontraktilität des Herzens," *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 97, 41 (1972), S. 1563-1568

E. Köhler und K. Greeff, „Der Einfluß des Blut-pH auf die Toxizität herzwirksamer Glykoside," *Research in Experimental Medicine* 159, 1 (1972), S. 65-74

¹²⁰⁰ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 164

¹²⁰¹ Krämer, (2019), S. 242

dieser Kooperation, gefördert durch den SFB 30, entwickelten technische Institute der RWTH Aachen gemeinsam mit der Abteilung für Innere Medizin aus Aachen und Düsseldorf und dem Institut für Experimentelle Chirurgie und der Chirurgischen Klinik aus Düsseldorf die „Aachen-Düsseldorfer Herz-Bypass-Pumpe“.

Als ein Beispiel für diese Zusammenarbeit steht eine Veröffentlichung aus dem Jahr 1980, bei der Arnold gemeinsam mit der Klinik für Innere Medizin und der Chirurgischen Klinik A aus Düsseldorf und dem Institut für hydraulische und pneumatische Steuerung aus Aachen die Auswirkungen von extrakorporalen Herzunterstützungssystemen auf den Stoffwechsel des Herzens und die Koronardurchblutung im Tierexperiment getestet hat.¹²⁰²

Im gleichen Jahr konnte das Herzunterstützungssystem auf dieser Kooperationsbasis Erfolge verzeichnen: es war z.B. gelungen, klebstoffbedingte Thrombenbildung durch einen am Stück angefertigten Balg zu vermeiden.¹²⁰³

Bemerkenswert erscheint eine Aussage der Forschungsgruppe zur Wertigkeit der Interdisziplinarität: „Durch die Beteiligung mehrerer Institute verschiedener Disziplinen wird das Potential an Gerätschaften, Wissen und Erfahrung vervielfacht, das zur Entwicklung zur Verfügung steht“.¹²⁰⁴ Somit erkannten die Forscher schon während ihrer Arbeit, nicht erst rückblickend, die großen Möglichkeiten, die eine Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachdisziplinen bietet.

Auch innerhalb des SFB 30 kann eine Entwicklung in Richtung einer interdisziplinären Forschung erkannt werden. Krämer erwähnt, dass die Projekte zunächst klinik-, bzw. institutsspezifisch aufgeteilt waren, während gegen Ende des SFBs der interdisziplinäre Gedanke bei der Aufteilung der Themengebiete vorherrschend war, sodass eine thematische Gliederung des SFBs vorlag.¹²⁰⁵ Daher zeigt sich, dass neben den wissenschaftlichen Errungenschaften des SFB 30, der von Beginn an interdisziplinäre Charakterzüge besaß, die Beteiligten den Wert des fachrichtungsübergreifenden Arbeitens noch stärker zu schätzen lernten. Außerdem beweist diese Entwicklung den Erfolg, den Interdisziplinarität mit sich bringt.

Insgesamt zeichnete sich der SFB 30 als Folge der fachrichtungsübergreifenden Kooperation insbesondere durch die Kombination zweier wissenschaftlicher Vorgehensweisen aus: zum

¹²⁰² W. Steven et al., „Myocardial oxygen consumption and regulation of coronary blood flow during stepped relief of the left ventricle,“ *Basic Research in Cardiology* 75, 5 (1980), S. 646-656

¹²⁰³ R. Schultheis et al., „Entwicklungstendenzen der Aachen-Düsseldorfer Herz-Bypass-Pumpe,“ *Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering* 25, s1 (1980), S. 241

¹²⁰⁴ Ebd., S. 238-239.

¹²⁰⁵ Krämer, (2019), S. 238

einen erfolgte eine sog. „holistische“ Auseinandersetzung mit kardiologischen Fragestellungen durch die Integration klinischer Fachrichtungen, indem das Herz-, Kreislaufsystem als gesamtes Organsystem im Vordergrund der Betrachtungen stand. Zum anderen ermöglichten die Disziplinen, wie Physiologie oder Pharmakologie, eine „reduktionistische“ Herangehensweise, die sich durch molekulare kardiologische Grundlagenforschung auszeichnet.¹²⁰⁶ Auf diese Weise konnte jeder Teilaspekt der komplexen Thematik auf der Basis dieser Zusammenarbeit erfasst werden.

Die Interdisziplinarität des SFB 30 wurde schließlich beinahe nahtlos in den nachfolgenden kardiovaskulären SFB 242 in Düsseldorf fortgeführt, der von 1986 bis 1997 bestand.¹²⁰⁷ Während der SFB 30 noch ein breitgefächertes Themenspektrum aufwies, konzentrierte sich der SFB 242 auf die KHK, Prävention und Therapie akuter Komplikationen.¹²⁰⁸ Diese Konkretisierung des Forschungsschwerpunktes demonstriert gut den Fortschritt der kardiovaskulären Forschung. Auf Grund des erheblichen Wissenszuwachses müssen die Themengebiete enger definiert sein. Die Konsequenz einer solchen Entwicklung ist notwendigerweise die Spezialisierung.

Fazit

Analytisch betrachtet, demonstrieren der SFB 30 und SFB 242 in Düsseldorf die erfolgreiche Zusammenarbeit verschiedener medizinischer und technischer Disziplinen: Auf der Basis interdisziplinärer und multiprofessioneller Aktivitäten wird eine umfassende wissenschaftliche Auseinandersetzung mit kardiovaskulären Fragestellungen ermöglicht. Darüber hinaus zeigt sich in der Entwicklung des SFB 30 zum SFB 242 die bereits beschriebene inhärente Tendenz der Medizin: die Notwendigkeit der Spezialisierung als Ausdruck des herzmedizinischen Fortschritts.

¹²⁰⁶ Ebd., S. 250.

¹²⁰⁷ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 167

¹²⁰⁸ Ebd., S. 158.

3.5.2 Die randomisierte Herzklappenstudie

Zur Verdeutlichung der Interdisziplinarität im Rahmen der Etablierung eines Herzzentrums an der Universität Düsseldorf und ebenfalls als Ausdruck der Spezialisierung kann in besonderem Maße die Darstellung der randomisierten Herzklappenstudie herangezogen werden. Diese weltweit erste Untersuchung ihrer Art – randomisierter Vergleich verschiedener mechanischer Herzklappen – ermöglichte eine Analyse unterschiedlicher Aspekte.¹²⁰⁹ Ab dem Jahr 1974 wurden Patienten mit mechanischem Mitralklappen- oder Aortenklappenersatz bezüglich ihrer Langzeitprognose, der Entstehung chronisch intravasaler Hämolyse, postoperativer Lebensqualität, für die stellvertretend die Belastbarkeit am Fahrradergometer stand, untersucht.¹²¹⁰ In die Studie wurden die Björk-Shiley-, Lillhei-Kaster-, St-Jude-Medical- und Starr-Edward-Silikonball-Herzklappenprothesen integriert.¹²¹¹ Allein zwischen 1976 und 1981 umfasste die Studie ein Kollektiv von 1091 Patienten.¹²¹²

Die Durchführung und die Ergebnisse dieser Studie sind in vielerlei Hinsicht interessant: Einerseits kann die Studie als Beispiel der Kooperation im Rahmen des interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf herangezogen werden. Andererseits signalisiert sie auch die Stellung der Universität Düsseldorf im internationalen Vergleich. Daher erscheint es gerechtfertigt, einige Resultate dieser Studie beispielhaft darzustellen und ihre Bedeutung für das interdisziplinäre Herzzentrum, sowie den Standort Düsseldorf zu interpretieren.

Der Vergleich der verschiedenen Herzklappenprothesen ergab hinsichtlich der zu untersuchenden Faktoren jeweils unterschiedliche Ergebnisse. Beispielhaft soll die Untersuchung der hämodynamischen Eigenschaften erwähnt werden. So zeigte sich, dass die St-Jude-Medical-Prothese als Mitralklappenersatz im Vergleich zu anderen mechanischen Herzklappen der damaligen Zeit eine signifikant bessere Hämodynamik aufwies.¹²¹³ Weiterhin wurden das Überleben nach Aortenklappenersatz bei Aortenklappenstenose mit der Überlebensdauer bei konservativer Therapie verglichen. Es zeichnete sich ein deutlicher Überlebensvorteil durch die Implantation einer mechanischen Herzklappe ab: Patienten, die sich der operativen Therapieoption unterzogen, wiesen eine signifikant verlängerte mittlere

¹²⁰⁹ Vortrag A. Krian Festsymposium zum 90. Geburtstag von Prof. Bircks, siehe Archiv der DGTHG

¹²¹⁰ Horstkotte et al., (1989), S. 511-519

¹²¹¹ Horstkotte et al., (1983), S. 120

¹²¹² Ebd.

¹²¹³ D. Horstkotte et al., „Hämodynamische Ruhe- und Belastungsuntersuchungen nach Implantation verschiedener Mitralklappenprothesen mit gleichem Außendurchmesser,“ *Z Kardiol* 72, 7 (1983), S. 392

Überlebensdauer mit ungefähr 82 Monaten im Vergleich zu den Patienten mit natürlichem Verlauf der Aortenklappenstenose auf.¹²¹⁴ Bei diesem Kollektiv lag die mittlere Überlebenszeit lediglich bei ungefähr 33 Monaten.

Ebenso wurde der generelle Langzeitverlauf nach Implantation einer mechanischen Herzklappe untersucht: z.B. wurde deutlich, dass in 15% der Fälle periprothetische Nahtdehiszenzen auf Grund einer floriden Endokarditis entstehen.¹²¹⁵ Als ursächlich für diese postoperative Komplikation stellten sich z.T. „ungeeignete Nahttechniken“ heraus.¹²¹⁶ Dieser beispielhaft angebrachte Aspekt definiert die interdisziplinäre Vorgehensweise im Rahmen der randomisierten Herzklappenstudie: In Kooperation von Internisten und Chirurgen kann eine Problematik, wie die Nahtdehiszenzen, frühzeitig erkannt und folglich durch differenzierte Auswertung analysiert und verbessert werden. Dieses Vorgehen ist die Basis für medizinischen Fortschritt und spiegelt ein zentrales Charakteristikum der sog. „Epoche der Etablierung“ wider.

Durch die Tatsache, dass auch Patienten, die sich gegen die Implantation einer mechanischen Herzklappe entschieden, dennoch in die Studie integriert wurden, war die Möglichkeit gegeben, den sog. „natürlichen Verlauf“ der Herzklappenerkrankungen zu eruieren.¹²¹⁷ So fanden die regelmäßigen Kontrolluntersuchungen aller Patienten, die zwischen 1973 und 1980 ein operationswürdiges Herzklappenvitium aufwiesen und konservativ behandelt wurden, fanden Einzug in die statistische Auswertung, sodass zum ersten Mal aussagekräftige Ergebnisse zum natürlichen Verlauf von ohne operative Behandlung generiert werden konnten.¹²¹⁸ Als Eintrittsdatum in die Studie galt das voraussichtliche potentielle Operationsdatum, das dann allerdings nicht zum Tragen kam.¹²¹⁹ Die statistische Aufarbeitung ergab z.B., dass Patienten mit Mitralklappenvitien nach initialer Ablehnung eines operativen Eingriffs auch zu einem späteren Zeitpunkt von der chirurgischen Therapie profitieren.¹²²⁰ Ist jedoch bereits ein NYHA-Stadium von IV erreicht,

¹²¹⁴ Horstkotte et al., (1983), S. 498

¹²¹⁵ Horstkotte et al., (1989), S. 513

¹²¹⁶ Ebd.

¹²¹⁷ Horstkotte et al., (1983)

¹²¹⁸ Horstkotte et al., (1989), S. 511

¹²¹⁹ D. Horstkotte et al., „Der Einfluß des prothetischen Herzklappenersatzes auf den natürlichen Verlauf von isolierten Mitralklappen- und Aortenklappenfehlern sowie Mehrklappenerkrankungen. Klinische Ergebnisse bei 783 Patienten bis zu 8 Jahren nach Implantation von Björk-Shiley-Kippscheibenprothesen,“ *Z Kardiol* 72 (1983), S. 500

¹²²⁰ Ebd.

wird die Überlebenschance sowohl mit konservativer als auch mit operativer Therapie signifikant schlechter. Rückschließend aus dieser Beobachtung sollte der Operationszeitpunkt somit vor Erreichen einer schweren klinischen Beeinträchtigung durch die Mitralklappenerkrankung gewählt werden.¹²²¹

In Zusammenschau dieser Ergebnisse weisen Horstkotte, Loogen, Kleikamp, Schulte, Trampisch und Bircks darauf hin, dass die Kenntnis des natürlichen Verlaufs der Herzklappenerkrankungen die Voraussetzung zum Verständnis des Nutzens einer chirurgischen Therapie sei, sodass dieser Teilaspekt der Studie von entscheidender Bedeutung ist.¹²²² Ebenso zeigt sich erneut die Bedeutung der interdisziplinären Kooperation: Die internistische präoperative Diagnostik ist die Grundlage zur gemeinsamen, kardiologisch-kardiochirurgischen, Indikationsstellung zur Herzklappenoperation. Die weiteren Verlaufskontrollen und konservativen Behandlungsoptionen fallen in den gemeinsamen Aufgabenbereich von Internisten und Chirurgen. Somit ist die randomisierte Herzklappenstudie nicht lediglich Beispiel der fachrichtungsübergreifenden Zusammenarbeit, ihre Ergebnisse wären ohne diese Art der Kooperation und Kommunikation nicht aussagekräftig.

Neben der Charakterisierung der interdisziplinären Kooperation trägt die randomisierte Herzklappenstudie zur Positionierung der Universität Düsseldorf im internationalen Vergleich bei. Da zum einen diese Studie die erste ihrer Art war, zum anderen, wie eben erwähnt, auch konservativ behandelte Patienten in die Auswertung integrierte, waren die Ergebnisse Ausgangspunkt für nationales und internationales Interesse und damit auch Reputation für das Düsseldorfer Herzzentrum.

Die wesentlichen klinischen Ergebnisse dieser Studie lagen zum einen in dem vertieften Einblick zum natürlichen Verlauf der Herzklappenerkrankungen, zum zweiten im Gewinn wissenschaftlich basierter Informationen zum günstigsten Zeitpunkt für die operative Behandlung und zum dritten in fundierten Kenntnissen zu postoperativen Problemen und dem Langzeitverlauf. Zusätzlich wurden funktionelle Unterschiede der untersuchten Herzklappentypen deutlich.

Somit ermöglicht die randomisierte Herzklappenstudie die Bereitstellung konkreter Handlungsanweisungen für Kardiologen und Kardiochirurgen zur Therapie der

¹²²¹ Ebd.

¹²²² Ebd., S. 499-500.

Herzklappenerkrankungen. Die Studie kann daher als Symbol des kardiologischen und kardiochirurgischen Lernprozesses angesehen werden, der wissenschaftlicher Basis erfolgt. In Zusammenschau und Analyse dieser beispielhaft dargestellten Ergebnisse der randomisierten Herzklappenstudie wird der interdisziplinäre Charakter des Herzzentrums Düsseldorf in seinen Grundzügen deutlich. Insbesondere die Kooperation von Innerer Medizin und Kardiochirurgie ist zentraler Bestandteil der Durchführung der randomisierten Herzklappenstudie. Diese These wird durch die Betrachtung der in diesem Rahmen entstandenen Veröffentlichungen unterstützt: Die Mehrzahl dieser Arbeiten sind in Zusammenarbeit der Klinik für Kardiologie und der Chirurgischen Klinik B für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie entstanden.¹²²³

Diese Kooperation hatte den Vorteil, dass Diagnostik, Therapie und postoperative Verlaufskontrolle eng miteinander verknüpft waren. Folglich verbessert diese interdisziplinäre Vorgehensweise zum einen die Patientenbetreuung. Zum anderen können wissenschaftliche Erkenntnisse auf diagnostischer und therapeutischer Basis zu einem großen Wissenspool fusionieren, der die Grundlage für standardisiert durchführbare Herzklappenchirurgie bildet.

In Analogie zur Polanyis Theorie des impliziten Wissenserwerb, das in einem gesonderten Kapitel Betrachtung finden soll, kann der Herzklappenersatz als distaler Term angesehen werden. Die jeweiligen Einzelerkenntnisse- und -analysen im Rahmen der randomisierten Herzklappenstudie hingegen können als proximale Terme im Wissenspool des Herzklappenersatzes titulierte werden, sodass die Herzklappenstudie als vollständiges Konstrukt des impliziten Wissens interpretiert werden kann.

Somit zeigt sich, dass die Herzklappenstudie die interdisziplinäre Kooperation im Rahmen eines Herzzentrums beispielhaft widerspiegeln kann. Auf dieser Grundlage entwickelte sich ein interdisziplinärer Wissenspool mit der Thematik der Herzklappenerkrankungen, der zentrale Aspekte des *Tacit-Knowledge* Konzepts inkludiert.

Fazit

Zusammengefasst verdeutlicht die beispielhafte Darstellung einiger zentraler Aspekte der randomisierten Klappenstudie zum mechanischen Herzklappenersatz die hohe Wertigkeit

¹²²³ Horstkotte et al., (1983), S. 119-131

D. Horstkotte et al., „Spätkomplikationen nach Björk-Shiley- und St.-Jude-Medical-Herzklappenersatz,“ *Z Kardiologie* 72, 5 (1983), S. 251-261

Horstkotte et al., (1983), S. 385-393

der interdisziplinären Kooperation zur Etablierung eines Herzzentrums. Insbesondere die erfolgreiche Zusammenarbeit von Innerer Medizin und Kardiochirurgie ist die Grundlage der Studie. Insgesamt kann sie als Beispiel des systematischen wissenschaftlichen Vorgehens angesehen werden, durch das chirurgisches und internistisches Wissen im Sinne des impliziten Wissenserwerbs zunimmt. Auf dieser Grundlage kann Düsseldorfs wachsende internationale und nationale Bedeutung begründet werden. Die randomisierte Herzklappenstudie erscheint daher zum einen als Ausdruck, zum anderen als weiterer begünstigender Faktor der Etablierung eines interdisziplinären Herzzentrums.

3.5.3 Die Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien

Die Behandlung ventrikulärer Tachyarrhythmien ist in besonderer Weise durch die intensive Kooperation von Kardiochirurgie und Kardiologie in Düsseldorf geprägt und kann beispielhaft zur Illustration des multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf herangezogen werden.

Zunächst ist es notwendig, die 1978 eingeführte disziplinübergreifende therapeutische Vorgehensweise in ihren Grundzügen zu erklären: Intraoperativ wird ein epikardiales Mapping durchgeführt.¹²²⁴ Dieses ermöglicht die Lokalisierung des Areals, das für die ventrikuläre Tachykardie verantwortlich ist.¹²²⁵ Anschließend kann der betroffene Abschnitt als vollständige oder partielle Zirkumzision oder Inzision chirurgisch entfernt werden.¹²²⁶

Bereits die Beschreibung vermittelt den interdisziplinären Charakter des Verfahrens: Während die intraoperative Diagnostik zur präzisen Lokalisation des auslösenden Areals der tachykarden Herzrhythmusstörung in den Aufgabenbereich der Kardiologen fällt, besteht die Leistung der Chirurgen aus der anschließenden operativen Entfernung des zuvor als krankhaft identifizierten Gewebes.

Eine Besonderheit dieser interdisziplinären Zusammenarbeit liegt in der erforderlichen räumlichen Nähe der beiden Fachdisziplinen. Die kardiologische Fachkompetenz, die bereits zuvor die präoperative Diagnostik der Patienten umfasste, wird zur Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien zusätzlich in den Operationssaal verlagert. Der Kardiologe wird somit zum aktiven Teilnehmer des Operationsvorganges.

Anhand dieses Beispiels zeigt sich eine enge Vernetzung von Innerer Medizin und Chirurgie, auf deren Basis neue, erfolgreiche Behandlungsmethoden eingeführt werden konnten.

Weiterhin verdeutlicht diese Entwicklung, dass die Expertise der einzelnen medizinischen Disziplinen allmählich verwischen. Eine strikte Einteilung in streng konservativ tätige Innere Medizin und operativ tätige Chirurgie wird gelockert und weicht zu Gunsten multiprofessioneller Zusammenarbeit.

¹²²⁴ R.-R. Abendroth et al., *Reproduzierbarkeit und Frequenzabhängigkeit ventrikulärer epikardialer Aktivierungsmuster bei Patienten mit normaler Erregungsbildung und -leitung*, ed. Berndt Lüderitz (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981), S. 406-407.

¹²²⁵ J. Ostermeyer et al., „Intraoperative Electrophysiologic Mapping during Cardiac Surgery," *Thorac cardiovasc Surg* 27, 04 (1979), S. 266

¹²²⁶ J. Ostermeyer et al., „Ten Years Electrophysiologically Guided Direct Operations For Malignant Ischemic Ventricular Tachycardia - Results," *Thorac cardiovasc Surg* 37, 01 (1989), S. 20

Ebenso zeigt sich, dass Diagnostik und Therapie nicht strikt aufeinander folgenden Aspekte der Medizin sind. Auf der Basis einer fachrichtungsübergreifenden Kooperation stellen sie sich viel mehr als zwei parallel stattfindende und kombinierbare Komponenten dar, die gemeinsam zur Behandlung von spezifischen Erkrankungen beitragen.

Exkurs: Die oben geschilderten intraoperativen diagnostischen und therapeutischen Techniken zur Behandlung tachykarder Herzrhythmusstörungen wurden ab 1984 durch die Implantation von „Automatischen Internen Defibrillatoren“ ergänzt. Wie bereits beschrieben, implantierte Bircks im Oktober 1984 den ersten Defibrillator in Deutschland (s. S. 104). Bei diesem Eingriff zur Behandlung der tachykarden Herzrhythmusstörung des Kammerflimmerns, waren im Operationssaal Kardiologen anwesend, die die sichere Funktion des Aggregats testeten. Auch die Vorgehensweise bei diesem Verfahren demonstriert die unmittelbare interdisziplinäre Zusammenarbeit, bei der jede Fachdisziplin ihre speziellen Fähigkeiten einbringt.

Fazit

Insgesamt stellen die in Düsseldorf etablierten Behandlungsmethoden der ventrikulären Tachyarrhythmien treffende Beispiele dar, die das multiprofessionelle Zusammenarbeiten im herzmedizinischen Netzwerk illustrieren. Ebenso zeigen sie, wie lange Zeit bestehende disziplinspezifische Expertisen und Vorgehensweisen zu Gunsten dieser Kooperation und der effizienten Patientenbehandlung gelockert werden.

3.5.4 Herzchirurgie und Nierenfunktionsstörungen

Auch die differenzierte Auseinandersetzung mit der Therapie perioperativer Nierenfunktionsstörungen ermöglicht beispielhaft die Illustration erfolgreicher interdisziplinärer und multiprofessioneller Zusammenarbeit in Düsseldorf. Die Behandlungsstrategie dieses Krankheitsbildes betrifft den chirurgischen Eingriff, die postoperative Überwachung und die konkrete Behebung der Nierenfunktionsstörung. Somit wird eine Kooperation von Chirurgie, Intensivmedizin, Innerer Medizin und auch Pädiatrie gefordert, die in positiver gegenseitiger Beeinflussung mündet. Durch die Etablierung der Nierenersatztherapie mittels Dialyse wird die Kardiotechnik als medizinische Assistenzdisziplin in den Behandlungsprozess integriert. Daher erscheint die Therapie perioperativer Nierenfunktionsstörungen nicht lediglich interdisziplinär, sondern multiprofessionell.

Perioperative Nierenfunktionsstörungen weisen eine überdurchschnittlich hohe Letalität auf und stehen häufig mit kardiovaskulären Operationen in Verbindung.¹²²⁷ Einerseits ist das akute Nierenversagen nach Herzoperationen ein wesentlicher Faktor, der die postoperative Letalität beeinflusst.¹²²⁸ Andererseits ist das Risiko der Herzoperation bei Patienten mit präoperativ bekannter terminaler, dialysepflichtiger Niereninsuffizienz deutlich erhöht, die unweigerlich in Herzerkrankungen münden, überdurchschnittlich hoch.¹²²⁹ Die besondere Relevanz, die dieser Thematik zukommt, veranlasste die Düsseldorfer Kliniken zur Entwicklung gemeinsamer klinischer und wissenschaftlicher Aktivitäten.

Die eben beschriebenen Aspekte verdeutlichen, dass jeder Herzoperation nicht nur eine ausführliche kardiologische, sondern auch eine nephrologische Diagnostik vorausgehen sollte, die möglicherweise bisher unerkannt gebliebene Nierenerkrankungen aufdecken kann.¹²³⁰ Daher ist bereits präoperativ die Einbeziehung der Nephrologie in den interdisziplinären Behandlungsprozess erforderlich, um das herzchirurgische Operationsrisiko abschätzen zu können und bestmögliche Voraussetzungen für den Operationserfolg zu schaffen.

¹²²⁷ A. Krian, W. Bircks, und E. Wetzels, „Das akute Nierenversagen nach Operationen am Herzen und an den großen thorakalen Gefäßen," *Thorac cardiovasc Surg* 20, 03 (1972), S. 200

¹²²⁸ B. Grabensee, K. Ivens, und A. Krian, „Extrakardiale Risikofaktoren in der Herzchirurgie - Niere," *Z. Kardiol. Suppl* 79 (1990), S. 53

¹²²⁹ Ebd., S. 48.

¹²³⁰ Ebd., S. 52.

Ebenso gestaltet sich die zunächst medikamentös konservative Prävention und Therapie der postoperativen Nierenfunktionsstörungen interdisziplinär. Häufig steht die Erkrankung mit einer Infektion in Verbindung, sodass eine antibiotische Prophylaxe indiziert ist.¹²³¹ Die prophylaktische Mannitgabe erwies sich als wenig signifikant wirksame Option.¹²³² Hingegen zeigte die postoperative Mannitgabe bei bereits eingetretenem postoperativen akuten Nierenversagen positive Effekte.¹²³³ Zur erfolgreich angewendeten Supportivtherapie zählen ebenfalls die Kreislaufstabilisierung, eine ausgeglichene Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz, eine hochkalorische Ernährung und die Dosisanpassung verschiedener Pharmaka auf eine reduzierte Nierenfunktion.¹²³⁴

Diese konservativen Therapieoptionen illustrieren gut, dass die Behandlung von postoperativen Komplikationen, wie dem akuten Nierenversagen, nur mittels interdisziplinärer Zusammenarbeit möglich wird. Insbesondere die postoperative intensivmedizinische Expertise von Internisten und Anästhesisten ist hinsichtlich dieses Therapieprozesses bedeutsam.¹²³⁵ Die Kooperation einer Vielzahl an spezialisierter, medizinischer Fachdisziplinen ist somit die Basis der Behandlungsstrategie der Nierenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit Herzoperationen.

Ist die konservative, supportive Behandlung jedoch nicht ausreichend, sollte die Dialysetherapie begonnen werden. Ab dem Jahr 1972 konnte in Düsseldorf auf der chirurgischen Intensivstation selbstständig die Hämodialyse-Therapie durchgeführt werden.¹²³⁶ Gleichzeitig eröffnete diese therapeutische Möglichkeit neue Fragestellungen, sodass sich ein eigenständiger Forschungsschwerpunkt entwickelte: Die Indikation zur Dialysetherapie musste unmissverständlich definiert sein, es mussten die richtige Dialysetechnik und der passende Gefäßzugang gewählt werden.¹²³⁷

Die Standardisierung dieser Vorgehensweisen basiert auf disziplinübergreifender Kooperation. Krian erwähnt den „kontinuierlichen Erfahrungsaustausch zwischen Nephrologen und einem speziell interessierten Team der Chirurgischen Klinik“ als Basis für

¹²³¹ Ebd., S. 53.

¹²³² Krian, Bircks, und Wetzels, (1972), S. 216

¹²³³ Ebd., S. 214.

¹²³⁴ A. Krian et al., „Erfahrungen in der Therapie des akuten Nierenversagens nach kardiovaskulären Operationen," *Thorac cardiovasc Surg* 23, 04 (1975), S. 405

¹²³⁵ Grabensee, Ivens, und Krian, (1990), S. 53-54

¹²³⁶ Krian et al., (1975), S. 406

¹²³⁷ Krian et al., (1976), S. 278

die erfolgreiche Durchführung der postoperativen Dialysetherapie auf der chirurgischen Intensivstation.¹²³⁸ Unter nephrologischer Anleitung wurden von einer chirurgischen Arbeitsgruppe die Indikationsstellung und die praktische Durchführung der Dialyse erlernt. Auf dieser Basis konnte nun auch ab 1979 ein standardisiertes Vorgehen bei kardiochirurgischen Eingriffen für Patienten mit chronischer, terminaler Niereninsuffizienz in Düsseldorf entwickelt werden: Zunächst wurden die Patienten an den zwei vorausgehenden Tagen der Operation dialysiert, sodass beste Operationsbedingungen erreicht wurden.¹²³⁹ Um den postoperativen Verlauf zu erleichtern erfolgten intraoperativ, während der extrakorporalen Phase, weitere Hämodialyse und Hämofiltration. Dazu wurde das Dialysegerät an den venösen Schenkel der Herz-Lungen-Maschine angeschlossen.¹²⁴⁰ Ab dem zweiten postoperativen Tag wurde die Dialysetherapie auf der chirurgischen Intensivstation fortgesetzt, und die Patienten konnten im Regelfall nach 3 Tagen wieder auf die internistische Station zurückverlegt werden.¹²⁴¹ Mit Hilfe dieses Therapieschemas konnte die Düsseldorfer Arbeitsgruppe gute postoperative Ergebnisse in Düsseldorf erzielen. Diese Vorgehensweise verdeutlicht die enge Kooperation von Nephrologen, Herzchirurgen, Kardiotechnikern und Intensivmedizinern: Während die präoperative zweitägige Dialyse, wie gewohnt, durch die Nephrologen erfolgte, ist der Herzchirurg, aber ebenso der Kardiotechniker, insbesondere in die intraoperative Hämofiltration und Hämodialyse integriert. Postoperativ ist die Durchführung der Dialyse Bestandteil der Intensivmedizin, wobei auch die nephrologische, kardiochirurgische und kardiologische Expertise zum postoperativen Behandlungserfolg beitragen. Es wird somit spiegelt das Konzept zur Therapie der perioperativen Nierenfunktionsstörungen das multiprofessionelle, herzmedizinische Netzwerk in Düsseldorf in vielen Facetten wider.

Die Konsequenz der engen fachrichtungsübergreifenden Zusammenarbeit von Chirurgen und Nephrologen mündete letztlich in wechselseitigen Vorteilen und Fortschritt. Die Einführung der Dialysetherapie auf der chirurgischen Intensivstation erforderte zunächst, dass einige Mitarbeiter der chirurgischen Klinik zum Erlernen dieser Tätigkeit für einen gewissen Zeitraum in der nephrologischen Klinik tätig waren. Durch diesen interdisziplinären

¹²³⁸ Ebd., S. 282.

¹²³⁹ Grabensee, Ivens, und Krian, (1990), S. 54

¹²⁴⁰ Ebd., S. 55.

¹²⁴¹ Ebd., S. 56.

A. Krian et al., „Herzchirurgische Eingriffe bei Patienten mit dialysepflichtiger terminaler Niereninsuffizienz - Ausnahmeverfahren oder klinische Routine?," *Intensivmedizin* 22, 5 (1985), S. 5

Austausch wuchs das chirurgische Behandlungsspektrum. Im Rahmen dieser Kooperation wurde aus chirurgischer Sicht die Notwendigkeit und der hohe Stellenwert des geeigneten Gefäßzugangs für die Dialyse deutlich, sowie die damit verbundenen Problematiken. Angeregt von diesen praktischen Erfahrungswerten erfuhr die sog. „Shuntchirurgie“ in Düsseldorf einen „Innovationsschub“ und wurde so zur selbstständigen chirurgischen Expertise.¹²⁴² Somit mündete die internistische und chirurgische Kooperation einerseits in der eigenständigen Durchführung der Dialysetherapie auf chirurgischen Intensivstationen, andererseits führte sie zur Verbesserung und Weiterentwicklung der adäquaten Gefäßzugänge für die Hämodialyse bei chronischer terminaler Niereninsuffizienz. Anhand dieses Beispiels lässt sich daher nicht nur die intensive interdisziplinäre Kooperation erkennen, ebenso werden die sich daraus ergebenden jeweiligen Vorteile und der medizinische Fortschritt deutlich.

So zeigen sich einerseits neue Spezialisierungstendenzen, andererseits wird erkennbar, dass die chirurgische und internistische Kooperation zur Auflösung zuvor bestehender Expertisen führt: Während die Nierenersatztherapie zunächst strikt zum internistischen Aufgabenfeld zählte, führte die zunehmende medizinische Spezialisierung dazu, dass die Dialysetherapie zu Gunsten der Patientenversorgung auch Bestandteil des chirurgischen Behandlungsrepertoire wird. Dieser Entwicklungsprozess erfordert die unumgängliche Kooperation von Internisten und Chirurgen. Daher stellt das Konzept der chirurgischen Therapie von Nierenfunktionsstörungen in Düsseldorf ein herausragendes Beispiel dieser Zusammenarbeit dar.

Weiterhin illustriert das Themengebiet der perioperativen Nierenfunktionsstörungen die Kooperation der bisher erwähnten Kliniken und Fachdisziplinen mit der Kinderklinik der Universität Düsseldorf. Das postoperative Nierenversagen nach Herzoperationen wegen angeborenen Herzerkrankungen erfordert spezifisches therapeutisches Vorgehen. Es mussten sowohl die unterschiedlichen Grunderkrankungen der Kinder, deren Alter, Größe und Gewicht wie auch die postoperative Hämodynamik individuell beachtet werden. Auf Grund der bereits bestehenden engen Zusammenarbeit von Pädiatrie, Kardiochirurgie, Innerer Medizin und Intensivmedizin im Sinne eines herzmedizinischen Netzwerks war es

¹²⁴² Persönliche Mitteilung Prof. Dr. A. Krian vom 14.10.2020

möglich, einen standardisierten Therapieablauf zur Behandlung des akuten Nierenversagens nach Herzoperationen im Kindesalter zu erstellen. So konnte als Indikation für die Dialysebehandlung Oligo-Anurie, Azotämie, Hyperkaliämie und klinisch wirksame Hypervolämie definiert werden.¹²⁴³ Ebenso stellte sich heraus, durch welche Vorgehensweise sich die Dialysetherapie am ehesten als erfolgreich erweist: Neben der frühzeitigen Durchführung der Hämodialyse, kombiniert mit Hämofiltration und einigen anderen Aspekten erscheint insbesondere die spezialisierte intensivmedizinische Betreuung als bedeutsam für die erfolgreiche Therapie des akuten Nierenversagens bei Kindern nach Herzoperationen.¹²⁴⁴

Erneut offenbart sich ein Themengebiet, das einerseits Spezialisierung fordert, andererseits nur mittels interdisziplinärer Kooperation beherrschbar wird. Das multiprofessionelle Netzwerk weitet sich somit aus und integriert die Kinderheilkunde als weitere klinische Disziplin.

Zusätzlich zu den bereits beschriebenen klinischen Fachdisziplinen, die an der Therapie perioperativer Nierenfunktionsstörungen beteiligt sind, ergänzt die Pathologie als medizinthoretische Instanz das multiprofessionelle, herzmedizinische Netzwerk. Unter der Leitung von Hubert Meessen konnten 80 Patienten mit letal verlaufendem perioperativen Nierenversagen obduziert werden.¹²⁴⁵ So war es möglich, die Ursachen dieses Verlaufes zu definieren und Rückschlüsse für klinische Vorgehensweisen zu ziehen. Insgesamt zeigte sich, dass die Todesursache beim untersuchten Patientengut selten die Nierenfunktionsstörung alleine, sondern eher eine Kombination aus ungünstigen Einzelkomponenten war.¹²⁴⁶

Die Zusammenarbeit mit der Pathologie als medizinthoretische Disziplin kennzeichnet die Thematik der Nierenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit Herzoperationen als multiprofessionell.

Dieser multiprofessionelle Charakter bezüglich der Therapie perioperativer Nierenfunktionsstörungen wird durch die Integration Kardiotechnik in den

¹²⁴³ U. Böckmann, A. Krian, und K. Falke, "Hämodialyse bei Kindern nach cardiochirurgischen Eingriffen - Indikation, Monitoring und Komplikationen" (paper presented at the 1. Internationales Steglitzer Symposium Theorie und Praxis der Anästhesiologie und Intensivmedizin, Steglitz Deutschland, 25.10.1985, 1985), S. 31.

¹²⁴⁴ A. Krian, A. Bauer, und K. Falke, „Acute renal failure in children after cardiac surgery: six years experience with hemodialysis and hemofiltration,“ *J Thorac Cardiovasc Surg* 24, 3 (1983), S. 305

¹²⁴⁵ Krian et al., (1975), S. 405

¹²⁴⁶ Ebd.

Behandlungsablauf verstärkt. Wie bereits beschrieben, konnte die Hämofiltration insbesondere bei Patienten mit chronisch terminaler Niereninsuffizienz in das System der Herz-Lungen-Maschine integriert werden, sodass intraoperative, kreislaufschonende Dialyse möglich war.¹²⁴⁷ Der Kardiotechniker war daher aktiv an der Therapie von Nierenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit Herzoperationen beteiligt. Seine Aufgabe bestand zusätzlich in der Reinigung, Vorbereitung und intraoperativen Durchführung der Dialyse.

Somit überschreitet die Thematik der Nierenfunktionsstörungen die Grenzen des ärztlichen Aufgabenbereiches und integriert die Kardiotechnik als medizinischen Assistenzberuf in den aktiven Therapieprozess. Auf Grund dessen kann die Zusammenarbeit nicht lediglich als interdisziplinär, sondern multiprofessionell bezeichnet werden. Die Einbindung der Kardiotechnik in Düsseldorf war eine Novität, die sich im Laufe der Jahre zu einem festen Aufgabenbereich des Berufsbildes dieser Gruppe etablierte. Die Betreuung von Patienten mit Nierenfunktionsstörungen in Verbindung mit herzchirurgischen Eingriffen ist somit nicht nur ein besonderer Bestandteil des multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf. Darüber hinaus war die Düsseldorfer Gruppe Vorbild und federführend bezüglich dieser Thematik.¹²⁴⁸

Fazit

Zusammenfassend betrachtet verdeutlicht die Therapie der perioperativen Nierenfunktionsstörungen an der Universität Düsseldorf somit Interdisziplinarität und Multiprofessionalität im Rahmen des herzmedizinischen Netzwerks. Neben der Kooperation von Internisten, Chirurgen Intensivmedizinern und Pädiatern integriert die Behandlung dieses Krankheitsbildes auch das Institut für Pathologie und die Kardiotechnik. Die Zusammenarbeit dieser Fachrichtungen stellt die Basis des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf dar.

Weiterhin verdeutlicht die Thematik der perioperativen Nierenfunktionsstörungen die Position der Düsseldorfer Klinik im nationalen und internationalen Vergleich, da gute Therapieergebnisse mit Hilfe der oben beschriebenen Handlungsplänen erreicht werden konnten.¹²⁴⁹

¹²⁴⁷ Grabensee, Ivens, und Krian, (1990), S. 55

¹²⁴⁸ Krian et al., (1975), S. 403-407

Krian et al., (1985), S. 397

¹²⁴⁹ Grabensee, Ivens, und Krian, (1990), S. 54-56

3.5.5 Die Therapie der Transposition der großen Arterien (TGA)

Zur Illustration der Interdisziplinarität und Multiprofessionalität der Herzmedizin in Düsseldorf kann neben bereits analysierten Aspekten die, zuvor schon mehrfach erwähnte, Therapie der Transposition der großen Arterien (TGA) als beispielhaft hinzugefügt werden. Zusätzlich veranschaulicht dieses Themengebiet die Stellung der herzchirurgischen Klinik Düsseldorf im nationalen und internationalen Kontext.

Zunächst soll in Ergänzung der oben schon angeführten übergeordneten Beschreibung eine Darstellung der entscheidenden internationalen historischen Meilensteine der Therapie der TGA erfolgen (s. S. 79ff). Beginnend mit der Blalock-Hanlon-Operation als erste Möglichkeit der palliativen Behandlung des Krankheitsbildes folgten einerseits eine Vielzahl an Innovationen, andererseits Weiterentwicklungen bereits vorhandener Techniken.¹²⁵⁰ Als Beispiel für einen besonderen Fortschritt gilt das Rashkind-Manöver. Der Kinderkardiologe William Rashkind konnte im Jahr 1966 die von Blalock und Hanlon eingeführte Septostomie erstmals kathetergestützt, interventionell, als sog. Ballon-Atrio-Septostomie durchführen.¹²⁵¹ Die Bedeutung der interdisziplinären Kooperation wird daher bereits zu Anfang der Thematik deutlich: Die Etablierung des oben beschriebenen Rashkind-Manövers basiert entscheidend auf der Zusammenarbeit von Radiologie, Pädiatrie und Kardiologie. Da die Anastomosierung der Koronararterien vorerst nicht möglich war, sodass eine anatomische Korrektur des Krankheitsbildes ausschied, wie auch Aberdeen erwähnt, folgten zunächst unterschiedliche Ansätze der operativen Therapie der TGA.¹²⁵² Zu den entscheidenden Innovationen zählt u.a. Thomas G. Baffes Vorgehen aus dem Jahr 1956. Über einen Conduit konnte er die Vena cava inferior mit dem linken Vorhof und die rechte Pulmonalarterie mit dem rechten Vorhof verbinden.¹²⁵³ Diese Methode zeigte gute postoperative Erfolge.¹²⁵⁴ Schließlich zeichneten sich Ake Sennings und William Thornton Mustards Methoden der Vorhofumkehr als erste standardisierbare Operationsmöglichkeit ab. Senning konnte im Jahr

¹²⁵⁰ Konstantinov et al., (2004), S. 2250

¹²⁵¹ Rashkind und Miller, (1966), S. 991

¹²⁵² E. Aberdeen et al., „Successful „Correction“ of transposed great arteries by Mustard’s Operation " *Lancet* 1, 7398 (1965), S. 1233

D. Regensburger, "Korrektur der Transposition der großen Arterien - Wandel oder Renaissance," in *Herzchirurgie*, Hrsg. E. R. de Vivie, K. Hellberg, und W. Ruschewski (1982), S. 141

¹²⁵³ Baffes, (1956), S. 227-233

¹²⁵⁴ Konstantinov et al., (2004), S. 2251-2252

1959 erstmals eine Vorhofumkehr erfolgreich durchführen, Mustard im Jahr 1963.¹²⁵⁵ Ihre Vorgehensweisen unterschieden sich darin, dass Mustard zur Erstellung der Vorhöfe autologes Perikard verwendete, während Senning ausschließlich Vorhofgewebe nutzte.¹²⁵⁶ Im weiteren Verlauf der Geschichte der Kardiochirurgie wurde zunächst Mustards weniger komplexes Vorgehen favorisiert.¹²⁵⁷ Im Langzeitverlauf stellte sich Mitte der 70er Jahre jedoch heraus, dass Sennings Vorgehensweise mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für die Entstehung von Herzrhythmusstörungen behaftet ist.¹²⁵⁸

Im Hinblick auf ein internationales Netzwerk der frühen kardiochirurgischen Pioniere ist es wichtig, zu erwähnen, dass Mustard für einen Monat zur Intensivierung seiner kardiochirurgischen Kenntnisse Blalocks Arbeiten an der John-Hopkins-Universität begleitet hat.¹²⁵⁹

Letztlich löste die anatomische Korrektur der TGA, eingeführt zunächst durch Jatene, anschließend durch Yacoub im Jahr 1975, die Vorhofumkehr als neuen Goldstandard der Therapie ab.¹²⁶⁰

Insgesamt zeigt sich, dass die Therapie der TGA auf internationaler Ebene entscheidend von interdisziplinärer Kooperation geprägt ist. Zusätzlich zum klinischen Fortschrittsprozess entwickelt sich die Thematik durch entscheidende pharmakologische Fortschritte zunehmend multiprofessionell. Dazu gehören die Isolierung von Prostaglandin E durch Bergström, sowie die Herausarbeitung des klinischen Nutzens zur Aufrechterhaltung des offenen Ductus arteriosus durch Coceani.¹²⁶¹

Dieser kurze Überblick über die wichtigsten historischen, internationalen Meilensteine der Therapie der TGA erlaubt die anschließende Schilderung analoger Entwicklungsprozesse in

¹²⁵⁵ Mustard et al., (1954), S. 39-51

Mustard, (1964), S. 469-472

Senning, „Surgical correction of transposition of the great vessels“, (1959), S. 966-980

¹²⁵⁶ Mustard et al., (1954), S. 39-51

Mustard, (1964), S. 469-472

Senning, „Surgical correction of transposition of the great vessels“, (1959), S. 966-980

¹²⁵⁷ Aberdeen et al., (1965), S. 1233-1235

Konstantinov et al., (2004), S. 2256

¹²⁵⁸ Konstantinov et al., (2004), S. 2256

¹²⁵⁹ Ebd., S. 2255.

¹²⁶⁰ A. D. Jatene et al., „Anatomic correction of transposition of the great vessels,“ *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 72, 3 (1976), S. 366

Yacoub, Radley-Smith, und Hilton, (1976), S. 1112-1114

¹²⁶¹ Olley, F., und Bodach, (1976), S. 728-731

S. Bergström und J. Sjövall, „The isolation of prostaglandin E from sheep prostate glands,“ *Acta Chemica Scandinavica* 14 (1960), S. 1701-1705

Düsseldorf. Diese illustrieren im Besonderen die erfolgreiche interdisziplinäre und multiprofessionelle Zusammenarbeit in Form eines herzmedizinischen Netzwerks.

Bereits im Jahr 1967 wurde erstmals eine Mustard-Operation in Düsseldorf durchgeführt.¹²⁶² Ihre erfolgreiche Anwendung basiert auf interdisziplinärer Zusammenarbeit. Zur Verdeutlichung dieser These kann eine Arbeit aus dem Jahr 1975 angebracht werden, die sich mit der Wirksamkeit und den Folgen der Operationsmethode befasst.¹²⁶³ Sie konnte zeigen, dass die Mustard-Operation nicht vor dem zweiten Lebensjahr durchgeführt werden sollte.¹²⁶⁴ Weiterhin demonstriert sie die Kooperation der klinischen Fachdisziplinen, die im Wesentlichen an der Therapie der TGA beteiligt sind: die kardiochirurgische Klinik, die kardiologische Klinik und die Kinderklinik.

Während die präoperative Diagnosestellung häufig in den Aufgabenbereich der Kinderklinik und der kardiologischen Klinik fällt, erfolgt die sich anschließende Stellung der Operationsindikation in Zusammenarbeit aller drei Kliniken. Die Durchführung der Operation zählt unausweichlich zum chirurgischen Aufgabenbereich, die folgende postoperative Überwachung hingegen übernimmt die pädiatrische Klinik, die jedoch durch kardiologische und kardiochirurgische Expertise unterstützt wird.

Die herzmedizinische, interdisziplinäre Zusammenarbeit im Hinblick auf die TGA betrifft somit unterschiedliche Ebenen des Behandlungsprozess: Sowohl präoperativ, intraoperativ, als auch postoperativ erfolgt Kooperation. Daher ist die Bezeichnung dieser Konstellation als Netzwerks begründet.

In ähnlicher Weise wird dieser Entwicklungsprozess anhand der frühzeitigen Einführung der anatomischen Korrektur der TGA in Düsseldorf im Jahr 1985 deutlich, lediglich zehn Jahre nach der weltweit ersten arteriellen *Switch*-Operation von Jatene 1975.¹²⁶⁵ Es war einer der ersten erfolgreich durchgeführten Eingriffe dieser Art in Deutschland.¹²⁶⁶ Eine Besonderheit war dadurch gegeben, dass die ersten arteriellen *Switch*-Operationen in Düsseldorf von einem der Pioniere diese Verfahrens, Jan Quaegebeur aus Leiden unter Assistenz von Krian

¹²⁶² Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

¹²⁶³ Bircks et al., (1975), S. 452-455

¹²⁶⁴ Ebd., S. 455.

¹²⁶⁵ A. Krian et al., „The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems," *Thorac cardiovasc Surg* 39, 2 (1991), S. 160
Jatene et al., S. 366-367

¹²⁶⁶ S. Dittrich und H. H. Kramer, „VIII Wissenschaft und Grundlagenforschung Science and Basic Research," *Kinderkardiologie in Deutschland* (S. 321

vorgenommen wurden; anschließend assistierte Quaegebeur Krian mehrere dieser Eingriffe, bis diese dann im weiteren Verlauf in eigener Düsseldorfer Verantwortung und standardisiert erfolgen konnten. Damit waren die Erfahrungen Quaegebeurs nach Düsseldorf vermittelt worden und es konnten die vormaligen negativen Aspekte einer „*Learning curve*“ bei neuen Verfahren vermieden werden.¹²⁶⁷

Zusätzlich zur Illustration der Interdisziplinarität erlaubt die Thematik der TGA die Darstellung der beachtenswerten Position der Düsseldorfer Klinik im nationalen und internationalen Vergleich.

Die Basis dieses medizinischen Fortschritts bildet die oben charakterisierte Kooperation einer Vielzahl an medizinischen Fachdisziplinen. Die Ausbildung eines herzmedizinischen Netzwerks ist jedoch nicht lediglich durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit gegeben, vielmehr ist die erfolgreich durchgeführte, zielgerichtete Kommunikation der unterschiedlichen Partizipanten ausschlaggebend für die Entstehung eines Netzwerks. Burghofer und Lackner stellen diese Thematik treffend dar: im Rahmen der interdisziplinären Zusammenarbeit als „Team“, bezogen auf das interdisziplinäre Herzzentrum in Düsseldorf, potenziert sich das Wissen jedes Einzelnen.¹²⁶⁸ Diese Informationen und Ideen können jedoch nur mittels suffizienter Kommunikation genutzt werden, Medizin sei „ohne Kommunikation nicht möglich“. ¹²⁶⁹ Im Umkehrschluss ist die Basis der erfolgreichen Therapie der TGA die erfolgreich durchgeführte Kommunikation der beteiligten medizinischen Disziplinen, die letztlich den Entwicklungsprozess eines herzmedizinischen Netzwerks begünstigte.

Dieses Netzwerk gestaltet sich nicht lediglich interdisziplinär auf Düsseldorf begrenzt, sondern wird hinsichtlich der Therapie der TGA international wirksam: Es entstand eine enge Kooperation mit der kardiochirurgischen und pathologischen Klinik in Leiden, auf deren Grundlage entscheidende Erkenntnisse bezüglich der Thematik gewonnen werden konnten. Beispielhaft kann eine Arbeit zu den Ergebnissen sechs Jahre nach Einführung der arteriellen *Switch*-Operation in Zusammenarbeit mit Jan Quaegebeur angebracht werden.¹²⁷⁰ Sie kann

¹²⁶⁷ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

¹²⁶⁸ K. Burghofer und C. K. Lackner, „Kommunikation,“ *Notfall + Rettungsmedizin* 13, 5 (2010), S. 367

¹²⁶⁹ Ebd., S. 363.

¹²⁷⁰ Krian et al., „The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems“, (1991), S. 160-165

nachweisen, dass die anatomische Korrektur der TGA bezogen auf die postoperativen Ergebnisse der Vorhofumkehr überlegen ist.¹²⁷¹

Weiterhin erfolgte eine Kooperation mit dem Institut für Pathologie in Leiden, insbesondere mit Adriana Gittenberger de Groot. Sie setzte sich intensiv mit morphologischen Fragestellungen auseinander, wie z.B. der Morphologie von VSD bei Patienten mit TGA.¹²⁷² Die kardiochirurgische Klinik in Düsseldorf konnte hinsichtlich der Operationsplanung komplizierter, angeborener Herzerkrankungen von dieser Kooperation profitieren. Somit weitet sich die Düsseldorfer Interdisziplinarität hinsichtlich des Therapieprozesses der TGA international aus.

Das auf diese Weise generierte Wissen ermöglichte die Analyse von Langzeitergebnissen der unterschiedlichen Therapieoptionen der TGA. Beispielhaft wird eine Arbeit zitiert, die in Kooperation der Kliniken für Kinderkardiologie und für Kardiochirurgie in Düsseldorf entstanden ist. Sie vergleicht das postoperative Auftreten von Herzrhythmusstörungen nach Mustard-Operation und nach anatomischer Korrektur der TGA.¹²⁷³ Es zeigte sich, dass nach arterieller *Switch*-Operation im Hinblick auf die mittelfristigen postoperativen Ergebnisse signifikant weniger Herzrhythmusstörungen entstehen.¹²⁷⁴ Somit stellt sich die im Jahr 1985 in Düsseldorf eingeführte anatomische Korrektur der TGA insgesamt als erfolgreiche Behandlungsstrategie heraus.

Fazit

Zusammengefasst zählt die Thematik der Therapie der TGA bereits seit ihrer Einführung in Düsseldorf zu den herausragenden Beispielen, die das multiprofessionelle, herzmedizinische Netzwerk illustrieren können, das mit dem Ziel der Behandlungsoptimierung nationale Grenzen überschreitet. Insgesamt ist die Weiterentwicklung der Behandlungsstrategien der TGA innerhalb des Netzwerks von Identifikation möglicher Risiken, postoperativer Komplikationen, aber auch bedeutender Erfolge, somit von wissenschaftlicher Vorgehensweise, geprägt. Sie kann daher als zentraler Aspekt des herzmedizinischen Lernprozesses beurteilt werden. Die Bedeutung der Kooperationen im Hinblick auf die

¹²⁷¹ Ebd., S. 162-164.

¹²⁷² R. J. Moene et al., „Morphology of ventricular septal defect in complete transposition of the great arteries," *Am J Cardiol* 55, 13 Pt 1 (1985)

¹²⁷³ H. H. Kramer et al., „Cardiac rhythm after Mustard repair and after arterial switch operation for complete transposition," *International Journal of Cardiology* 32, 1 (1991), S. 5

¹²⁷⁴ Ebd., S. 8-11.

Geschichte dieses Behandlungsprozesses fasst Krian so zusammen: Er erwähnt, dass „Fortschritte nie allein durch brillante Ideen zu realisieren waren, sondern nachhaltig nur im Kontext von Arbeitsgruppen erzielt werden konnten“.¹²⁷⁵

¹²⁷⁵ A. Krian, „Chirurgie der TGA – Geschichte einer erfolgreichen multidisziplinären Zusammenarbeit“ 46. *Jahrestagung DGTHG – 49. Jahrestagung DGPK, Leipzig, siehe Archiv der DGTHG* (14.02.2017)

3.6 Wissenserwerb in der Chirurgie als *Tacit Knowledge* – Lernprozess der frühen internationalen und Düsseldorfer Herzchirurgen

Polanyis Theorie zum impliziten Wissenserwerb lässt sich sowohl auf entscheidende Entwicklungen der internationalen Herzchirurgie, als auch der chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf, sowie die Entstehung eines multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks anwenden. Einige herausragende Beispiele sollen im Folgenden analysiert werden.

Die Professionalisierung der Fachrichtung Herzchirurgie basiert, wie bereits erwähnt, auf der Spezialisierung der allgemeinen Chirurgie zur eigenständigen kardiochirurgischen Disziplin. Dieser Spezialisierungsprozess zeigt sich ebenfalls in Polanyis Ausführungen, bezogen auf die Biologie. Er schreibt, dass „jeder neuentwickelte Zweig der Biologie“ sich „mit immer komplexeren Funktionen der höheren Tiere“ beschäftige.¹²⁷⁶ Der Wunsch nach Spezialisierung erscheint daher als Basis für den Wissenserwerb.

Die Herausbildung dieser neuen medizinischen Disziplin musste verständlicherweise einige Hürden überwinden. Hier kann Billroths Zitat angebracht werden: „Der Chirurg, der jemals versuchen würde, eine Wunde des Herzens zu nähen, kann sicher sein, daß er die Achtung seiner Kollegen für immer verlöre.“¹²⁷⁷ Auf Grund der Aussage dieser bedeutsamen Persönlichkeit liegt die Vermutung nahe, dass viele Chirurgen Herzoperationen zunächst für unmöglich hielten.

Polanyi verdeutlicht dieses Phänomen anhand eines Beispiels: Ein Physiker erwähnt ein Experiment, deren Durchführung und Erfolg unglaublich erscheinen. Daher lehnt die Mehrheit der Physiker das Experiment ab, jedoch ohne, dass sie es konkret widerlegen können.¹²⁷⁸ Die Ergebnisse des Experiments erscheinen absurd auf Grund des vorher erworbenen impliziten Wissens.

Diese Vorgehensweise kann auch auf die anfängliche Zurückhaltung bezüglich Herzoperationen übertragen werden. Polanyi schreibt weiterhin: „Die Ablehnung vermeintlicher Erkenntnisse wegen ihrer Unglaublichkeit hat sich oftmals als Irrtum erwiesen.“¹²⁷⁹ So stellte sich auch Billroths Einschätzung als irrtümlich heraus.

¹²⁷⁶ Polanyi, (1985), S. 51

¹²⁷⁷ Bauer, *Aphorismen und Zitate für Chirurgen*, (2013), S. 17

¹²⁷⁸ Polanyi, (1985), S. 61

¹²⁷⁹ Ebd., S. 62.

Dieses Beispiel lässt sich ebenso auf Sauerbruchs Ansichten zur peroralen Intubation beziehen. Er vertrat die Meinung, dass dieses Verfahren einer Anwendung der Unterdruckkammer unterlegen sei, sodass erst nach einiger Verzögerung die Intubation Goldstandard der Beatmung wurde.¹²⁸⁰ Die Autorität Sauerbruchs und Billroths in Verbindung mit zuvor erworbenem implizitem Wissen kann somit die Zurückhaltung hinsichtlich bedeutsamer Innovationen begründen.

Ludwig Rehns erste Herznaht begründete schließlich als Pioniertat den Beginn des kardiochirurgischen Entwicklungsprozesses. Im Rahmen dieses historischen Ablaufs zeigt sich, dass überdurchschnittlich häufig bedeutende Innovationen zur ungefähr selben Zeit an unterschiedlichen Orten auftraten. Dieses Phänomen lässt sich insbesondere bezüglich der Optimierung von Herzklappenoperationen erkennen. Zum einen liegen zwischen Sellors und Brocks ersten erfolgreichen Pulmonalklappenvalvulotomien lediglich zwei Monate.¹²⁸¹ Zum anderen konnten Bailey und Harken in einem Abstand von sechs Tagen jeweils eine neue Operationsmethode zur Therapie der Mitralklappenstenose einführen.¹²⁸²

Ebenso haben Gross und Frey zum ungefähr gleichen Zeitpunkt an unterschiedlichen Orten erstmals einen Ductus arteriosus peristens ligiert, wobei, wie bereits ausführlich erläutert, die genaue zeitliche Abfolge uneindeutig bleibt.¹²⁸³

Polanyi greift diese häufig in der Wissenschaft beobachtete Situation auf: Fortschritt sei durch das Weiterführen „von Gedanken auf einer vorgezeichneten Bahn der Wissenschaft“ gekennzeichnet.¹²⁸⁴ Das bedeutet, dass ein Teil der wissenschaftlichen Errungenschaften auf der Basis vorausgehender Leistungen auf diesem Themengebiet vorherbestimmt sind. Somit sei es offenbar nur eine Frage der Zeit, bis „der Geist jener Entdecker“ diese Vorleistung nutzen könne und sich neue Erkenntnisse etablieren können.¹²⁸⁵ Diese Annahme der Vorbestimmung kann somit das Phänomen einer gleichzeitigen, aber unterschiedlich

¹²⁸⁰ Sauerbruch, „Über die Ausschaltung der schädlichen Wirkung des Pneumothorax bei intrathorakalen Operationen“, (1904), S. 146-149

¹²⁸¹ Brock, „Pulmonary Valvulotomy for Congenital Pulmonary Stenosis“, (1948), S. 1121-1126
Holmes Sellors, (1948), S. 988-989

¹²⁸² Khan, (1996), S. 258-266

Davila, (1998), S. 1809-1820

¹²⁸³ Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 40

Gross, „Surgical Management of the patent Ductus Arteriosus: With Summary of four Surgically treated Cases“, (1939), S. 321-356

¹²⁸⁴ Polanyi, (1985), S. 69

¹²⁸⁵ Ebd., S. 70.

lokalisierten wissenschaftlichen Errungenschaft erklären, die auch den Entstehungsprozess der Herzchirurgie prägt.

Im Rahmen dieses Entstehungsprozesses mussten sich die angehenden Herzchirurgen einem fortwährenden Lernprozess unterziehen. Ihre Lerninhalte waren nicht nur neu, auch gab es zu Beginn nur wenige Chirurgen, die diese spezifische Disziplin ausführten und somit nur wenige Lehrer. Diese Tatsachen definieren den Lernprozess als kompliziert, aber auch als interessant.

Polanyis Theorie kann eine Vielzahl der Facetten des kardiochirurgischen Wissenserwerb erläutern.

Zunächst führt er den Begriff der „deiktischen Definition“ ein, der beschreibt, dass Lernen auf Demonstration beruht.¹²⁸⁶ Allerdings müsse der Schüler zum tatsächlichen Lernprozess eine eigenständige Intelligenzleistung beitragen.¹²⁸⁷ Somit scheint die Demonstration in Kombination mit Erkennen und Verstehen des Schülers die Grundlage des Lernens zu sein, ebenfalls des chirurgischen Lernens: durch mehrmalige Demonstration eines Operationsverfahrens mit anschließend intensiver thematischer Auseinandersetzung seitens des Schülers ist das Erlernen chirurgischer Tätigkeiten möglich.

Um jedoch eine komplexe Handlung, wie z.B. eine Operation, auszuführen, ist eine sog. „Verinnerlichung“ notwendig. Verinnerlichung beschreibt die Identifikation mit dem Lerninhalt, sodass er in absehbarer Zeit zum proximalen Term des Wissens werden kann.¹²⁸⁸ Allerdings zeichne sich das wirkliche Verständnis erst durch eine funktionierende Anwendung des Gelernten aus.¹²⁸⁹ Polanyi charakterisiert somit implizites Wissen als Kombination aus theoretischen und praktischen Kenntnissen.

Diese Verbindung aus Theorie und Praxis spiegelt den chirurgischen Lernprozess wider: Zunächst ist theoretisches Wissen zu einer bestimmten Pathologie die Grundlage für die Entwicklung und das Erlernen neuer Operationsmethoden. Schließlich folgt unter Einsatz von Empathie die Verinnerlichung des Themas, bis der Chirurg letztendlich eine neue Herangehensweise zur Behandlung der Erkrankung vollständig erlernt hat.

¹²⁸⁶ Ebd., S. 15.

¹²⁸⁷ Ebd.

¹²⁸⁸ Ebd., S. 24.

¹²⁸⁹ Ebd., S. 25.

Weiterhin ist die Beziehung zwischen Lehrer und Schüler ein bedeutender Faktor beim Prozess der Verinnerlichung, dem sog. „*indwelling*“. Vorausgesetzt wird, dass der Schüler den Lerninhalt als sinnvoll und wertvoll erachtet.¹²⁹⁰ Das impliziert wiederum, dass er den Lehrer als Autorität anerkennt und den bereits erfolgten Verinnerlichungsprozess des Lehrers nachvollziehen möchte. Bezogen auf den kardiochirurgischen Lernprozess verdeutlicht dieser Aspekt, dass neben fachlicher Kenntnis vor allem eine gute Beziehung zwischen Herzchirurg und lernendem Chirurg die Voraussetzung zum Wissenserwerb darstellt.

Ebenso kann dieser Sachverhalt auf die multiprofessionelle Zusammenarbeit innerhalb des herzmedizinischen Netzwerks angewendet werden. Eine gute Beziehung zwischen Arzt und Pflegepersonal ist z.B. essentiell für die erfolgreiche Behandlung von schwer kranken Patienten auf Intensivstationen, sodass die hierarchischen Strukturen aufweichen.

Sind nun die wesentlichen Bedingungen, wie die Beziehung zwischen Schüler und Lehrer und das Verständnis des Verinnerlichungsprozesses gegeben, steht nun der konkrete implizite Wissenserwerb im Vordergrund. Polanyi vertritt die Einstellung, dass der Schüler während der Beobachtung der zu lernenden Fertigkeit sein Augenmerk auf entscheidende Merkmale und Anhaltspunkte legt, ohne jede Einzelheit durchdringen zu müssen. Denn auch der Lehrer kann viele seiner Handlungen nicht verbalisieren.¹²⁹¹ Es handelt sich somit um die Weitergabe des impliziten Wissens.

Dieser entscheidende Faktor zeigt sich insbesondere in der Entstehung einer herzchirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf. Wie bereits erwähnt, basiert dieser Entwicklungsprozess zum einen auf einer traditionell kardiologisch geprägten Klinik für Innere Medizin, sowie Freys thoraxchirurgischen Kenntnissen. Zunächst wurde dieses bereits vorhandene Wissen in Form eines impliziten Lernprozesses an ärztliches und pflegerisches Personal weitergegeben. Als sog. Lehrer können in diesem Fall zum einen Frey, zum anderen die frühen Direktoren der Klinik für Innere Medizin, wie August Hoffmann, angenommen werden. Im Rahmen dieser impliziten Wissensweitergabe entstand daher die Basis einer eigenständigen kardiochirurgischen Klinik.

¹²⁹⁰ Ebd., S. 58.

¹²⁹¹ Ebd., S. 34.

Auch im weiteren historischen Verlauf der chirurgischen Klinik zeigt sich gehäuft impliziter Wissenserwerb. Beispielhaft kann Berthold Löhrs Reise in die USA erwähnt werden, um dort den Umgang mit der ersten Mayo-Gibbon-Herzlungenmaschine in Düsseldorf zu erlernen.¹²⁹² Es zeigt sich ein deutliches Lehrer-Schüler Verhältnis, bei dem Löhr zum einen die Autorität der Lehrer in den USA anerkennen musste und zum anderen durch Konzentration auf die bedeutendsten Aspekte den Umgang mit der Herz-Lungen-Maschine erlernen konnte. Er eignete sich somit eigenes implizites Wissen an, das er in Düsseldorf weitergeben sollte. Er übernimmt daher im Anschluss selbst die Rolle des Lehrers. Beachtenswert erscheint Löhrs Aussage, dass ein „harmonisches Zusammenspiel eines aufeinander abgestimmten Teams“ ebenso entscheidend für den operativen Erfolg sei, wie die technischen Apparaturen.¹²⁹³ Hier spiegeln sich zentrale Aspekte Polanyis Theorie konkret wider: zur Grundlage einer harmonischen Zusammenarbeit gehört die Anerkennung von Autoritäten, die eine Grundvoraussetzung für den Wissenserwerb darstellt.

Insbesondere Polanyis Annahme, dass der distale Term im Fokus der Betrachtung stehe und die Einzelheiten der zu erlernenden Thematik, die proximalen Terme, unbewusst bleiben, imponiert zunächst als mögliche Schwachstelle der Theorie. Sie könnte zur Vermutung verleiten, dass Polanyi eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Details eines zu erlernenden Themas ablehnt.

Diese Vorgehensweise erachtet er tatsächlich als riskant, da die zentrale Bedeutung der Thematik, der distale Term, gefährdet ist, aus dem Blickfeld zu verschwinden.¹²⁹⁴ Dennoch fördere die sog. „Zergliederung“ der Thematik, die differenzierte Analyse der Teilaspekte als proximale Terme, ein tiefgreifendes Verständnis, wobei der vorübergehende Verlust des distalen Terms akzeptiert wird.¹²⁹⁵ Folgt jedoch anschließend die erneute Konzentration auf den distalen Term, auf die Bedeutung der zu erlernenden Tätigkeit, bewirkt diese differenzierte Auseinandersetzung eine Intensivierung des „*Indwellings*“, des Verinnerlichungsprozesses.

¹²⁹² Bircks, Interview

¹²⁹³ B. Löhr, „Über die Arbeitsweise des Mayo-Gibbon-Pumpoxygenerators,“ *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 292, 1 (1959), S. 701

¹²⁹⁴ Polanyi, (1985), S. 25

¹²⁹⁵ Ebd., S. 26.

Dieser Aspekt der Zergliederung findet sich im multiprofessionellen Herzzentrum der Universität Düsseldorf wider, das Spezialisierung und disziplinübergreifende Kooperation vereint. Als distaler Term kann in diesem Zusammenhang „Behandlung von Herzerkrankungen“ angenommen werden, der durch die Beteiligung einer Vielzahl an Disziplinen einen Prozess der Zergliederung erfährt.

Beispielsweise die integrierten theoretischen Institute, wie die Physiologie, Pharmakologie, Pathologie oder Mikrobiologie und Virologie setzen sich detailliert mit spezifischen herzmedizinischen Fragestellungen auseinander, die zunächst keinen direkten Bezug zur Patientenversorgung zu haben scheinen. Der distale Term gerät aus dem Blickfeld. Durch die Integration dieses spezifischen Grundlagenwissens in das multiprofessionelle Netzwerk ergeben sich zum einen durch Kooperation mit anderen Fachrichtungen neue Erkenntnisse und therapeutische Möglichkeiten. Zum anderen erfolgt die erneute Konzentration auf den distalen Term, sodass sich analog zu Polanyis Theorie der Wissenserwerb, das *Indwelling*, potenziert.

Weiterhin zeichnet sich das multiprofessionelle Netzwerk und die Spezialisierung hin zu einer eigenständigen kardiochirurgischen Klinik durch Polanyis „Prinzip der marginalen Kontrolle“ aus. Dieses stellt, wie oben beschrieben, eine hierarchische Organisation dar, in der die niedriggelegenen Kategorien den nächst höhergelegenen Ebenen Vorgaben machen, die unbedingt einzuhalten sind.¹²⁹⁶ Im Rahmen dessen kann jedoch die nächst höhere Kategorie die Randbedingungen der niedrigeren kontrollieren und definieren.

Die Herzchirurgie nimmt als Spezialisierung eine höher gelegene Funktion im Vergleich zur Allgemeinchirurgie ein. Daher muss sie alle Gesetze, die in der Chirurgie gelten, ebenfalls befolgen. Als Beispiel hierfür kann die korrekte Wundversorgung angebracht werden. Jedoch kann die Herzchirurgie die sog. „Randbedingungen“ der allgemeinen Chirurgie prägen. Hierunter fällt die Erweiterung des operativen Spektrums durch Herzoperationen.

Diese hierarchischen Kategorien können auf weitere Disziplinen angewendet werden, sodass ein multiprofessionelles Netzwerk entsteht.

So setzt eine erfolgreich durchgeführte Operation zunächst die korrekte medizintechnische Ausstattung und geschultes Assistenzpersonal, wie Operationspflege oder Kardiotechniker

¹²⁹⁶ Ebd., S. 42.43.

voraus, sodass die Grenzen der medizinischen und ärztlichen Kooperation überschritten und multiprofessionell werden.

Es folgt nun die genaue Diagnostik einer Pathologie als weitere Basis für chirurgische Eingriffe. Daher können die Innere Medizin und die Pathologie als niedriger liegende hierarchische Ebenen bezeichnet werden, die wiederum auf den Grundlagen der Physiologie basieren.

Polanyis Theorie ermöglicht somit einen konkreten Erklärungsansatz zur Entstehung eines multiprofessionellen Herzzentrums in Düsseldorf, da die beteiligten Disziplinen durch das Prinzip der marginalen Kontrolle unweigerlich miteinander verbunden sind. Sie zeigt, dass Spezialisierung auf multiprofessioneller Zusammenarbeit basiert und multiprofessionelle Zusammenarbeit Spezialisierung begünstigt.

Insbesondere die Klinik für Innere Medizin kann zum einen als Basis des kardiochirurgischen Fortschritts angesehen werden. Zum anderen förderte sie durch verbesserte Diagnostik den herzchirurgischen Fortschritt. Das diagnostische Vorgehen der Internisten demonstriert laut Polanyi den Umfang des impliziten Wissens. Er spricht von der „Kunst des erfahrenen Diagnostikers“, die praktische Fertigkeiten und theoretisches Hintergrundwissen vereint.¹²⁹⁷ Diese Verbindung aus „Wissen“ und „Können“ zeichne das implizite Wissen aus. Die Innere Medizin wird somit zum Sinnbild des angewendeten impliziten Wissenserwerbs. Diese Analyse unterstützt die Hypothese, dass die Klinik für Innere Medizin durch ihre kardiologische Prägung und Diagnostik als ausschlaggebend für die Etablierung einer großen kardiochirurgischen Klinik in Düsseldorf angenommen werden kann.

Die Einbettung der kardiochirurgischen Klinik in das multiprofessionelle Netzwerk in Düsseldorf basiert auf erfolgreicher Zusammenarbeit, die wiederum gegenseitige Anerkennung, sowie gegenseitiges Vertrauen voraussetzt.¹²⁹⁸ Dieser Vorgang setzt die Würdigung der Autorität anderer Spezialisten voraus.

In Düsseldorf zeigt sich diese Kooperation beispielhaft anhand der fachrichtungsübergreifenden herzmedizinischen Veröffentlichungen. So kann die

¹²⁹⁷ Ebd., S. 16.

¹²⁹⁸ Ebd., S. 60.

wissenschaftliche Zusammenarbeit von Derra und Grosse-Brockhoff oder Löhr und Meessen diesen Aspekt illustrieren.¹²⁹⁹

Fazit

Zusammenfassend betrachtet bildet sich in Düsseldorf eine multiprofessionelle „Obsession“ mit dem Thema „Behandlung von Herzerkrankungen“ heraus, das multiprofessionelle Netzwerk. Laut Polanyi ist dies die Grundlage für erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit, da ein Problem, was den Wissenschaftler nicht in Ruhe lasse, kein Problem sei.¹³⁰⁰

Somit kann abschließend festgehalten werden, dass Polanyis Ausführungen zum impliziten Wissen nicht nur wesentliche Aspekte des Spezialisierungsvorganges von der Allgemein Chirurgie zur Herzchirurgie illustrieren können. Ebenfalls ermöglicht die Analyse dieser Wissenschaftstheorie einen Erklärungsansatz, welche Aspekte die Entstehung einer großen kardiochirurgischen Klinik in Düsseldorf, eingebettet in ein multiprofessionelles herzmedizinisches Netzwerk, verursacht haben.

¹²⁹⁹ Derra, Grosse-Brockhoff, und Loogen, (1958), S. 104-116
Löhr, Meessen, und Poche, (1960), S. 108-137

¹³⁰⁰ Polanyi, (1985), S. 70

4 Diskussion

4.1 Vergleich der internationalen Geschichte Herzchirurgie mit den Entwicklungen der Herzchirurgie in Düsseldorf

Im Anschluss an die detaillierte Darstellung der Geschichte der Herzchirurgie auf internationaler Ebene und in Düsseldorf soll nun der zeitliche und qualitative Vergleich beider historischer Entwicklungen erfolgen. Dieses Vorgehen ermöglicht, die Herzchirurgie in Düsseldorf international zu positionieren und Analogien herzustellen.

Hierbei ergeben sich verschiedene Vorgehensweisen. Zum einen ist es möglich, die zeitliche Abfolge neuer Errungenschaften als Maßstab für die Bedeutsamkeit der Herzchirurgie in Düsseldorf anzunehmen. Zum anderen können die Entwicklungen auf qualitativer Ebene themenspezifisch betrachtet, verglichen und gewertet werden. Während dieses analytischen Vorgehens zeichnet sich wiederholt die Spezialisierung als zentrales Leitmotiv dieses Entwicklungsprozesses ab.

Zunächst soll die chronologische Abfolge herausragender Beispiele der herzchirurgischen Entwicklungen verglichen werden. Ludwig Rehn konnte im Jahr 1896 die weltweit erste Herzoperation durchführen.¹³⁰¹ Obwohl dieser entscheidende Meilenstein, der als Geburtsstunde der Kardiochirurgie gilt, bereits in Deutschland stattfand, dem national und auch international, wie beschrieben, an mehreren Orten und z.T. auch in Form von kleinen Serien, Herzoperationen folgten, datiert der erste herzchirurgische Eingriff in Düsseldorf im Jahr 1939, bei dem Frey einen Ductus arteriosus persistens ligierte.¹³⁰² Bereits 1938 hatte, gut dokumentiert, Gross in den USA diese Operation als Erster erfolgreich durchgeführt.¹³⁰³

Ähnlich wie überwiegend weltweit, fand infolge des Zweiten Weltkrieges in Deutschland keine grundlegende Bearbeitung herzchirurgischer Themen statt.

Es wurde bereits erläutert, dass, bedingt durch die Kriegsfolgen, die deutsche Herzchirurgie mit einer zeitlichen Verzögerung von ungefähr 3 bis 5 Jahren aufgenommen wurde. Bei diesem Prozess nahm Düsseldorf eine führende Stellung ein. Bereits im Mai 1950 konnte Ernst Derra erfolgreich einen Ductus Botalli ligieren. Am Tage darauf legte er eine Blalock-

¹³⁰¹ Werner et al., (2012), S. 32-34

¹³⁰² Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 40-41

¹³⁰³ Ebd., S. 40.

Gross, „Surgical Management of the patent Ductus Arteriosus: With Summary of four Surgically treated Cases“, (1939), S. 321-356

Taussig-Anastomose an; dieses operative Konzept hatte 1944 erstmals Alfred Blalock auf Anregung der Kinderkardiologin Helen Taussig erfolgreich angewandt.¹³⁰⁴ Das spiegelt gut die erwähnte zeitliche Verschiebung wider, ebenso wie die erfolgreiche Resektion einer Aortenisthmusstenose 1950, sechs Jahre nach dem Ersteingriff von Crafoord in Stockholm.

Diese Beispiele belegen, dass, unter Berücksichtigung der Gesamtumstände, damalige aktuelle kardiochirurgische Innovationen frühzeitig Einzug in das Operationsrepertoire in Düsseldorf fanden, womit die Klinik in dieser Hinsicht im internationalen Vergleich zu den fortschrittlichen zu gelten hat. Gleichzeitig sind im Rückblick die ersten Ansätze des beginnenden kardiochirurgischen Spezialisierungsprozesses zu erkennen, auch wenn es sich um die Anwendung bereits generierten Wissens handelte.

Derra führte konsequent die Erweiterung des operativen Repertoires weiter, Beispiele sind die erste Operation eines Panzerherzens: Ludolph Brauer operierte dieses Krankheitsbild bereits 1903, während in Düsseldorf erst 1950 unter Derra das Panzerherz erstmalig operativ behandelt wurde.¹³⁰⁵ Hier scheinen die grundsätzlichen Unterschiede in der Entwicklung der Herzchirurgie auf, sodass sich eine Beurteilung im Sinne analogen Vergleichs verbietet.¹³⁰⁶ Hingegen war 1950 die erste erfolgreiche Mitralklappensprengung eng mit dem internationalen Nachkriegsverlauf verbunden.

Insgesamt wird anhand dieser Beispiele deutlich, dass die herzchirurgische Klinik in Düsseldorf größtenteils frühzeitig die internationalen Standards in ihren Operationskatalog aufnahm und daher im nationalen und internationalen Vergleich als bedeutende Klinik zu werten ist.

¹³⁰⁴ Blalock und Taussig, (1945), S. 2123-2138

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 197

Radegran, (2003), S. 564-572

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

¹³⁰⁵ Zenker, "Zur Geschichte und Entwicklung der Herzchirurgie," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 1-12

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

¹³⁰⁶ Zenker, "Zur Geschichte und Entwicklung der Herzchirurgie," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, S. 1-12

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 204

Ebenso bedeutsam, wie der chronologische Vergleich zwischen den internationalen Entwicklungen und den Entwicklungen in Düsseldorf, ist die qualitative Betrachtung der wichtigsten Techniken und Operationsmethoden verschiedener Herzerkrankungen. Insbesondere die verschiedenen Vorgehensweisen der offenen Herzchirurgie illustrieren Düsseldorfs Stellenwert im Vergleich mit den internationalen Entwicklungen der jungen Fachrichtung.

Hierzu zählt zunächst die Oberflächenhypothermie, die in Düsseldorf lediglich fünf Jahre nach Bigelows Arbeiten zu diesem Themengebiet zum Einsatz kam und damit die erste Operation dieser Art in Europa war.¹³⁰⁷ Hinsichtlich der Oberflächenhypothermie war Düsseldorf daher im europäischen Vergleich führend.

Ausschlaggebend für diesen frühzeitigen Schritt in Richtung einer standardisierten, offenen Herzchirurgie war maßgeblich das Zusammenspiel von Ernst Derra und Martin Zindler, der bereits eine anästhesiologische Weiterbildung in den USA erhalten hatte. Ebenso hatte Zindler über Henry Swan erste Erfahrungen im Umgang mit der Oberflächenhypothermie sammeln können.¹³⁰⁸ Derra förderte somit einerseits die kardiochirurgische Spezialisierung im Hinblick auf die Entstehung eines eigenständigen Fachgebiets, andererseits die anästhesiologische Spezialisierung, zunächst basierend auf Zindlers individuellem Interessengebiet. Als herausragend vor dem Hintergrund des betrachteten historischen Zeitraums ist insbesondere die Tatsache zu erwähnen, dass Derra den anästhesiologischen Wissenszuwachs und die Eigenständigkeit der Anästhesie als begünstigenden Faktor für den kardiochirurgischen Fortschritt erkannte. Insgesamt führte Derras fortschrittliche Einstellung bezüglich medizinischer Spezialisierung in Kombination mit Zindlers anästhesiologischem Wissen und gesammelten Erfahrungen zur frühzeitigen Einführung der offenen Herzchirurgie mittels Oberflächenhypothermie in Düsseldorf.

Die Bedeutung dieser Methode wird zusätzlich durch die Generierung guter postoperativer Ergebnisse vergrößert. 1955 berichtet Zindler von sieben erfolgreich operierten Patienten, die den Eingriff entweder gut überstanden oder nicht an den Folgen der Oberflächenhypothermie verstorben sind.¹³⁰⁹ Bircks ergänzt diesen Erfolgsbericht: Er

¹³⁰⁷ Bigelow, Lindsay, und Greenwood, (1950), S. 849-866

Schulte, „Looking into the past only makes sense if it serves the future.“ Konrad Adenauer (1876 - 1967)“, (2001), S. 252

¹³⁰⁸ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 437

Bircks, Interview

¹³⁰⁹ Zindler, „Fortschritte und Erfahrungen mit der vegetativen Blockade und der künstlichen Hypothermie“, (1955), S. 189

erwähnt, dass der Erfolg des Verfahrens in Düsseldorf die Ergebnisse aus den USA überschreitet, obwohl der Ursprung der Oberflächenhypothermie dort zu finden ist.¹³¹⁰ Auch wenn man die Aussagen von Bircks, dem eher kritischen Arzt, als idealisierend gefärbt ansehen sollte, weisen die zweifellos guten Ergebnisse des Verfahrens der offenen Herzchirurgie in Kombination mit seiner frühzeitigen Anwendung auf die nationale und internationale Bedeutsamkeit der kardiochirurgischen Klinik in Düsseldorf hin.

Als mögliche Ursache für diese Entwicklung können die physiologischen Vorarbeiten der Oberflächenhypothermie angenommen werden: Schoedel und Grosse-Brockhoff, der spätere Leiter der internistischen Klinik, haben bereits 1943 die Auswirkung von Unterkühlung auf Hunde untersucht und konnten zeigen, dass die Hypothermie in Kombination mit einer tiefen Anästhesie zur Senkung des Sauerstoffverbrauches führt.¹³¹¹ Bigelow zitiert diese Arbeit von Schoedel und Grosse-Brockhoff mehrfach in seinen Ausführungen zur Oberflächenhypothermie.¹³¹² Da Grosse-Brockhoff zur Zeit der ersten Herzoperation mittels Oberflächenhypothermie bereits Leiter der internistischen Klinik in Düsseldorf war, zeigt sich eine Vernetzung der frühen Einführung des kardiochirurgischen Verfahrens mit der Düsseldorfer Inneren Medizin, die wichtige physiologische Vorarbeiten für die Etablierung dieser chirurgischen Möglichkeit geleistet hatte. Auch hier wird die Bedeutsamkeit der Kooperation von Chirurgie und Innerer Medizin deutlich, die wichtig für die führende Position der Klinik im internationalen Vergleich ist.

Verstärkt durch die Erfolge der Oberflächenhypothermie im herzchirurgischen Operationsaal kam es zur Weiterentwicklung der Anästhesiologie zur eigenständigen Fachrichtung. Wie bereits beschrieben, förderte Derra diese Entwicklung, die medizinische Spezialisierung und folglich interdisziplinäre Arbeitsteilung verkörpert. Dieses Vorgehen erscheint im Besonderen im nationalen Vergleich aus heutiger Sicht fortschrittlich, da einige Chirurgen der anästhesiologischen Selbstständigkeit und Spezialisierung zunächst ablehnend gegenüberstanden. Als Beispiel kann Heinrich Bauer aus Heidelberg zitiert werden, der in der Autonomie der Anästhesie eine Bedrohung für die Chirurgie sah.¹³¹³

Insgesamt stellt die Oberflächenhypothermie in Düsseldorf daher zum einen ein Beispiel der frühzeitigen, erfolgreichen Etablierung einer der bedeutsamsten kardiochirurgischen Innovationen dar. Zum anderen wird deutlich, dass diese Entwicklung, die Düsseldorf

¹³¹⁰ Bircks, Interview

¹³¹¹ Grosse-Brockhoff und Schoedel, (1943), S. 417-442

¹³¹² Bigelow, Lindsay, und Greenwood, (1950), S. 853-854

¹³¹³ Bauer, „Die Wandlungen der Anaesthesia vom Standpunkt des Operateurs“, (1955), S. 173

letztlich internationales Ansehen bescherte, auf interdisziplinärer Kooperation mit der Inneren Medizin beruht und zur Ausbildung der Anästhesiologie als eigenständiges Fachgebiet und folglich zur interdisziplinären Kooperation führte.

In Analogie zur Etablierung der Oberflächenhypothermie spiegelt sich die internationale und nationale Bedeutsamkeit der Düsseldorfer Klinik auch am Beispiel der EKZ wider.

Chronologisch betrachtet, zeigt sich einerseits ein zeitlicher Versatz von 6 Jahren zwischen Gibbons erster Operation mittels EKZ und der ersten Herzoperation dieser Art in Düsseldorf.¹³¹⁴ Ebenso gab es in Deutschland chirurgische Kliniken, die das Operationsverfahren früher in ihr Behandlungsspektrum integrierten. Z.B. konnte Rudolph Zenker in Marburg bereits ein Jahr vor Düsseldorf die EKZ erfolgreich klinisch anwenden.¹³¹⁵ Bereits zuvor wurde erläutert, dass Derra eine besondere Vorgehensweise bei der Einführung der EKZ wählte: Er delegierte ein Team von drei Chirurgen um Löhr an die Mayo Klinik in den USA, um den Einsatz der Mayo-Gibbon-Maschine aus erster Hand zu erlernen.¹³¹⁶ Die in Düsseldorf eingesetzte Mayo-Gibbon Herz-Lungen-Maschine war die erste in Deutschland.¹³¹⁷ Löhr, Ferbers und Sykosch generierten daher „Expertenwissen“ hinsichtlich des Einsatzes der Herz-Lungen-Maschine. Es wird deutlich, dass innerhalb des spezialisierten Fachgebiets Herzchirurgie weitere Spezialisierungsprozesse stattfinden, die zur Ausbildung von „Experten“ führen.

Dieses differenzierte Vorgehen ist ursächlich für eine im internationalen Vergleich beachtenswert gute Anwendung der EKZ. Die postoperativen Ergebnisse dieses Verfahrens bestätigen diese Annahme.¹³¹⁸

Beide gängige Verfahren der offenen Herzchirurgie, die Oberflächenhypothermie, sowie die extrakorporale Zirkulation, können somit als Ausdruck der bedeutenden Position der Düsseldorfer Klinik im internationalen Vergleich gewertet werden.

Während die Erstimplantation eines Herzschrittmachers durch Sykosch 1961 in engem zeitlichem Zusammenhang mit den internationalen Eingriffen von Senning, 1958 und Chardack, 1960 steht, sodass die Klinik auch im Hinblick auf medizintechnische Innovationen

¹³¹⁴ Gibbon, „Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery“, (1954), S. 176
Bircks, Interview

¹³¹⁵ Zenker et al., (1958), S. 294-309

¹³¹⁶ Bircks, Interview

¹³¹⁷ Löhr, „Über die Arbeitsweise des Mayo-Gibbon-Pumpoxygenerators“, (1959), S. 701-704

¹³¹⁸ Schulte, „Looking into the past only makes sense if it serves the future.“ Konrad Adenauer (1876 - 1967)“, (2001), S. 252

Löhr, „Über die Arbeitsweise des Mayo-Gibbon-Pumpoxygenerators“, (1959), S. 702

dem internationalen Vergleich standhalten kann,¹³¹⁹ war der Einsatz der IABP, mit einem Abstand von fünf Jahren eher verzögert.¹³²⁰ Das sind allerdings keine grundlegenden Abweichungen von der generellen fortschrittlichen Tendenz der Düsseldorfer herzchirurgischen Arbeit.

Ein grundsätzlicher Unterschied ist hinsichtlich der Durchführung der ersten HTx anzumerken. Wie schon oben erläutert, hatten Derra und Bircks 1967 zwei gravierende Gründe, mit der Etablierung eines Transplantationsprogramms zu warten (s. S. 177). Zum ersten war es die wissenschaftliche Einschätzung, dass 1967 die Möglichkeiten der Immunsuppression nicht für günstige Langzeitergebnisse ausreichten. Zum zweiten waren es die „bedrückenden Probleme der Wartelisten“ von Patienten, die dringend auf konventionelle Herzoperationen angewiesen waren. Diese Situation hatte sich erst gegen Ende der 1980iger Jahre gebessert.¹³²¹ Mit dieser Entscheidung war jedoch keine grundsätzliche Minderung des hervorragenden nationalen und internationalen Ansehens des Düsseldorfer Klinik verbunden.

Fazit

Zusammenfassend zeigt sich somit, dass die Geschichte der Düsseldorfer Herzchirurgie im internationalen Vergleich entscheidende Entwicklungen widerspiegelt, da ausschlaggebende Operationsmethoden, aber auch medizintechnische Innovationen frühzeitig und erfolgreich in der Düsseldorfer Klinik etabliert werden konnten.

Hinsichtlich einiger Aspekte sollte diese Einschätzung jedoch relativiert werden: Bis auf die erste offene Herzoperation in Düsseldorf mittels Oberflächenhypothermie 1955 die die erste auf dem europäischen Festland war, gab es in Düsseldorf keine Erstoperation. Kardiochirurgische Innovationen wurden zwar frühzeitig in das Operationsspektrum integriert, jedoch war ihr Ursprung selten in Düsseldorf selbst, sodass Düsseldorf als aktiver Anwender zunächst passiv generierter neuartiger Therapieoptionen bezeichnet werden kann. Letztlich wurde Düsseldorfs internationaler Stellenwert durch die Tatsache nicht eingeschränkt,

¹³¹⁹ Chardack, Gage, und Greatbatch, (1960), S. 643-654
Sykosch, (1964), S. 288-292

¹³²⁰ Kantrowitz, (1968), S. 344-348

Bircks, "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf," in *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205

¹³²¹ Barnard, „The operation. A human cardiac transplant: an interim report of a successful operation performed at Groote Schuur Hospital, Cape Town“, (1967), S. 1271-1274
Schmitto, S. 78.

Wie Bircks es u.a. in seiner „Abschiedsvorlesung“ 1992 eingehend beschreibt, war die überaus große Diskrepanz zwischen den Anforderungen quantitativer und qualitativer erprobter chirurgischer Therapien und den erreichbaren strukturellen Kapazitäten zu groß, um grundsätzliche, überragende Techniken zu erarbeiten. Daher stand das Ziel einer optimalen Versorgung der Patienten im Vordergrund, zu dessen Erreichen „Klinikbegleitende Forschung“ durchgeführt wurde. Immerhin gehörte das Düsseldorfer Herzzentrum den Universitätskliniken, die -nachgewiesen durch die externe Qualitätssicherung – jährlich die meisten Operationen bei überdurchschnittlich guter Qualität durchführten.¹³²²

Bei zusammenfassender Betrachtung der unterschiedlichen Aspekte wird letztlich deutlich, dass trotz der erwähnten Einschränkungen die Herzchirurgie der Universität Düsseldorf im internationalen Vergleich größtenteils eine führende Position einnimmt und viele historische Abläufe anhand ihres Beispiels erläutert werden können. Im Besonderen das Leitmotiv der kardiochirurgischen Spezialisierung und die in diese Kategorie einzuordnende Förderung der Anästhesie zum eigenständigen Fachgebiet verdeutlichen dies.

¹³²² Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

4.2 Kritische Beurteilung der interdisziplinären und multiprofessionellen

Zusammenarbeit

Wie bereits in den vorherigen Ausführungen detailliert erörtert und aus Abb. 9 und 10 ersichtlich, kam es zu einer Konzentration von unterschiedlichen kardiovaskulär ausgerichteten Fachdisziplinen an der Universitätsklinik in Düsseldorf, die im Sinne eines herzmedizinischen Netzwerks hinsichtlich der Patientenbetreuung und wissenschaftlichen Erkenntnissen miteinander interagierten. Im Anschluss an die ausführliche Darstellung sollte eine kritische Auseinandersetzung mit zentralen Aspekten der interdisziplinären und multiprofessionellen Zusammenarbeit an diesem Standort erfolgen.

Zunächst stellt sich die Frage, ob die Interdisziplinarität wirklich den Charakter eines disziplinübergreifenden Herzzentrums aufweisen konnte und als solches bezeichnet werden darf. Ein starkes Argument, das diese Hypothese untermauert, ist die bereits erwähnte Ansammlung einer Vielzahl an kardiovaskulär ausgerichteten Fachdisziplinen in Düsseldorf. So gruppierten sich sowohl in den klinischen Fachrichtungen, wie Innere Medizin, Chirurgie, Kinderheilkunde, Radiologie, als auch in den theoretischen Fächern, wie Pharmakologie, Mikrobiologie, Pathologie und Physiologie, eine Vielzahl von Personen, die den Fokus ihrer Arbeit auf Herzerkrankungen legten. Die herzmedizinische Spezialisierung in Düsseldorf erstreckte sich somit als Leitmotiv auf ein breitgefächertes Repertoire an basisbildenden medizinischen Disziplinen.

Jedoch ist das Vorhandensein verschiedener Disziplinen mit den gleichen Interessen nicht unweigerlich mit interdisziplinärer Zusammenarbeit gleichzusetzen, die vielmehr von Interaktion gekennzeichnet ist. Somit gilt es zu prüfen, ob in Düsseldorf ein kardiologisch ausgerichtetes Netzwerk entstanden ist, das als Herzzentrum bezeichnet werden kann. Als Vorlage für ein solches Netzwerk können Hallings Ausführungen zu den „Kommunikationsnetzwerken in der Hochschulmedizin“ dienen. Er beschreibt am Beispiel des Neubaus der chirurgischen Klinik, welche Instanzen in welchem Ausmaß auf dieses Vorhaben Einfluss nahmen und illustriert anhand dessen ein Netzwerk, das die Verbindungen der Hochschulmedizin in der Nachkriegszeit mit Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Forschung kennzeichnet.¹³²³ Ebenso beschreibt Fangerau, dass das Konstrukt des Netzwerks die Möglichkeit der Darstellung von „Selektion und Transfer bestimmten

¹³²³ Halling und Vögele, „Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren“, (2006), S. 680-695

Wissens“ ermöglicht.¹³²⁴ Insbesondere eigne es sich zu Illustration interdisziplinären Austausches.

Ein ähnliches Netzwerk lässt sich im Hinblick auf ein interdisziplinäres Herzzentrum in Düsseldorf erstellen, das somit die fachrichtungsübergreifende Zusammenarbeit widerspiegelt.

Betrachtet man zunächst die klinischen Fächer, ist zu erkennen, dass eine gemeinsame Patientenbetreuung wünschenswert erschien. Diese Betreuung besteht aus mehreren Teilschritten, zu denen die Diagnostik, die Diagnosestellung und letztlich die Behandlung der Herzerkrankung gehören. Die Klinik für Radiologie, Innere Medizin, Kinderheilkunde und die herzchirurgische Klinik mussten somit nicht lediglich eng zusammenarbeiten. Ihre Aufgabengebiete weisen Schnittpunkte auf, sodass in Konsequenz eine Zusammenarbeit zwingend und unumgänglich wurde.

In Düsseldorf kann dieser Gesichtspunkt sehr anschaulich am Beispiel des Herzkatheters nachvollzogen werden. Zunächst konnte der Chirurg Werner Forßmann als erster die Katheterisierung des Herzens durchführen, sodass der Herzkatheter zu Beginn zunächst zum chirurgischen Aufgabenfeld zu gehören schien.¹³²⁵ Wie gut nachvollziehbar, setzten sich in Düsseldorf letztendlich Internisten wie Boden und Loogen intensiv mit der Einführung der diagnostischen Herzkatheteruntersuchung auseinander, die bis heute einer der wichtigsten Bestandteile der kardiologischen Diagnostik ist.¹³²⁶ Da die Herzkatheteruntersuchung auch zur Diagnostik angeborener Herzerkrankungen und Herzerkrankungen im Kindesalter notwendig ist, musste sie ebenfalls von Kinderkardiologen erlernt werden. Hierzu erfolgte primär ein Teil der kinder-kardiologischen Weiterbildung im internistischen Herzkatheterlabor.¹³²⁷ Heinz Vieten aus der Radiologie ergänzte dieses diagnostische Verfahren um die Einführung der Angiografie.¹³²⁸ Anhand dieses Beispiels kann somit die Vernetzung der wichtigsten klinisch tätigen Disziplinen mit herzmedizinischem Schwerpunkt in Düsseldorf zum Ausdruck gebracht werden. Sie scheinen unweigerlich miteinander verflochten. Ebenso verdeutlichen sie die herzmedizinische Spezialisierung aller beteiligter Fachdisziplinen, sowie Disziplinierungsprozesse: jede Fachrichtung zeichnet sich durch ein spezifisches Aufgabenfeld aus und ergänzt hierdurch das herzmedizinische Netzwerk.

¹³²⁴ H. Fangerau und K. Hentschel, „Netzwerkanalysen in der Medizin- und Wissenschaftsgeschichte – Zur Einführung,“ *Sudhoffs Archiv* 102, 2 (2018), S. 137

¹³²⁵ Bröer, (2002), S. 2151

¹³²⁶ Gillmann, Grosse-Brockhoff, und Loogen, (1957), S. 13-17

¹³²⁷ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 411

¹³²⁸ Vieten, „Angiographische Funktionsdiagnostik im Bereich des Thorax“, (1955), S. 388-399

Zusätzlich bereichern die medizintheoretischen Fächer das Netzwerk und sind aktiver Bestandteil der Patientenversorgung und vor allem herzmedizinischer Forschung. Hierzu zählen die Institute für Physiologie, Mikrobiologie, Pharmakologie und Pathologie. Da sie ganz wesentlich durch Grundlagenforschung gekennzeichnet sind, können diese Disziplinen als basisbildend bezeichnet werden, auf deren Grundlage dann klinische Standards weiterentwickelt werden konnten.

Anhand der Oberflächenhypothermie bei Herzoperationen kann die Vorgehensweise beispielhaft nachvollzogen werden. Das Institut für Physiologie untersuchte die Auswirkungen der Hypothermie auf den Myokardstoffwechsel und konnte darauf aufbauend eine Methode zur Verlängerung der Ischämiezeit finden.¹³²⁹

Auch das Institut für Pathologie beschäftigte sich Federführung von Hubert Meessen mit den Auswirkungen der Hypothermie auf die Herzmuskelfasern und deren Nekrosen und Ödemneigung.¹³³⁰ Die hieraus resultierenden Ergebnisse und Schlussfolgerungen veranlassten konkrete Handlungsanweisungen für prä-, intra- und postoperative Vorgehensweisen, die in den klinischen Alltag integriert werden konnten. Sie betreffen somit nicht lediglich die Kardiochirurgie, ebenso haben sie Auswirkungen auf die präoperative kardiologische oder kinder-kardiologische Diagnostik, sowie die postoperative intensivmedizinische Betreuung der Patienten. Somit illustriert die klinische Anwendung und die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Oberflächenhypothermie die Vernetzung von klinischen und medizintheoretischen Fächern im Herzzentrum Düsseldorf.

Resultierend aus diesem herzmedizinischen Netzwerk entstand eine eigenständige Klinik für Anästhesie. Sie war insbesondere die Folge aus der Weiterentwicklung der kardiochirurgischen Operationen durch die Anwendung von Oberflächenhypothermie, die nicht nur größeren personellen Aufwand, sondern auch eine spezialisierte Narkosetechniken erforderte.¹³³¹ Martin Zindler perfektionierte gemeinsam mit Ernst Derra die Durchführung dieses Verfahrens. Er wurde am 20.9.1966 erster Ordinarius für Anästhesie in Düsseldorf.¹³³² Somit gliedert sich auch die junge Klinik für Anästhesie in das Netzwerk des interdisziplinären Herzzentrums ein. Einerseits ist dies Ausdruck der medizinischen

¹³²⁹ Arnold und Lochner, (1965), S. 169-175

Arnold, (1967), S. 641-647

¹³³⁰ Meessen, (1963), S. 183-188

¹³³¹ Swan, Zeavin, und Blount, (1953), S. 14-15

¹³³² Tarnow, (2000), S. 273

Spezialisierung und kann als Folge des kardiochirurgischen Fortschritts und der kardiochirurgischen Spezialisierung angesehen werden. Andererseits übte sich der anästhesiologische Fortschritt positiv auf die Weiterentwicklung der Herzoperationen, somit auf den kardiochirurgischen Lernprozess aus. Die Sonderstellung der anästhesiologischen Klinik im Sinne einer gegenseitigen positiven Beeinflussung mit der kardiochirurgischen Klinik und gegenseitiger Abhängigkeit vom Fortschritt der jeweils anderen Fachrichtung wird klar erkennbar.

Zusammenfassend untermauern die dargestellten Argumente und Entwicklungen die Hypothese der Entstehung eines interdisziplinären herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf, das sich durch intensive Verflechtung der beteiligten Disziplinen auszeichnet und als Folge medizinischer Spezialisierungsprozesse anzusehen ist.

Dennoch sollten auch negative Aspekte, Gefahren und Schwierigkeiten bezüglich der interdisziplinären Zusammenarbeit nicht unerwähnt bleiben und kritisch hinterfragt werden. Zunächst birgt die Kooperation verschiedener medizinischer Fachrichtungen neben erweitertem Wissenserwerb und besserer Patientenversorgung die Gefahr der Überspezialisierung.¹³³³ Da die integrierten Kliniken und Institute, wie bereits ausführlich dargestellt, im Rahmen eines medizinischen Spezialisierungsprozesses auf herzmedizinische Fragestellung ausgerichtet sind, kann es zur Einschränkung essentiellen medizinischen Basiswissens kommen, welches das eigene Fachgebiet überschreitet und in Folge dessen im Rahmen der Patientenversorgung nicht ausreichend detailliert berücksichtigt werden kann. Es besteht die Gefahr, dass eine ganzheitliche Patientenbetreuung vernachlässigt wird. Bereits im Jahr 1968 hat Curtius diese Problematik thematisiert, indem er die Überspezialisierung der Inneren Medizin und die daraus resultierenden schwindenden psychiatrischen Kenntnisse der Internisten kritisiert.¹³³⁴ Spezialisierung darf somit nicht in Einengung des Wissens und strikt ausgebildetem Expertentum münden. Sie bedarf einer breitgefächerten Wissensbasis, von der ein Spezialisierungsprozess ausgehen kann. Zu jeder Zeit ist der Rückgriff auf medizinisches Basiswissen möglich.¹³³⁵

¹³³³ Fangerau und Imhof, in *Urologie 1945–1990: Entwicklung und Vernetzung der Medizin in beiden deutschen Staaten*, S. 23-25

¹³³⁴ F. Curtius, „Innere Medizin und Psychiatrie,“ *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychoanalyse* 14, 4 (1968), S. 243-248

¹³³⁵ Fangerau und Imhof, in *Urologie 1945–1990: Entwicklung und Vernetzung der Medizin in beiden deutschen Staaten*, S. 24

Des Weiteren entstanden die oben erwähnten positiven Aspekte meist auf der Grundlage wissenschaftlicher Texte. Diese wissenschaftlichen Texte illustrieren jedoch nicht den Charakter der interdisziplinären Zusammenarbeit auf zwischenmenschlicher Ebene. Beispielsweise können aus diesen Quellen keine Rückschlüsse über mögliches überzogenes Konkurrenzdenken oder zwischenmenschliche Dissonanzen zwischen den Akteuren der medizinischen Disziplinen gezogen werden. So könnte es während der fachrichtungsübergreifenden Kooperation zu Unstimmigkeiten bezüglich der Patientenversorgung, aber auch in Bezug auf medizinische Forschung gekommen sein. Daher entsteht die Hypothese, dass die bisherige Darstellung des interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf idealisiert. Die tatsächliche Darstellung der alltäglichen Abläufe ist aus heutiger Sicht nur schwer möglich.

Diese Behauptung kann durch die Tatsache, dass Konkurrenzdenken Teil des menschlichen Charakters ist, aussagekräftig unterstützt werden. Sigmund Freud stellt diese Eigenschaft anhand des Ödipuskomplexes dar: Laut dieses Konzepts entwickelt der Mensch sehr früh ein Konkurrenzdenken, das zunächst auf den gleichgeschlechtlichen Elternteil begrenzt ist, sich dann aber ausweiten kann.¹³³⁶

Da dieses Merkmal somit ein Bestandteil jedes menschlichen Verhaltensrepertoires zu sein scheint, kann auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit bei Herzerkrankungen in Düsseldorf nicht frei von Konkurrenzdenken gewesen sein. Auf Grund dessen muss ein gewisses Maß an Unstimmigkeiten bei der Darstellung dieser Kooperation berücksichtigt werden. Dieser Aspekt der Bedeutsamkeit zwischenmenschlicher Beziehung sollte keinesfalls vernachlässigt werden, da die allumfassende Analyse von Netzwerkstrukturen, wie sie in Form des Düsseldorfer Herzzentrums vorzufinden ist, neben wissenschaftlichen Ergebnissen die soziale Interaktion berücksichtigen sollte.¹³³⁷

Zusätzlich zu nicht vermeidbarem Konkurrenzdenken und hieraus resultierenden Diskrepanzen trifft im interdisziplinären Herzzentrum eine Vielzahl von Menschen aufeinander, die zusammenarbeiten mussten. Die Basis der Zusammenarbeit ist Kommunikation. Im Zusammenhang mit dieser Kommunikation können sehr leicht

¹³³⁶ S. Freud, *Totem und Tabu. Einige Übereinstimmungen im Seelenleben der Wilden und Neurotiker*, 1. IX (Frankfurt am Main: 1912/1913), S. 157

¹³³⁷ Fangerau und Hentschel, (2018), S. 137

Missverständnisse entstehen, die insbesondere bei der Patientenversorgung negative Folgen haben können.

Zur Verdeutlichung dieser Herausforderung funktionierender Kommunikationsstrukturen kann Schulz von Thuns Kommunikationsquadrat herangezogen werden. Dieses zeigt, dass menschliche Kommunikation auf vier verschiedenen Ebenen stattfindet: Dazu gehören zum einen die Sachebene und Selbstoffenbarungsebene, zum anderen die Beziehungsebene und die Appellebene. Laut Schulz von Thun interpretiert jeder Mensch eine ihm entgegengebrachte Aussage hinsichtlich jeder dieser vier Ebenen. Ebenso kann eine Aussage bezüglich ihres Sachverhaltes, der Selbstoffenbarung des Gegenübers, der Beziehungs- und der Appellseite falsch verstanden werden.¹³³⁸

Rückschließend demonstriert dieses Modell somit, dass durch eine hohe Anzahl an kommunizierenden Menschen die Gefahr der Falschinterpretation verschiedener Aussagen steigt. Da die herzmedizinische, interdisziplinäre Zusammenarbeit in Düsseldorf eine Vielzahl von Mitarbeitern und damit einen großen Umfang an Kommunikation erforderte, war schlussfolgernd das Risiko für Missverständnisse stark erhöht. Hierdurch ergeben sich Gefahren hinsichtlich einer optimalen Patientenversorgung.

Insgesamt entsteht somit die Überlegung, dass ein im Nachhinein schwer zu eruiertes Konkurrenzdenken der beteiligten Disziplinen, aber auch kommunikative Schwierigkeiten als mögliche begrenzende Faktoren des herzmedizinischen Netzwerks gewirkt haben. Diese zwei Aspekte sind jedoch nicht spezifisch für das Düsseldorfer Herzzentrum, sondern treten jederzeit in Kraft, sobald menschliches Handeln und Wirken aufeinandertreffen. Da die Basis von Netzwerkstrukturen eine Vielzahl an menschlichen Interaktionen ist, wirken die dargestellten Einflüsse potenziert.

Im Anschluss an die kritische Betrachtung der interdisziplinären Zusammenarbeit in Düsseldorf gilt es nun, die herzmedizinische Disziplin zu bestimmen, die als Grundlage des Herzzentrums angenommen werden kann.

Hier erscheint es zunächst am sinnvollsten, die Chronologie der bedeutenden Akteure zu betrachten: August Hoffmann kam als Direktor der Klinik für Innere Medizin bereits 1907 nach Düsseldorf und konzentrierte seine Forschung auf herzorienteerte Fragestellungen.¹³³⁹

¹³³⁸ F. S. Von Thun, *Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen: Allgemeine Psychologie der Kommunikation*, 1 (Rowohlt Verlag GmbH, 2013), S. 27-32

¹³³⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 345

Bereits 1913 nahm Mönckeberg den Posten des Leiters des Instituts für Pathologie ein.¹³⁴⁰ Er fokussierte, wie bereits dargestellt, seine Arbeit ebenfalls auf kardiovaskuläre Fragestellungen. Da diese beiden entscheidenden Disziplinen als erste in Düsseldorf ihren Schwerpunkt auf Herzerkrankungen gelegt hatten und aktiv miteinander interagierten, liegt es nahe, die Grundlage eines Herzzentrums im pathologischen Institut und der internistischen Klinik zu vermuten.

In der internistischen Klinik folgte auf Hoffmann im Jahr 1931 Ernst Edens, dessen klinische und wissenschaftliche Tätigkeiten ebenso wie die Erich Bodens, ab 1945, und Franz Grosse-Brockhoffs, ab 1954, hauptsächlich kardiovaskulär ausgerichtet waren. Ab dem Jahr 1972 war Franz Loogen der erste Direktor einer eigenständigen kardiologischen Klinik.¹³⁴¹

Hinsichtlich der Chirurgie ist die Rolle von Frey zu erwähnen, der 1939 einen persistierenden Ductus arteriosus Botalli in Düsseldorf ligieren konnte.¹³⁴² In den Jahren 1957 und 1960 fand die herzmedizinisch ausgerichtete Forschung und Patientenversorgung mit Vieten, Greef und Lochner Eintritt in die Radiologie, Pharmakologie und Physiologie, 1967 mit Bourgeois in die Kinderklinik.¹³⁴³

In Anbetracht dieser Tatsachen liegt die Vermutung nahe, dass das interdisziplinäre Herzzentrum in Düsseldorf auf der Grundlage und engen Zusammenarbeit von Innerer Medizin, Pathologie und Chirurgie entstanden ist. Gestützt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass zwischen 1949 und 1990 ein sog. „Dreier-Gespann“ aus internistischem, chirurgischem und pathologischem Direktor bestand, die eng miteinander, auch auf wissenschaftlicher Ebene, verbunden waren.

Professor Hort beschreibt diese Kooperation auf dem Symposium aus Anlass des 75. Geburtstages von Professor Meessen sehr treffend: „Professor Derra begann die Herzchirurgie aufzubauen, und ihm zur Seite stand eine sich in ihren diagnostischen Methoden rasch entwickelnde Innere Medizin unter Professor Grosse-Brockhoff sowie die

¹³⁴⁰ Zimmermann, (1968), S. 40

¹³⁴¹ Kelm, (15.09.2017)

¹³⁴² Frey, *Rückschau und Umschau*, (1978), S. 40-41

¹³⁴³ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 371 Ebd., S. 315-316.

Müller-Ruchholtz, (1979), S. 452

Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 411

Pathologie unter Ihrer [Professor Meessen] Leitung.“¹³⁴⁴ Diese Zusammenarbeit wurde fortgesetzt, sodass die darauffolgende Gemeinschaft aus Bircks, Loogen und Hort bestand. Es liegt nahe, dass Vieten, Greef, Lochner und Bourgeois gezielt als Leiter der jeweiligen Klinik, bzw. Instituts, gewählt wurden, um das frühe Herzzentrum in Düsseldorf mit den grundlegenden Säulen aus Innerer Medizin, Chirurgie und Pathologie zu ergänzen. So begutachteten Loogen und Bircks Bourgeois Arbeit an der Mayo-Klinik, bevor er als Leiter der kinder-kardiologischen Abteilung nach Düsseldorf kam.¹³⁴⁵ Die Innere Medizin und die Kardiologie waren somit in den Entscheidungsprozess der Wahl des kinder-kardiologischen Leiters integriert.

Fazit

Zusammenfassend ist daher festzuhalten, dass auf der Basis der drei initial herzmedizinisch geprägten Disziplinen, Innere Medizin, Pathologie und Chirurgie, der gezielte Aufbau eines interdisziplinären Netzwerks mit Integration einer Vielzahl an unterschiedlichen medizinischen Fachrichtungen in Düsseldorf zu beobachten war. Ausgehend von medizinischer Spezialisierungstendenz jeder beteiligten Fachrichtung ist die Folge die interdisziplinäre Kooperation. Das Beispiel der Universität Düsseldorf erlaubt die Illustration dieser Entwicklungsprozesse und verdeutlicht einen Großteil der Facetten interdisziplinärer Zusammenarbeit auf klinischer und wissenschaftlicher Ebene. Zur Analyse dieser historischen Ereignisse eignet sich daher das „Netzwerk-Konstrukt“, das, wie Fangerau beschreibt, die Beziehung verschiedener Disziplinen untereinander, den Wissenstransfer und organisiertes wissenschaftliches Vorgehen begreifbar machen kann.¹³⁴⁶ Im Folgenden sollen die herausragenden Beispiele der interdisziplinären und im Besonderen multiprofessionellen Zusammenarbeit im Rahmen des herzmedizinischen Netzwerks analysiert und kritisch beleuchtet werden.

¹³⁴⁴ Hort, *Pathologie gestern, heute und morgen : Symposium aus Anlaß des 75. Geburtstages von Herrn Professor Dr. Dres. H. C. Hubert Meessen, Düsseldorf, 10. September 1984*, (1984), S. 35

¹³⁴⁵ A. Krian, Persönliche Mitteilung, November 2019

¹³⁴⁶ Fangerau und Hentschel, (2018), S. 140-141

4.2.1 Kritische Beurteilung der Arbeit der Sonderforschungsbereiche

Die Darstellung der multiprofessionellen Zusammenarbeit in Form eines Netzwerks kann u.a. anhand der herzmedizinischen SFB verdeutlicht werden, die diese erfolgreiche Kooperation verkörpern. Dennoch offenbaren sich bei intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik hinsichtlich der Bedeutsamkeit der SFB einige Grenzen und Einschränkungen.

So zeigt sich, dass der SFB 30 bereits die vierte Forschungsreinrichtung in Deutschland war, die einen kardiovaskulären Forschungsschwerpunkt aufwies.¹³⁴⁷ Zum einen kann daher eine führende nationale und internationale Position Düsseldorfs auf dem Gebiet der Herzforschung angezweifelt werden, da kardiovaskuläre Forschung zuvor an drei anderen deutschen Universitäten im Rahmen eines genehmigten SFB betrieben und gefördert wurde. Zum anderen besteht die Gefahr von thematischen Überschneidungen: vier parallel existierende Forschungseinrichtungen, die sich mit der gleichen Thematik auseinandersetzen, könnten zu ähnlichen Erkenntnissen gelangen, sodass die Gefahr der Vernachlässigung anderer medizinischer Bereiche entsteht. Die Fortführung dieser Überlegung demonstriert somit die bereits angedeutete Gefahr des Spezialisierungs- und Disziplinierungsprozesses: die gemeinsame Wissensbasis und Aspekte außerhalb des Spezialisierungsradius geraten aus dem Blickfeld und ihre Bedeutsamkeit wird vernachlässigt. In Analogie zu Polanyis Theorie bedeutet diese Schlussfolgerung somit, dass der distale Term im Zuge der Zergliederung vollständig verschwindet.

Jedoch erlaubt eine andere Herangehensweise die gegenteilige Bewertung dieser historischen Ereignisse: Die Genehmigung des SFB 30 als vierte kardiovaskuläre Forschungseinrichtung in Deutschland zeigt die Bedeutsamkeit und Komplexität kardiovaskulärer Forschung.¹³⁴⁸ Auf Grund dessen wirkt die Gefahr der repetitiven Ergebnisse der vier SFBs eher zweitrangig. Sie imponieren vielmehr als sich ergänzende spezialisierte Einheiten, deren Kombination ein umfassenderes Bild der damals aktuellen Herzmedizin zeichnen kann. Die Integration der Düsseldorfer Klinik in dieses ebenfalls als Netzwerk zu betrachtende Konstrukt erscheint vor dem oben erläuterten Hintergrund somit vielmehr als Bestätigung einer herausragenden Position in der Herzmedizin.

¹³⁴⁷ Krämer, (2019), S. 188

¹³⁴⁸ Ebd., S. 248.

Die eben angesprochene Komplexität und der Facettenreichtum der Thematik zeigt sich in der Weiterentwicklung des SFB 30, sodass dieser Prozess die Phänomene der Spezialisierung und Disziplinierung verdeutlicht. Während der SFB 30 die allgemeine Bezeichnung „Kardiologie“ trug, wurde die Beschreibung seines Nachfolgers SFB 242 zu „Koronare Herzkrankheiten, Prävention und Therapie akuter Komplikationen“ konkretisiert.¹³⁴⁹ Im Rahmen des kardiovaskulären SFB in Düsseldorf zeigt sich daher ebenfalls ein Spezialisierungsprozess, der auf der Zunahme herzmedizinischen Wissens basiert. Dieser Prozess führt wiederum zu einer sog. Disziplinierung: ein Aufgabenfeld einer spezifischen Thematik wird vorgegeben und deren Ausarbeitung konkret gefordert. Die Kombination aus Spezialisierung und Disziplinierung mündet schließlich in der Professionalisierung, der Errichtung eines organisierten Verbundes.¹³⁵⁰ Die Geschichte der kardiovaskulären SFBs in Düsseldorf verdeutlicht daher zusätzlich zur Illustration des multiprofessionellen Netzwerks zentrale Aspekte, die in der allgemeinen medizinischen Geschichtsschreibung zum Ausdruck kommen.

Aus übergeordneter Sicht kann die Entwicklung der herzmedizinischen SFB in Düsseldorf uneingeschränkt als hervorragendes Beispiel der multiprofessionellen Zusammenarbeit im Sinne eines Herzzentrums gewertet werden. So umfasst diese Kooperation nicht lediglich klinisch tätige Disziplinen, sondern integriert eine Vielzahl an medizinteoretischen Fachrichtungen. Dazu gehören u.a. neben der Klinik für Innere Medizin und Chirurgie auch die Pathologie, Physiologie und Pharmakologie.¹³⁵¹ Daher wird deutlich, dass die Basiselemente des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks größtenteils Bestandteile der SFB sind, sodass die anfängliche Hypothese bekräftigt wird.

Es kann kritisiert werden, dass der Kinderheilkunde, im Speziellen der Kinderkardiologie, keine ausreichende Berücksichtigung zukommt und sie kein konkreter Bestandteil des SFB ist. Somit ist die Thematik der angeborenen Herzerkrankungen in dieser Forschungsinstitution nicht adäquat vertreten, obwohl die ersten standardisierten Herzoperationen sowohl in Düsseldorf, als auch international und national größtenteils auf die Therapie angeborener Herzerkrankungen ausgerichtet waren. Es kann somit spekuliert werden, ob durch die Integration dieses Themengebiets die Düsseldorfer SFBs die damalige

¹³⁴⁹ Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 158

¹³⁵⁰ Fangerau, in *Transaction in medicine and heteronomous modernization. University of Tokyo CP Booklet 9*, S. 50-52

¹³⁵¹ Krämer, (2019), S. 217-225

Herzmedizin allumfassender hätten darstellen und hierdurch weitere bedeutsame Erkenntnisse hätten gezogen werden können.

Im Hinblick auf die Multiprofessionalität in Abgrenzung zur Interdisziplinarität ermöglicht die Analyse der SFBs entscheidende Rückschlüsse. Auf der Basis des Lehrstuhls für Experimentelle Chirurgie unter der Leitung von Gunther Arnolds entstand eine standortübergreifende Kooperation mit technischen Instituten der RWTH Aachen.¹³⁵² Die zuvor interdisziplinäre Zusammenarbeit auf medizinischer Ebene wird durch die Integration technischer Fachrichtungen multiprofessionell.¹³⁵³ In Analogie zum Düsseldorfer Herzzentrum ermöglicht die Kooperation mit nicht medizinischen Disziplinen einen breit gefächerten Wissenserwerb. Die Besonderheit im Hinblick auf die multiprofessionelle Kooperation im Rahmen der SFB besteht in der Etablierung einer überregionalen Zusammenarbeit, die entscheidende herzmedizinische Erkenntnisse ermöglichte, sodass eine Ausweitung des Netzwerks zu beobachten ist.

Fazit

Zusammenfassend veranschaulichen die herzmedizinischen SFBs in Düsseldorf einerseits die zentralen medizinhistorischen Prozesse der Spezialisierung, Disziplinierung und Professionalisierung. Andererseits können sie trotz kleiner Einschränkungen als treffende Beispiele zur Illustration der interdisziplinären und multiprofessionellen Zusammenarbeit im Sinne eines herzmedizinischen Netzwerks betrachtet werden.

¹³⁵² Halling und Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, (2007), S. 164
Krämer, (2019), S. 242

¹³⁵³ Steven et al., (1980), S. 646-656

4.2.2 Kritische Beurteilung der randomisierten Herzklappenstudie

Die erste randomisierte, klinische Studie zu Herzklappenprothesen mit Beginn im Jahr 1974 zählt zweifelsfrei zu den besonderen Leistungen der Herzmedizin in Düsseldorf. Sie illustriert beispielhaft die erfolgreiche interdisziplinäre Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie, im Speziellen von Kardiologie und Kardiochirurgie. Trotz ihrer Bedeutsamkeit zeigen sich Grenzen der Herzklappenstudie und einige nicht zu vernachlässigende Kritikpunkte.

Zum einen fällt ein einschränkender Aspekt bezüglich des Studiendesigns auf, da die randomisierte Herzklappenstudie das multiprofessionelle, herzmedizinische Netzwerk nicht allumfassend widerspiegelt. Sie betrifft hauptsächlich die erfolgreiche Kooperation von Internisten und Chirurgen. Die Integration von anderen bedeutsamen Fachrichtungen und Disziplinen, wie die Kinderkardiologie, Radiologie oder das Pflegepersonal, treten in den Hintergrund. Damit impliziert ist Frage, ob die Studie durch Integration weiterer Disziplinen ihre Bedeutsamkeit und Ergebnisse hätte optimieren können und noch weiterreichende herzmedizinische Erkenntnisse aus ihr hervorgegangen wären. Durch die Integration mehrerer medizinischer Disziplinen und Aufgabenbereiche hätte theoretisch eine zusätzliche Bedeutung der Studie stattfinden können. Ebenso kann spekuliert werden, ob eine stärker ausgeprägte Differenzierung der Interdisziplinarität neben wissenschaftlichem Fortschritt, auch die Patientenbetreuung innerhalb der Studie hätte verbessern können.

Jedoch sind diese Einschränkungen und spekulativen Defizite als vordergründig, anzusehen, da die Fragestellung und das Ziel der Studie zum Zeitpunkt der Erstellung auf die gewählte Patientengruppe und die zur Verfügung stehenden Herzklappen-Modelle beschränkt werden mussten.

So veranschaulicht die Herzklappenstudie, gemessen an Fragestellung, *Design* und Durchführung, eine erfolgreiche Kooperation der Chirurgie und Inneren Medizin und ihre Vernetzung im Sinne eines Herzzentrums. So kann die Verbesserung des chirurgischen Vorgehens der Implantation des Herzklappenersatz zur Verhinderung von Nahtdehiszenzen als Beispiel dieses Erfolges erwähnt werden.¹³⁵⁴ Ebenso demonstriert die Thematik der postoperativen Hämolyse beispielhaft die erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit im Rahmen der randomisierten Herzklappenstudie: Es konnten aussagekräftige diagnostische

¹³⁵⁴ Horstkotte et al., (1989), S. 513

Marker festgestellt werden, die den Beginn der intravasalen Hämolyse markieren, wie z.B. Haptoglobin.¹³⁵⁵

Als im nationalen und internationalen Vergleich herausragender Aspekt der Düsseldorfer Herzklappenstudie ist die Integration der Patienten zu nennen, die eine operative Behandlung ihrer Herzklappenerkrankungen ablehnten, bzw. die ein zu hohes operatives Risiko aufwiesen.¹³⁵⁶ Hierdurch ergibt sich die seltene Möglichkeit, den natürlichen Verlauf von Herzklappenerkrankungen am Menschen zu erforschen, ohne ethisch fragwürdige Methoden anzuwenden.¹³⁵⁷ Aus der Sicht des Patienten, der nicht operiert werden möchte, bzw. operiert werden kann, ergeben sich ebenfalls Vorteile. Durch seine Partizipation an der Studie ist die regelmäßige Anbindung an ein spezialisiertes Ärzteteam zur individuellen kardiologischen Betreuung gewährleistet. Somit profitieren sowohl die Wissenschaft, als auch Patienten von dieser bemerkenswerten Vorgehensweise, die die Studie als einzigartig kennzeichnet.

Im Hinblick auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit können sowohl Kardiologen, als auch Kardiochirurgen durch die Einbindung von konservativ behandelten Patienten profitieren. Aus internistischer Sicht ermöglicht die Betrachtung des natürlichen Verlaufes einer Herzklappenerkrankung die Evaluation und Optimierung der medikamentösen Unterstützung des Krankheitsbildes. Ebenso kann die Indikationsstellung zur operativen Behandlung dem gewonnen Erkenntnisstand angepasst werden und ggf. können neue Richtlinien aus der Beobachtung des natürlichen Krankheitsverlaufs hervorgehen.¹³⁵⁸ In der Gesamtsicht führt die randomisierte Herzklappenstudie somit einerseits zu herzmedizinischem Wissenszuwachs. Andererseits fördert sie die Vernetzung der beiden Disziplinen im Sinne eines Herzzentrums.

Fazit

Anschließend an diese kritische Auseinandersetzung kann zusammenfassend festgehalten werden, dass trotz der fehlenden Einbindung einiger Fachrichtungen des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerkes die randomisierte Herzklappenstudie in Düsseldorf die erfolgreiche Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie charakterisiert.

¹³⁵⁵ Horstkotte et al., (1983), S. 125

¹³⁵⁶ Horstkotte et al., (1983), S. 494

¹³⁵⁷ Ebd., S. 499-500.

¹³⁵⁸ Ebd., S. 494.

Sie stellt somit einen wichtigen Teilaspekt des Herzzentrums Düsseldorf dar und verkörpert die Vernetzung zweier bedeutender Disziplinen. Weiterhin ist sie Ausdruck eines medizinischen Spezialisierungsprozesses, da sowohl in der kardiochirurgischen Klinik, wie auch der kardiologischen Klinik durch die differenzierte Auseinandersetzung mit Herzklappenerkrankungen eine Subspezialisierung stattfand.

4.2.3 Kritische Beurteilung der Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien

Wie bereits ausführlich erörtert, ermöglicht die Darstellung der Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien neben einer Vielzahl weiterer Beispiele die Illustration der erfolgreichen Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie in Deutschland, sowie die Auflockerung zuvor etablierter Expertisen. Trotz dieses zweifelsfrei bedeutenden Aspekts zeichnen sich bei intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik insbesondere strukturelle Kritikpunkte ab.

Bezüglich der Behandlung tachykarder Herzrhythmusstörungen in Düsseldorf intensiviert sich die Kooperation von internistischer und chirurgischer Klinik dahingehend, dass die traditionellen internistischen und chirurgischen Expertisen ineinander übergehen: Kardiologen werden aktive Teilnehmer des Operationsprozesses. Diese Vorgehensweise erwies sich nicht nur als deutlich vorteilhaft, da Diagnostik und Therapie auf allen Ebenen eng miteinander verbunden waren, vielmehr war sie für die neuen Verfahren unerlässlich. Als Konsequenz dieser Entwicklung kann die Entstehung einer umfassenden Herzmedizin aus verschiedenen Spezialistengruppen erwartet werden, die das höher gestellte Ziel, die Behandlung von Herzerkrankungen, verfolgen. Es zeigt sich daher eine Parallele zum distalen Term als zentralen Bestandteil Polanyis Theorie zum impliziten Wissenserwerb.

Dennoch birgt diese Entwicklung die Gefahr, dass die Lockerung der Expertisen zu uneindeutig definierten Zuständigkeitsbereichen führt. Der medizinische Fortschritt bedingt hingegen, wie bereits erläutert, unweigerlich einen Spezialisierungsprozess. Schließlich kann aus der Kombination von Spezialisierung und sich überschneidenden Aufgabenbereichen eine mit Mängeln behaftete Patientenversorgung resultieren, da spezialisierte Fachkräfte mit breit definierten Arbeitsfeldern konfrontiert werden.

In Bezug auf die Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien kann beispielsweise die Gefahr entstehen, dass eine differenzierte präoperative Diagnostik vernachlässigt wird und die Indikation für die chirurgische Therapie zu früh gestellt wird. So kann die intraoperative kardiologische Diagnostik die präoperative kardiologische Vorstellung des Patienten nicht ersetzen.

Trotz dieser kritischen Betrachtung spiegeln die Ergebnisse der Behandlungsoption die gelungene Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie wider, die als Basis des multiprofessionellen Netzwerks gesehen werden können. Zehn Jahre nach der Einführung

der chirurgischen Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien in Kombination mit intraoperativem Mapping wurden insgesamt ungefähr 1000 Patienten operiert. Die 1- und 5-Jahres-Überlebensquoten lagen bei 75% und 45%, wodurch die Wertigkeit des Verfahrens bekräftigt wurde.¹³⁵⁹

Ebenso ermöglichte die intensive Zusammenarbeit eine Evaluation und Weiterentwicklung der Vorgehensweise. So konnte 1984 festgestellt werden, dass eine partielle endokardiale Zirkumzision der vollständigen Resektion überlegen ist.¹³⁶⁰

Fazit

Insgesamt wird deutlich, dass die Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien ein treffendes Beispiel zur Illustration der Kooperation von Innerer Medizin und Chirurgie darstellt. Es ermöglicht die Veranschaulichung und Diskussion zentraler medizinhistorischer Prozesse, wie Spezialisierung einerseits und die Entwicklung Kompetenzen übergreifender Arbeitsfelder andererseits. Im Hinblick auf das multiprofessionelle herzmedizinische Netzwerk in Düsseldorf lässt sich anhand der Therapie ventrikulärer Tachyarrhythmien belegen, dass die Innere Medizin und Chirurgie, im Speziellen Kardiologie und Kardiochirurgie als basisbildenden Disziplinen charakterisiert werden können. Dies gilt auch, da themenbedingt zu berücksichtigen ist, dass nicht alle Komponenten und Teilnehmer des Netzwerks einbezogen sind. Immerhin wird ein wesentlicher Teilaspekt illustriert.

¹³⁵⁹ Ostermeyer et al., (1989), S. 20-27

¹³⁶⁰ J. Ostermeyer et al., „Surgical treatment of ventricular tachycardias: Complete versus partial encircling endocardial ventriculotomy," *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 87, 4 (1984), S. 517-525

4.2.4 Kritische Beurteilung von Herzchirurgie und Nierenfunktionsstörungen

Die Behandlung perioperativer Nierenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit Herzoperationen zählt ebenso zu den herausragenden Beispielen, die die multiprofessionelle Zusammenarbeit im Sinne eines herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf charakterisieren. Die zuvor erfolgte, detaillierte Darstellung der Thematik spiegelt gleichermaßen die medizinische Spezialisierungstendenz und die multiprofessionelle Kooperation beispielhaft wider.

Sie fordert auf Grund ihrer Komplexität die Etablierung von spezialisierten Expertengruppen innerhalb der herzchirurgischen Klinik.¹³⁶¹ Die Therapie perioperativer Nierenfunktionsstörungen entwickelte sich daher zu einem weiteren Schwerpunkt kardiologischer Forschung und Therapie. Somit zeigt sich, dass stetiger Wissenszuwachs, basierend auf einer vorausgehenden Spezialisierung, einen fortlaufenden Spezialisierungsprozess anregt, da eine zunehmende Differenzierung des Fachwissens erforderlich wird. Das Beispiel der Betreuung von Patienten mit Nierenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit herzchirurgischen Eingriffen verdeutlicht daher, bezogen auf die allgemeine medizinische Historiographie, die Unumgänglichkeit der Spezialisierung.

Dennoch demonstriert die Thematik die nicht zu vernachlässigende Gefahr dieser Prozesse: die sog. Überspezialisierung. Durch die Integration der Dialysetechnik in das herzchirurgische Aufgabenfeld weichen die zuvor etablierten Expertisen und Grenzen zwischen Innerer Medizin und Chirurgie auf.¹³⁶² Medizinische Tätigkeiten und Fachwissen sind nicht länger einer Disziplin zugeteilt, sondern werden zunehmend interdisziplinär. Zum einen fördert diese Entwicklung die Kooperation, zum anderen birgt sie die Gefahr, dass ursprüngliche Pflichten und Kenntnisse vernachlässigt werden. So sollte ein Herzchirurg, der sich intensiv mit einer spezialisierten Thematik, wie den perioperativen Nierenfunktionsstörungen, auseinandersetzt, keinesfalls seine Kompetenz bei der operativen Behandlung von Herzerkrankungen vernachlässigen.

Trotz dieser Einschränkung fördern der zunehmende Spezialisierungsprozess und die Entstehung disziplinübergreifender Expertisen die interdisziplinäre und multiprofessionelle

¹³⁶¹ Krian, Bircks, und Wetzels, (1972), S. 199-217

Krian et al., (1975), S. 403-407

Krian et al., (1976), S. 2221-2223

¹³⁶² Krian et al., (1975), S. 406

Zusammenarbeit. Ebenso, wie die zunehmende Spezialisierung, kann sie als unumgängliche Folge dieser Entwicklungen gesehen werden.

Sowohl die interdisziplinäre Kooperation, als auch ihr multiprofessioneller Aspekt werden anhand der Thematik der Nierenfunktionsstörungen deutlich. Entscheidend war die Integration der internistischen, im Speziellen der nephrologischen Klinik, einerseits zur präoperativen Diagnostik, andererseits zur postoperativen Mitbetreuung der nierenkranken Patienten.¹³⁶³ Insbesondere die enge Zusammenarbeit hinsichtlich des chirurgischen Lernprozesses der Dialysetechnik kann als beispielhafte Entwicklung der Interdisziplinarität in Düsseldorf gewertet werden.

Ebenso zählte die Intensivmedizin, aber auch die Kinderklinik zu bedeutenden Kooperationspartnern hinsichtlich perioperativer Nierenfunktionsstörungen.¹³⁶⁴ Da die intraoperativ durchgeführte Hämofiltration eine Einbindung der Kardioteknik fordert, ist bei der Entwicklung dieser speziellen Therapien der Übergang von Interdisziplinarität zu Multiprofessionalität zu erkennen.¹³⁶⁵ Auch die Erforschung der Thematik perioperativer Nierenfunktionsstörungen durch das Mitwirken des Instituts für Pathologie als medizintheoretische Instanz weitet die Interdisziplinarität aus.¹³⁶⁶

Wie bereits ausführlich erläutert, kann diese Thematik daher zweifelsfrei als eines der besonders bedeutungsvollen Beispiele des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks bezeichnet werden. Es illustriert vor allem die praktische Anwendung der erfolgreichen Kooperation unterschiedlicher beteiligter Fachdisziplinen.

Als besonders wichtig kann in diesem Zusammenhang der wechselseitige Erfahrungsgewinn als Folge der internistischen und chirurgischen Kooperation betrachtet werden: Unter Bezug auf die vorherigen Ausführungen wird z.B. erkennbar, wie aus der intensiven chirurgischen Auseinandersetzung mit der Nierenersatztherapie ein differenziertes Verständnis für die Notwendigkeit eines adäquaten Dialysezugangs resultierte. Dabei bildete sich die Shuntchirurgie als chirurgische Subdisziplin heraus.¹³⁶⁷

Die Spezialisierung ist also einerseits Ursprung, andererseits Folge der multiprofessionellen Zusammenarbeit, sodass die Darstellung der Thematiken in Form eines Netzwerks begründet erscheint.

¹³⁶³ Krian et al., (1976), S. 282

¹³⁶⁴ Böckmann, Krian, und Falke.

¹³⁶⁵ Grabensee, Ivens, und Krian, (1990), S. 55

¹³⁶⁶ Krian et al., (1975), S. 405

¹³⁶⁷ Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020

Hinsichtlich tiefergreifender, wissenschaftlicher Auseinandersetzung mit der Thematik zeigt sich, dass möglicherweise die intensivere Einbindung der Medizintechnik in den Behandlungsprozess der perioperativen Nierenersatztherapie sinnvoll gewesen wäre. In Analogie zur überregionalen Kooperation im Rahmen der herzmedizinischen SFB kann spekuliert werden, ob eine Kooperation mit einem auf Medizintechnik spezialisiertem Institut den wissenschaftlichen Erfolg der Nierenersatztherapie in Düsseldorf hätte potenzieren können.¹³⁶⁸

Fazit

Dennoch ist zusammenfassend festzuhalten, dass die Erforschung und die Therapie von Nierenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit Herzoperationen nicht nur den Entstehungsprozess des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf verdeutlichen kann. Die intensive Auseinandersetzung mit der Thematik ermöglicht außerdem, zentrale medizinhistorische Entwicklungen, wie die Spezialisierung oder die Entstehung von Expertisen und deren mögliche Risiken und Gefahren, nachzuvollziehen.

¹³⁶⁸ Krämer, (2019), S. 242

4.2.5 Kritische Beurteilung der Therapie der Transposition der großen Arterien

Im Zusammenhang mit der Geschichte der Therapie der Transposition der großen Arterien (TGA), kann die multiprofessionelle Kooperation der Düsseldorfer Klinik als besonderes Beispiel nationaler und internationaler Zusammenarbeit beschrieben werden. Dennoch sollte dieser Entwicklungsprozesse ebenfalls kritisch analysiert werden.

Unumstritten demonstriert die internationale Geschichte der Thematik, wie bereits zu frühen Zeitpunkten mittels interdisziplinärer Kooperation erfolgreiche Behandlungsstrategien erarbeitet werden konnten. Besonders die Fachdisziplinen Kinderkardiologie, Kardiochirurgie, Kardiologie und Radiologie sind an diesem Entwicklungsprozess beteiligt.¹³⁶⁹ Ein entscheidender Aspekt ist in diesem Zusammenhang die pharmakologische Isolierung von Prostaglandin E, wodurch die Zusammenarbeit nicht lediglich interdisziplinär, sondern multiprofessionell wird: Die Pharmakologie als medizinteoretische Instanz ist ebenfalls an der Therapie der TGA beteiligt.¹³⁷⁰

Die medizinhistorischen Phänomene Spezialisierung, multiprofessionelle Kooperation und Ausbildung eines herzmedizinischen Netzwerks sind in Düsseldorf sehr deutlich nachvollziehbar. Seit der Einführung der Mustard-Operation im Jahr 1967 waren Kardiologie, Kinderkardiologie, Anästhesie und Kardiochirurgie engmaschig in die Therapie des Krankheitsbildes integriert.¹³⁷¹ Ihre Kooperation ist ausschlaggebend für die Weiterentwicklung der Behandlungsoptionen der TGA. Erneut wird die Bedeutung dieser Fachdisziplinen deutlich: sie können als klinische Basis des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf bezeichnet werden.

Sehr bedeutsam war bei der Etablierung der operativen Techniken der TGA eine Ausweitung des Netzwerks auf internationale Beziehungen. Wie dargestellt, erfolgte eine enge Zusammenarbeit der Düsseldorfer Klinik mit der Kardiochirurgie und der Pathologie in Leiden.¹³⁷²

¹³⁶⁹ Konstantinov et al., (2004), S. 2250

Rashkind und Miller, (1966), S. 991

Mustard, (1964), S. 469-472

¹³⁷⁰ Bergström und Sjövall, (1960), S. 1701-1705

Olley, F., und Bodach, (1976), S. 728-731

¹³⁷¹ Bircks et al., (1975), S. 452-455

Kramer et al., (1991), S. 5-12

¹³⁷² Krian et al., „The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems“, (1991), S. 160-165

Eine derartige Kooperation verlangt, wie bereits beschrieben, in besonderem Maße eine differenzierte Kommunikation. Ausgehend vom erreichten Fortschritt der klinischen Anwendung therapeutischer Ansätze der TGA kann auf eine erfolgreiche Kommunikation aller beteiligten Fachdisziplinen geschlossen werden.¹³⁷³ Dennoch stellt das multiprofessionelle, herzmedizinische Netzwerk insgesamt eine kommunikative Herausforderung dar: Basierend auf Thuns vier Ohren Modell potenziert die Integration einer Vielzahl an Kommunikationsteilnehmern die Gefahr von Missverständnissen und daraus resultierenden Fehlern.¹³⁷⁴ Dieses erhöhte Fehlerpotential betrifft die klinische Patientenversorgung und ist daher als besonders kritisch zu beurteilen. Somit veranschaulicht das Beispiel der Therapie der TGA einen möglichen strukturellen Schwachpunkt der multiprofessionellen Zusammenarbeit: Bei der Gewährleistung einer differenzierten Patientenversorgung birgt die Kooperation einer Vielzahl unterschiedlicher Fachdisziplinen ein erhöhtes Fehlerpotential auf Grund erschwerter kommunikativer Bedingungen. Die Grundlage eines erfolgreichen multiprofessionellen Netzwerks ist daher die offene, differenzierte Kommunikation unter Berücksichtigung aller mit ihr einhergehenden Schwierigkeiten, wie Missverständnisse auf unterschiedlichen Ebenen.¹³⁷⁵

Bei kritischer Beleuchtung der Düsseldorfer nationalen und internationale Position im Hinblick auf die Therapie der TGA fällt ein gewisser Zeitverzug im internationalen Vergleich auf. Zwar zählt Düsseldorf zu den führenden deutschen Kliniken frühzeitig, ab 1985, die ersten anatomischen Korrekturen des Krankheitsbildes durchführten.¹³⁷⁶ International hingegen liegen zehn Jahre zwischen der ersten arteriellen Switch Operation durch Jatene und der Erstoperation dieser Art in Düsseldorf.¹³⁷⁷ Im Vergleich dazu betrug die Zeitspanne zwischen Mustards Erstoperation und der Einführung dieser Operationsmethode in Düsseldorf lediglich vier Jahre.¹³⁷⁸ Als Ursachen können sehr eindeutig die Tatsachen definiert werden, die darin lagen, dass einerseits aus Gründen mangelnder Kapazitäten für HLM-Operationen in Düsseldorf Palliationen erfolgen mussten (s. S. 163ff). Andererseits wurden sehr genau die Ergebnisse der arteriellen Switch-Operation bei Neugeborenen durch

¹³⁷³ Ebd.

¹³⁷⁴ Von Thun, (2013), S. 27-32

¹³⁷⁵ Ebd.

¹³⁷⁶ Krian et al., „The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems“, (1991), S. 160

¹³⁷⁷ Jatene et al., (1976), S. 366-367

¹³⁷⁸ Mustard, (1964), S. 469-472

Bircks et al., (1975), S. 452-455

Castaneda und Quaegebeur ab 1984 beobachtet. Dann wurde die beschriebene Kooperation mit Quaegebeur mit dem Ziel begonnen, eine negative „*learning curve*“ zu vermeiden. Die Folgezeit verdeutlicht die Wahl dieses Weges, da sich die Thematik der TGA unumstritten zu einem Schwerpunkt der wissenschaftlichen und klinischen Arbeit des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks entwickelte. Dies wird z.B. durch die Studie zu Langzeitergebnissen der Behandlungsoptionen bekräftigt.¹³⁷⁹ Zum wiederholten Male wird erkennbar, dass innerhalb eines spezialisierten Themengebiets weitere Spezialisierungstendenzen zur Ausbildung interdisziplinärer Forschungsgemeinschaften anregen. Durch fachspezifischen Wissenszuwachs wird Spezialisierung unumgänglich.

Fazit

Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass die Entwicklung der Therapieoptionen der TGA zweifelsfrei die zielführende Kooperation innerhalb des herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf, auch als Bestandteil eines internationalen Netzwerks, illustrieren kann. Ebenso eignet sie sich als Beispiel, die erfolgreich angewendete Kommunikation als Basis dieser Zusammenarbeit zu charakterisieren. Das betrifft auch den Aspekt, die potentiellen Gefahren, die hieraus resultieren, kritisch zu bewerten. Insgesamt veranschaulicht jedoch die Thematik der TGA, die als bedeutsamer Forschungsschwerpunkt des herzmedizinischen Netzwerks betrachtet werden kann, die Position der Düsseldorfer Klinik im nationalen und internationalen Vergleich.

¹³⁷⁹ Kramer et al., (1991), S. 5

4.3 Beurteilung und kritisches Hinterfragen der Folgen der Entstehung der Herzchirurgie

Wie ausführlich beschrieben, verursachte die Entstehung des eigenständigen Fachgebietes Herzchirurgie Veränderungen und Neuerungen, denen über die Grenzen der neuen Disziplin hinaus weitreichende Auswirkungen zuzuschreiben sind. Dazu zählen vor allem die Entwicklung neuer Berufsbilder als sog. medizinische Assistenzberufe, wie die der Kardiotechnik und der spezialisierten operativen und intensivmedizinischen Fachpflege. Grundlegende Bedeutung kommt der Erarbeitung neuer medizintechnischer Produkte, wie die EKZ, die Herzklappenprothesen, Herzschrittmacher und Defibrillatoren, zu. Diese bedeutsamen Entwicklungen ermöglichten medizinischen Fortschritt und kennzeichnen die fachrichtungsübergreifende Kooperation als multiprofessionell. Dennoch sollte ihr Entstehungsprozess und seine Folgen kritisch hinterfragt und beleuchtet werden.

Intensivmedizin

Die zunehmende Komplexität der Herzoperationen forderte unerlässlich die Einrichtung von Intensivstationen.¹³⁸⁰ Dabei wird ein medizinischer Spezialisierungsprozess deutlich, der eine differenzierte Patientenversorgung durch speziell ausgebildetes Personal und angepasste Räumlichkeiten ermöglichte.¹³⁸¹ Die Herausbildung der Intensivmedizin als Folge des kardiochirurgischen Fortschritts ist daher hinsichtlich der Patientenversorgung als positiv zu bewerten, da nur eine adäquate postoperative Betreuung der Patienten den Operationserfolg sichert.

Ausschlaggebend für diese Entwicklung war der wachsende Verantwortungsbereich des Pflegepersonals auf Intensivstationen und die Einbindung dieses Berufszweigs in den kardiochirurgischen Behandlungsprozess. Durch Delegation ärztlicher Arbeiten an das Pflegepersonal bekam die Zusammenarbeit zunehmend multiprofessionellen Charakter. Die Veränderungen eines Berufsbildes, hier der Krankenpflege, bringen neue Herausforderungen, jedoch auch mögliche Problematiken mit sich. So ist als sicher anzunehmen, dass neue Aufgaben und bis dahin ungewohnte Situationen für das Pflegepersonal hohe Anforderungen stellten, die als Überforderungen wahrgenommen wurden. Es gilt zu berücksichtigen, dass in der geschilderten Anfangsphase permanente

¹³⁸⁰ Zindler, "Geschichte der Thorax- und Kardioanästhesie," in *Anaesthesie — historisch gesehen*, S. 54

¹³⁸¹ Bircks, Interview

ärztliche Anwesenheit auf der Intensivstation noch nicht üblich war.¹³⁸² Diese Situationen könnten die adäquate Patientenversorgung gefährden. Bezogen auf die historischen Vorgänge in Düsseldorf ist auch zu berücksichtigen, dass durch die neue, größere Intensivstation im Rahmen des Neubaus der Chirurgie 1958 die Anzahl der herzchirurgischen Patienten zunahm.¹³⁸³ Dadurch stieg die Arbeitsbelastung des Pflegepersonals stetig an. Z.T. konnte der Mangel an Pflegepersonal durch den Einsatz studentischer Hilfskräfte gemildert werden.¹³⁸⁴

Erst 1970, allerdings vorbildlich früh im nationalen Vergleich, wurde eine die Zusatzausbildung für Pflegepersonal auf Intensivstationen in Düsseldorf eingeführt.¹³⁸⁵ Somit basierte die Übermittlung des intensivpflegerischen Wissens zunächst auf der unstrukturierten Weitergabe individueller Erfahrungswerte, wodurch sich kein einheitlicher Wissensstandard generieren ließ. Diese Problematik kann insbesondere im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit ärztlichem Personal problematisch sein, da ärztliche Anweisungen nicht standardisiert bearbeitet werden können. Die einheitliche Patientenversorgung ist somit nicht durchgehend gesichert.

Trotz der eben erwähnten, nicht zu vernachlässigenden Problematiken birgt der wachsende Verantwortungsbereich des Pflegepersonals neue Möglichkeiten. Die Erweiterung des Aufgabenfeldes der pflegerischen Berufe bietet die Option der individuellen Entfaltung der beruflichen Persönlichkeit, sodass das Berufsbild facettenreicher erscheint. Durch die standardisierte Ausbildung und Qualifikationen kommt es letztlich zur Professionalisierung des Berufsbildes des intensivmedizinischen Pflegers oder Pflegerin. Dieser Prozess bewirkt einen Aufstieg innerhalb der Hierarchie der medizinischen Berufe, sodass die multiprofessionelle Kooperation von ärztlichem und pflegerischem Personal gefördert wird.

Die Etablierung des neuen Fachgebietes Herzchirurgie hat somit konkrete Auswirkungen auf den pflegerischen, insbesondere den intensivpflegerischen Berufsstand, als sog. ärztliches Assistenzpersonal. Es wird ein Spezialisierungsprozess auf pflegerischer Ebene deutlich, der einerseits neue Problematiken und Herausforderungen mit sich bringt. Andererseits vergrößert er die individuellen, beruflichen Entfaltungsmöglichkeiten und symbolisiert durch

¹³⁸² Ahnefeld und Operbecke, (1999), S. 465-473

¹³⁸³ Bircks, Interview

¹³⁸⁴ Krian, Persönliche Mitteilung, Juni 2021

¹³⁸⁵ Zindler und Dudziak, (1971), S. 67

die Einführung einer standardisierten Ausbildung den Prozess der Professionalisierung einer medizinischen Disziplin.

Kardiotechnik

Durch die Entstehung des neuen Berufsbildes des Kardiotechnikers als Folge des kardiochirurgischen Fortschritts wird der Verantwortungsbereich der Krankenpflege ergänzt. Die herzchirurgische Klinik Düsseldorf nimmt diesbezüglich eine Sonderstellung ein, da, wie bereits dargestellt, mit der Persönlichkeit Josef Güttler, der zurecht als „Vater der Kardiotechnik“ bezeichnet wird, der Beginn dieser Entwicklung verbunden ist.¹³⁸⁶

In Analogie zum Entwicklungsprozess der intensivmedizinischen Pflege spiegelt die Etablierung des neuen Berufsbildes Kardiotechnik ebenfalls den Spezialisierungsprozess eines medizinischen Assistenzberufs, der individuelle berufliche Entfaltung ermöglicht. Als Besonderheit ist die Kombination von medizinischen und technischen Kompetenzen zu werten, die Multiprofessionalität in diesem Berufszweig bedeutet.

Die kritische Auseinandersetzung mit der Kardiotechnik als Folge des kardiochirurgischen Fortschritts ergibt ähnliche Ergebnisse, wie die Beleuchtung des Entstehungsprozesses der Intensivmedizin. Erneut wird ein Spezialisierungsvorgang eines medizinischen Assistenzberufs deutlich, der letztlich in einem Professionalisierungsprozess mündet. Die Professionalisierung wiederum führt zum Aufstieg der neu entstandenen Berufsgruppe im hierarchischen Gesundheitssystem. Da im klinischen Alltag eine enge Kooperation mit ärztlichem Personal erforderlich wird, entwickelt sich die interdisziplinäre Kooperation zur multiprofessionellen, herzmedizinischen Zusammenarbeit. Diese Entwicklung verursacht eine Aufweichung der strikten Hierarchien unterschiedlicher medizinischer Berufsgruppen und fördert die Kooperation auf Augenhöhe.

Hinsichtlich seiner Multiprofessionalität bekleidet das Berufsbild des Kardiotechnikers eine Sonderstellung: Einerseits zählt es zu den medizinischen Assistenzberufen und ergänzt die ärztliche Arbeit. Zusätzlich integriert es technische Aspekte, die rein medizinisches Wissen überschreiten, so dass tatsächlich Multiprofessionalität entsteht. Daher kann die Kardiotechnik in der Betrachtung der Entstehung eines herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf als positiv zu wertende Folge des kardiochirurgischen Fortschritts bezeichnet werden. Dies illustriert somit den Aspekt der Multiprofessionalität auf zwei Arten: einerseits

¹³⁸⁶ Böttger und Bauer, (2012), S. 10

in Form der Integration in die kooperative Behandlung von Herzerkrankungen, andererseits durch die Verbindung von Medizin und Technik.

Dennoch sollte berücksichtigt werden, dass durch die Einführung einer neuen Berufsgruppe die Komplexität der fachrichtungsübergreifenden Kooperation steigt. Zum einen ermöglicht die zunehmende Spezialisierung unterschiedlicher Berufsgruppen eine zielgerichtete Patientenversorgung. Andererseits bergen die zunehmend komplexer werdende Kommunikation und der vielschichtige Behandlungsprozess Schwierigkeiten und Gefahren der adäquaten Patientenbetreuung, die z.B. auf ungenügender oder fehlerhafter Kommunikation basieren. Gemäß Schulz von Thuns Kommunikationsmodell potenziert daher die Einbindung der Kardiotechniker in den Operationsablauf die Gefahr von Missverständnissen, da ein weiterer Operationsteilnehmer entscheidende Anweisungen, Aussagen oder Argumente auf vier verschiedene Weisen interpretieren und missverstehen kann. So wird auch bei dieser Entwicklung deutlich, dass eine gut funktionierende Kommunikation die Basis multiprofessioneller Zusammenarbeit ist die.¹³⁸⁷

Medizintechnische Errungenschaften

Schließlich zählen die medizintechnischen Errungenschaften, insbesondere die Herz-Lungen-Maschine, einerseits zu den Folgen der Etablierung der Herzchirurgie, andererseits können sie als Ursache für weiteren kardiochirurgischen Fortschritt bezeichnet werden.

Unumstritten leitete die regelhafte Anwendung der EKZ die Ära der erfolgreichen, standardisierten Kardiochirurgie ein. Dennoch offenbart die intensive Auseinandersetzung mit der Thematik einige Risiken, deren Analyse nicht vernachlässigt werden darf. Insgesamt besteht die Gefahr, dass die Darstellungen medizinhistorischer, insbesondere medizintechnischer Entwicklungen, den Prozess aus heutiger Sicht positivieren.¹³⁸⁸ Daher sollte berücksichtigt werden, dass die Publikationen, die Erstoperationen oder erste Anwendungen medizintechnischer Errungenschaften beschreiben und als Grundlage dieser Darstellungen dienen, häufig ihre erfolgreiche Anwendung wiedergeben und selten gescheiterte Versuche charakterisieren. Es besteht das Risiko, die medizinhistorische Realität zu verzerren.

¹³⁸⁷ Von Thun, (2013), S. 27-32

¹³⁸⁸ Fangerau und Hentschel, (2018), S. 141

Daher ist es bedeutungsvoll, gescheiterte Versuche und Problematiken der Anwendung der extrakorporalen Zirkulation beispielhaft darzustellen und zu analysieren. So endete der erste klinische Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine im Jahr 1951 unter der Leitung von Clarence Dennis letal.¹³⁸⁹ Auch John Gibbons erster Versuch, einen Patienten mit angeborenem Herzfehler unter Einsatz der extrakorporalen Zirkulation zu operieren, war nicht erfolgreich und sein Patient starb.¹³⁹⁰ In ähnlicher Weise, allerdings eher durch noch unzureichende technische Reife, ist die Einführung der ersten Herzschrittmacher zu werten. Dadurch bedingt, mussten sich die ersten so behandelten Patienten Mehrfacheingriffen oftmals Notoperationen unterziehen.¹³⁹¹

Es zeigt sich eine zentrale Problematik des medizintechnischen Fortschritts: Die Anwendung medizintechnischer Innovationen, wie die Herz-Lungen-Maschine, Herzschrittmacher oder Herzklappenprothesen, einhält Risiken auf Grund ihres zunächst mangelnden routinierten Einsatzes. Das bezieht sich sowohl auf die praktischen Fähigkeiten der Chirurgie wie auch technische Mängel. Als Schlussfolgerung ist daher festzuhalten, dass jede medizintechnische Errungenschaft, sowie jede medizinische Innovation, die dem Patienten potentiellen Schaden hinzufügen könnte, sich einer umfassenden kritischen ethischen Analyse unterziehen sollte. Das bezieht auf die Zeit vor der ersten Anwendung, verlangt darüber hinaus sorgfältige Überprüfung der Langzeitergebnisse.

Die Etablierung medizintechnischer Errungenschaften bringt also Risiken für die Patientenversorgung mit sich, die nicht unbeachtet bleiben dürfen. Dazu gehört besonders die Gefahr der sog. Dehumanisierung.¹³⁹² Durch zunehmende Technisierung der Medizin gerät die persönliche Arzt-Patienten-Beziehung in Gefahr, die häufig die Basis für einen erfolgreichen Behandlungsablauf bildet. Trotz der Nützlichkeit technischer Innovationen sollte daher menschliche Fürsorge und die individuelle Auseinandersetzung mit dem Patienten oberste Priorität im Therapieprozess haben.

Dennoch bedeutet vor allem die Einführung der Herz-Lungen-Maschine die Initialzündung für die aus heutiger Sicht moderne Kardiochirurgie. Insbesondere war es möglich, zahlreiche Therapieoptionen für Herzerkrankungen und standardisierte Operationsvorgänge zu generieren. Der Entwicklungsprozess der EKZ ist geprägt von wechselseitiger Beeinflussung

¹³⁸⁹ Dennis et al., (1951), S. 719

¹³⁹⁰ Gibbon, „The development of the heart-lung apparatus“, (1978), S. 608-619

¹³⁹¹ Chardack, (1964), S. 507-537

¹³⁹² Fangerau und Badura-Lotter, (2014), S. 11

von Kardiochirurgie und Medizintechnik: zum einen forderte die Herzchirurgie durch Wissenszuwachs in Folge zunehmender Spezialisierung die Medizintechnik heraus, neue Produkte zu entwickeln, sodass das Operationsspektrum erweitert werden kann und die Durchführung bereits etablierter Eingriffe erleichtert wird. Im Umkehrschluss regten medizintechnische Etablierungen zum innovativen, klinischen Denken an, sodass eine kreative Nutzung der zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmittel als Folge des Entwicklungsprozesses zu beurteilen ist.

Anhand dieser Darstellung der Verknüpfung von Medizintechnik und Herzchirurgie wird deutlich, dass die EKZ nicht lediglich als Folge interdisziplinärer Zusammenarbeit zu werten ist. Ihre Anwendung überschreitet die Grenzen der Medizin und sollte daher als multiprofessionell bezeichnet werden. Somit ist der Beginn der Ära der offenen Herzchirurgie mittels Herz-Lungen-Maschine einerseits als Folge des vorausgehenden kardiochirurgischen Spezialisierungsprozesses zu betrachten. Andererseits demonstriert dieser Entwicklungsprozess den multiprofessionellen Charakter der Behandlung von Herzerkrankungen, der anhand des herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf verdeutlicht werden kann.

Fazit

Anschließend an diese Analyse kann festgehalten werden, dass die als Folgen des kardiochirurgischen Fortschritts zu bezeichnenden Innovationen, wie die Intensivmedizin, die Kardioelektronik und medizintechnische Errungenschaften, aus heutiger Sicht als Grundlage der modernen Herzchirurgie anzusehen sind. Dennoch sollten die oben erwähnten, Gefahren und Kritikpunkte nicht außer Acht gelassen werden, da sie zentrale medizinhistorische Prozesse im Allgemeinen widerspiegeln und illustrieren können. Somit erlaubt die Thematik der Folgen des kardiochirurgischen Fortschritts nicht lediglich die Verdeutlichung der Entstehungsgeschichte der nationalen, internationalen und Düsseldorfer Herzchirurgie, sondern kann als Beispiel für entscheidende, in der allgemeinen medizinischen Geschichtsschreibung zum Ausdruck kommenden Entwicklungsschritte dienen.

4.4 Bewertung des *Tacit Knowledge* Konzepts

Abschließend ermöglicht Polanyis Konzept zum impliziten Wissenserwerb einen Erklärungsversuch zur Entstehung der eigenständigen Fachrichtung Herzchirurgie, eines multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf und der Spezialisierung als zentrales Leitmotiv der medizinischen Entwicklung. Jedoch sollte sich diese wissenschaftsphilosophische Theorie nach seiner Interpretation und Anwendung einer kritischen Auseinandersetzung unterziehen.

Im Hinblick auf die internationalen Entwicklungen der Herzchirurgie liefert Polanyi Erklärungsansätze für die gehäuft zu beobachtende Tatsache, dass einige Innovationen gleichzeitig und unabhängig voneinander entstehen. Er spricht von „einer vorgezeichneten Bahn der Wissenschaft“, deren Verfolgung unweigerlich die Einführung der jeweiligen Errungenschaft bedeutet.¹³⁹³ Diese Ausdrucksweise impliziert wissenschaftlichen Fatalismus und birgt die Gefahr, den Entdeckergeist der Wissenschaft zu dämpfen. Daher sollte dieser Teilaspekt des *Tacit Knowledge* lediglich auf die oben beschriebene Situation, nicht auf allgemeine wissenschaftliche Lernprozesse angewendet werden.

Betrachtet man schließlich den lerntheoretischen Aspekt des Konzepts in Bezug auf die Entstehung der spezialisierten Fachrichtung Herzchirurgie, ist insbesondere der Prozess des sog. *Indwellings* kritisch zu hinterfragen. Dieser zeichnet sich durch die Konzentration auf den distalen Term aus, während die Einzelheiten des zu erlernenden Vorgangs in den Hintergrund treten. Folglich stellt sich die Frage, wie chirurgisches Vorgehen erlernt werden kann, ohne dass jede Facette des Vorgangs verstanden wird. Polanyis Theorie impliziert somit, dass eine Operation erlernt wird, ohne dass zu jedem Zeitpunkt das genaue *Procedere* klar definiert ist. Er fordert, das Augenmerk lediglich auf wichtige Schlüsselmerkmale der zu lernenden Aktion zu legen.¹³⁹⁴

Dieser Ansicht scheinen auf den ersten Blick viele chirurgische Lehrbücher, die eine sehr detaillierte Auseinandersetzung mit chirurgischen Vorgehensweisen und Thematiken beinhalten, zu widersprechen. Zur näheren Betrachtung sei als ein Beispiel hierfür Ziemer und Haverichs Lehrbuch „Herzchirurgie“ genannt. So wird u.a. im Kapitel zur Transposition der großen Gefäße detailliert jeder Operationsschritt der Mustard und Senning Operation

¹³⁹³ Polanyi, (1985), S. 69

¹³⁹⁴ Ebd., S. 34.

erklärt und anschließend mit passenden Zeichnungen untermauert.¹³⁹⁵ Allerdings muss an dieser Stelle der signifikante Unterschied zwischen einem chirurgischen „Lehrbuch“ und einer „Operationslehre“ berücksichtigt werden. In letzterer müssen unerlässlich Einzelschritte benannt und erklärt werden. Sofern es mehr allgemeine Teile der Prozedur sind, darf „implizite Wissensvermittlung“ vorausgesetzt werden.

Weiterhin muss der Chirurg zu jeder Zeit alle Einzelheiten seines operativen Vorgehens verbalisieren können, sodass alle Teilnehmer der Operation, z.B. Pflegepersonal oder Anästhesisten, seine Operationsschritte nachvollziehen können und ihr Handeln dementsprechend anpassen. Daher zeigt sich, dass Polanyis Theorie zum impliziten Wissenserwerb hinsichtlich der operativen Ausbildung angehender Chirurgen und im klinischen Alltag Grenzen bezüglich der praktischen Umsetzung aufweist.

Der Aspekt der „Zergliederung“ kann diesen Kritikpunkt relativieren.¹³⁹⁶ Diese Form des Wissenserwerbs beschreibt gezielt, die detaillierte Auseinandersetzung mit der zu erlernenden Tätigkeit. Polanyi beschreibt, dass die Zergliederung des Themas zunächst den Überblick über die zu erlernende Tätigkeit erschwert. Das anschließende erneute Verständnis erleichtert jedoch den Prozess des Wissenserwerbs.

Hier zeigt sich somit eine Gefahr, die Polanyis Theorie birgt: Der Erwerb des impliziten Wissens darf keinesfalls gleichgesetzt werden mit der Forderung, sich nicht intensiv mit einem Thema auseinandersetzen zu dürfen. Bezogen auf den Wissenserwerb in der Herzchirurgie bedeutet dieses Argument, dass eine differenzierte Beschäftigung mit der zu erlernenden Tätigkeit zunächst zum fehlenden Verständnis der Sinnhaftigkeit der Tätigkeit führen kann.¹³⁹⁷ Durch die anschließende Wiedererkennung dieser Bedeutung kann jedoch die Tätigkeit, wie beispielsweise die Durchführung einer Operation, in all ihren Facetten besser nachvollzogen werden und wird zum Bestandteil des impliziten Wissens. Daher illustriert Polanyis Theorie bedeutende Teilaspekte des Lernprozesses der internationalen und Düsseldorfer Herzchirurgen.

¹³⁹⁵ S. Däbritz und A. Tiete, "D-Transposition der großen Gefäße und kongenital korrigierte Transposition," in *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen* (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010), S. 489

¹³⁹⁶ Polanyi, (1985), S. 26

¹³⁹⁷ Ebd., S. 25.

Zusätzlich kann sein Konzept auf die insgesamt in der Medizin zu beobachtenden Spezialisierungstendenzen angewendet werden. Ein Beispiel hierfür stellt die Fachrichtung der plastischen Chirurgie dar. Insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg außerhalb von Deutschland zeigten sich erste chirurgische Bemühungen, entstellende Verletzungen operativ zu behandeln.¹³⁹⁸ Ursula Schmidt-Tintemann referiert, dass die Grundlage des neuen Fachgebiets plastische Chirurgie eine spezielle fachbezogene Ausbildung ist, da eine adäquate Patientenversorgung in diesem Fachbereich lediglich hierdurch ermöglicht wird.¹³⁹⁹ Somit zeigt sich insgesamt eine Zergliederung der großen Disziplin Chirurgie in Teildisziplinen. Polanyis Konzept des impliziten Wissenserwerb und der Zergliederung, die in der Folge zu weiterer Spezialisierung führt, erscheint daher als fachrichtungsübergreifendes Phänomen.

Auf Grund dessen bietet Polanyis Theorie eine Möglichkeit, Aspekte des multiprofessionellen Herzzentrums in Düsseldorf zu veranschaulichen. Jedoch werden auch hier einige Grenzen deutlich.

Zunächst sollte erwähnt werden, dass es sich bei Polanyis Ausführungen um ein theoretisches, philosophisches Modell handelt. Das Herzzentrum in Düsseldorf hingegen ist ein Netzwerk der direkten Patientenversorgung und ist geprägt von praktisch durchzuführenden Tätigkeiten. Somit entsteht der Kritikpunkt, dass dieser stark theoretisch orientierte Erklärungsversuch unpassend für ein praktisch ausgerichtetes Themengebiet erscheint. Diese Herangehensweise birgt die Gefahr, die zentrale Funktion, die adäquate Patientenversorgung, des multiprofessionellen Netzwerkes zu verkennen. Polanyis Ausführungen bieten daher einen theoretischen, strukturellen Erklärungsversuch, werden jedoch alle Facetten dieser Entwicklung nicht abbilden können.

Dennoch kann das Konzept des impliziten Wissens die entscheidenden Entwicklungsschritte des Düsseldorfer Herzzentrums verdeutlichen. Insbesondere das Prinzip der marginalen Kontrolle veranschaulicht das ärztliche Miteinander und die Kooperation zur Behandlung von Herzerkrankungen. Diese Zusammenarbeit von Grundlagenforschung, Diagnostik, Therapie und postoperativer Kontrollen reflektiert Polanyis Vorstellung hierarchischer

¹³⁹⁸ U. Schmidt-Tintemann, „50 Jahre deutsche Chirurgie - Der Weg zur Spezialisierung,“ *Der Chirurg BDC* 32, 11 (1993), S. 234

¹³⁹⁹ Ebd.

wissenschaftlicher Strukturen. Während die Herzchirurgie die Therapie der Erkrankung übernimmt, muss sie die Gesetze der Physiologie berücksichtigen. Anschließend erfordert die postoperative Überwachung, durchgeführt von Anästhesisten, Internisten und Chirurgen, die Beachtung der intraoperativen Besonderheiten.

Das interdisziplinäre Netzwerk hält sich somit an Polanyis Vorgaben, dass die hierarchisch höhere Struktur die Rahmenbedingungen der darunterliegenden einhalten muss. Hierbei kann sie jedoch ihren eigenen Differenzierungsgrad definieren.¹⁴⁰⁰

Weitergehend definiert Polanyis die Umgangsweise untereinander während der Zusammenarbeit: Er beschreibt, dass ein Lernprozess, das sog. „*indwelling*“, lediglich auf der Basis der Anerkennung der jeweiligen Autoritäten stattfinden kann.¹⁴⁰¹ Diese Grundlage ist ebenso Voraussetzung für die erfolgreiche Kooperation während der Behandlung von Herzerkrankungen in Düsseldorf. Somit liefert Polanyis Modell Erklärungsansätze für die Organisation und das Miteinander im interdisziplinären Herzzentrum in Düsseldorf.

Jedoch kann spekuliert werden, dass dieses Idealbild einer harmonischen Kooperation einer Vielzahl an unterschiedlichen Berufsgruppen nicht allzeit anzufinden war. Die Zusammenarbeit im multiprofessionellen Netzwerk basiert insbesondere auf Kommunikation. Da jedoch die Anzahl der kommunizierenden Menschen sehr hoch war, sind Missverständnisse und Meinungsverschiedenheiten nicht auszuschließen. Daher zeigt sich erneut, dass „*Tacit Knowledge*“ ein Idealbild der Zusammenarbeit abbilden kann und als theoretisches Konstrukt und Erklärungsansatz anzusehen ist.

Fazit

Zusammenfassend betrachtet stellt sich das Konzept des impliziten Wissens als ein Beispiel dar, das zum einen den Lernprozess des Chirurgen, zum anderen viele Aspekte des fachrichtungsübergreifenden Netzwerks in Düsseldorf mit dem Schwerpunkt der Herzerkrankungen treffend illustrieren und veranschaulichen kann. Jedoch zeigen sich einige Einschränkungen. Insbesondere muss bei der Anwendung des Konzepts die Patientenversorgung als Ziel der disziplinübergreifenden Kooperation berücksichtigt werden. Außerdem darf die differenzierte Auseinandersetzung mit zu erlernenden Themen als wichtiger Aspekt des Wissenserwerb nicht vernachlässigt werden. Trotz dieser Grenzen kann

¹⁴⁰⁰ Polanyi, (1985), S. 42-43

¹⁴⁰¹ Ebd., S. 58.

Polanyis Konzept des impliziten Wissens als adäquates Modell zur Veranschaulichung des multiprofessionellen herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf, sowie der Etablierung einer großen kardiochirurgischen Klinik herangezogen werden. Es ist Ausdruck des herzmedizinischen Lernprozesses als Sinnbild eines Spezialisierungsprozesses, der unweigerlich zur interdisziplinären und multiprofessionellen Zusammenarbeit führt.

5 Schlussfolgerungen

Abschließend sollen die wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit im Hinblick auf die zentralen Leitmotive der Fragestellung zusammengefasst und gebündelt dargestellt werden. Zunächst zeigt sich ganz allgemein und durchgängig, wie grundlegend die Geschichte der Medizin von Spezialisierungsprozessen geprägt ist, die auf stetigem Wissenszuwachs beruhen. Als Konsequenz entstehen eigenständige medizinische Fachdisziplinen, die sich im Laufe der Zeit durch weitere Wissensgenerierung und somit Spezialisierung in wiederum „eigenständige“ Subdisziplinen aufgliedern. In diesen Zusammenhang lässt sich die internationale und nationale Geschichte der Kardiochirurgie einordnen, da sie einen solchen medizinischen Spezialisierungsprozess beispielhaft illustriert.

Weiterhin wird deutlich, dass sich in der Geschichte der herzchirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf der internationale und nationale kardiochirurgische Entwicklungsprozess in analoger Weise widerspiegelt. Die ausführlich dargestellten „Epochen“ der Geschichte der Kardiochirurgie werden in Düsseldorf in analoger Weise durch die Phasen der Persönlichkeiten Emil Karl Frey, Ernst Derra und Wolfgang Bircks, sowie ihre jeweiligen Errungenschaften verkörpert. So finden sich Ersteinriffe, wie die offene Herzchirurgie mittels Oberflächenhypothermie, die Implantation eines Herzschrittmachers und auch Defibrillators. Zweimal erfolgten in Düsseldorf Ersteinriffe, die, etwa zeitgleich an anderen Orten, ohne jeweilige gegenseitige Kenntnis, von anderen Operateuren durchgeführt wurden: die Ductus-Operation von Frey und der infrakoronare Aorta-ascendens-Ersatz von Bircks. Des Weiteren sind neue Techniken, wie die chirurgische Therapie ventrikulärer Tachykardien, zu nennen und innovative Studien, wie die des randomisierten Vergleichs mechanischer Herzklappen. Daher kann die Entwicklung zur eigenständigen kardiochirurgischen Klinik in Düsseldorf, gut begründet, als Beispiel eines medizinischen Spezialisierungsprozesses herangezogen werden.

Eine wesentliche Voraussetzung dieser Entwicklung, die zur Bildung eines Herzzentrums führte, war die interdisziplinäre Zusammenarbeit zahlreicher herzmedizinisch ausgerichteter Fachrichtungen. Hierzu zählen neben der Chirurgischen Klinik, die Klinik für Innere Medizin, die Kinderklinik, das Institut für Pathologie, die Klinik für Anästhesiologie, das Institut für Physiologie, die Radiologische Klinik, das Institut für Pharmakologie und das Institut für Mikrobiologie und Virologie. Die interdisziplinäre, klinische und wissenschaftliche Kooperation, umfasste mithin sowohl klinische wie auch theoretische Fachdisziplinen. Eine Analyse hinsichtlich der zeitlichen Abfolge und der herzmedizinischen Ausrichtungen zeigt,

dass die Klinik für Innere Medizin, das Institut für Pathologie und die Klinik für Chirurgie als Basis des Herzzentrums bezeichnet werden können, da sich bei diesen Fachrichtungen seit der Gründung der Medizinischen Akademie Düsseldorf herzmedizinische Fragestellungen beobachten lassen. Es entstand zunächst ein „Dreier-Gespann“ aus Innerer Medizin, Chirurgie und Pathologie, das die drei Grundvoraussetzungen der erfolgreichen medizinischen Behandlung verkörpert und vernetzt: Forschung, Diagnostik und Therapie. Da zu den Patienten, die frühzeitig von dieser Kooperation profitierten, Kinder mit angeborenen Herzerkrankungen gehörten, sollte die Kinderklinik ebenso als Basiselement des Herzzentrums gewertet werden.

In diesem Zusammenhang kommt der Klinik für Anästhesiologie eine Sonderstellung zu. Die Anästhesie entwickelte sich in wechselseitigem Zusammenhang mit den Fortschritten der Chirurgie und trug wesentlich zur Entwicklung der Kardiochirurgie bei. Düsseldorf übernahm bei der Förderung der erforderlichen Interdisziplinarität und Verselbstständigung der Anästhesiologie zu einem eigenständigen Fachgebiet durch Derra eine führende Rolle. Im Rahmen der differenzierten Auseinandersetzung mit der Thematik eines interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf wurde deutlich, dass die Zusammenarbeit durch die Integration nicht ärztlicher Aufgabenbereiche multiprofessionellen Charakter annahm: Neue Berufsbilder, wie das des Kardiotechnikers, und neue pflegerische Weiterbildungsmöglichkeiten, wie die der Intensiv- oder spezialisierten Operationskrankenpflege, bereichern den herzmedizinischen Behandlungsablauf und begünstigen so den kardiochirurgischen Fortschritt. Sie bieten außerdem individuelle Entfaltungsmöglichkeiten des nicht ärztlichen Personals und sind daher Ausdruck eines weiteren Spezialisierungsprozesses im Zusammenhang mit der kardiochirurgischen Geschichte. Zusätzlich zeichnet die Integration der Medizintechnik mit ihren wichtigsten Errungenschaften, wie der extrakorporalen Zirkulation, den Herzschrittmachern oder der Verbesserung des Nahtmaterials, den multiprofessionellen Aspekt des internationalen, nationalen und Düsseldorfer kardiochirurgischen Entwicklungsprozesses aus. Die herzmedizinische Zusammenarbeit in Düsseldorf kennzeichnet sich daher als facettenreich, differenziert und ganz deutlich multiprofessionell. Sie kann als herzmedizinisches Netzwerk bezeichnet werden, das ein multiprofessionelles Beziehungsgeflecht mit dem Ziel der Behandlung von Herzkrankheiten illustriert.¹⁴⁰² Hierbei

¹⁴⁰² Fangerau und Hentschel, (2018), S. 133-134

überschreitet die Zusammenarbeit im herzmedizinischen Netzwerk die regionalen Grenzen Düsseldorfs. Durch klinische und wissenschaftliche Kooperationen mit der Universität Aachen oder Leiden wird es überregional und international tätig.

Die beschriebene Entwicklung ist somit insgesamt von Spezialisierungs-, Disziplinierungs- und Professionalisierungsprozessen auf unterschiedlichen Ebenen geprägt.

Insgesamt können die dargestellten Vorgänge größtenteils mittels Polanyis Lerntheorie des „*Tacit Knowledge*“ verdeutlicht werden: Sein Konzept des *Indwellings*, der Zergliederung und der anschließenden Konzentration auf den distalen Term charakterisieren den kardiochirurgischen Lern- und Spezialisierungsprozess. Der Aspekt der Multiprofessionalität und die Zusammenarbeit in einem organisierten herzmedizinischen Netzwerk basieren u.a. auf dem Prinzip der marginalen Kontrolle.

Zusammengefasst verdeutlicht die Geschichte der Herzchirurgie der Universität Düsseldorf beispielhaft einen medizinischen Spezialisierungs- und Professionalisierungsprozess: Es lassen sich in Analogie die Einzelschritte beobachten, die bereits bei der prinzipiellen Tendenz der allgemeinen Medizin hin zur Spezialisierung wie auch derjenigen der internationalen Herzchirurgie begegnen. Die Folge dieser Entwicklung ist die Einbettung der Klinik in ein organisiertes, herzmedizinisches, Netzwerk, das durch Integration einer Vielzahl an medizinischen, pflegerischen und technischen Fachdisziplinen als multiprofessionell bezeichnet werden kann. Auf dieser Form der Kooperation der verantwortlichen Persönlichkeiten und ihrer Institutionen basieren der Erfolg der klinischen und wissenschaftliche Herzmedizin in Düsseldorf und ihre nationale und internationale Reputation.

6 Literaturverzeichnis

- "Zweite Herz-Lungen-Maschine - DGB-Stiftung für Akademie - Wesentliche Erleichterung "
Rheinische Post Düsseldorf 294 (14.12.1961)
- "Zweite Herz-Lungen-Maschine steht - Bisher 4500 Herzoperationen in der Chirurgie - Bald
kürzere Wartezeiten für Schwerkranke " *Rheinische Post Düsseldorf* 25 (30.01.1962)
- A., Carpentier. "Principles of tissue valve transplantation." In *Biological Tissue in Heart Valve
Replacement*, Hrsg. M I; Ross Ionescu, DN; Wooler GH., S. 49-81. London:
Butterworth, 1972.
- Abbott, M. E. *Atlas of congenital cardiac disease*. 1: New York: American Heart Association,
1936.
- Abendroth, R.-R., G. Breithardt, L. Seipel, J. Ostermeyer, und W. Bircks. *Reproduzierbarkeit
und Frequenzabhängigkeit ventrikulärer epikardialer Aktivierungsmuster bei
Patienten mit normaler Erregungsbildung und -leitung*. Edited by Berndt Lüderitz.
Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981.
- Aberdeen, E., D. J. Waterston, I. Carr, G. Graham, R. E. Bonham-Carter, und S. Subramanian.
"Successful „Correction“ of transposed great arteries by Mustard´s Operation "
Lancet 1, 7398 (1965) S. 1233-1235
- Ahnefeld, F. W. und H. W. Opderbecke. "Die geschichtliche Entwicklung der Intensivmedizin
in Deutschland." *Der Anaesthesist* 48, 7 (1999) S. 465-473
- Alexi-Meskishvili, V. V. und W. Böttcher. "The First Closure of the Persistent Ductus
Arteriosus." *The Annals of Thoracic Surgery* 90, 1 (2010) S. 349-356
- Alexi-Meskishvili, V. V. und Igor E. Konstantinov. "Surgery for atrial septal defect: from the
first experiments to clinical practice." *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 1 (2003) S.
322-327
- Alexi-Meskishvili, V. V., E. V. Potapov, E. A. K. Beyer, und R. Hetzer. "Nikolai Terebinski: a
pioneer of the open valve operation." *Annals of Thoracic Surgery* 66 (1998) S. 1440-
1443
- Alvarez-Díaz, F., J. M. Brito, G. Cordovilla, J. Pérez De León, P. A. Sanchez, und C. M. Bordiú.
"Ascending aorta-right pulmonary artery anastomosis: Waterston's operation."
Thorax 28, 2 (1973) S. 152-157
- Anderson, R. H. "Has the Congenitally Malformed Heart Changed Its Face?" *Circulation
Research* 120, 6 (2017) S. 901-903
- Anderson, R. H., J. R. Zuberbuhler, P. A. Penkoske, und W. H. Neches. "Of clefts,
commissures, and things." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 90, 4
(1985) S. 605-610

- Andreasen, A. T. und F. Watson. "Experimental cardiovascular surgery." *British Journal of Surgery* 39, 158 (1952) S. 548-551
- Antonioli, G. E. "Lithium Pacemaker: The First Clinical Experience." *Pacing and Clinical Electrophysiology* 13, 3 (1990) S. 363-370
- Archiv, Orden Pour le mérite, Prof. Dr. med. Emil Karl Frey, Mitglied des Ordens Pour le mérite von 1975-1977
- Arensman, F. W., H. H. Sievers, P. Lange, R. Radley-Smith, A. Bernhard, P. Heintzen, und M. H. Yacoub. "Assessment of coronary and aortic anastomoses after anatomic correction of transposition of the great arteries." *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 4 (1985) S. 597-604
- Arnold, G. "107. Verlängerung der nutzbaren Ischämiedauer des Herzens durch Erhöhung des äußeren O₂-Partialdruckes und Persufflation der Coronargefäße mit gasförmigem Sauerstoff." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 319, 1 (1967) S. 641-647
- Arnold, G. und W. Lochner. "Die Temperaturabhängigkeit des Sauerstoffverbrauches stillgestellter, künstlich perfundierter Warmblüterherzen zwischen 34° und 4°C." *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* 284, 2 (1965) S. 169-175
- Arnold, G., C. Morgenstern, und W. Lochner. "The autoregulation of the heart work by the coronary perfusion pressure." *Pflügers Archiv* 321, 1 (1970) S. 34-55
- Aubin, H. "Ernst Derra und der chirurgische Verschluss des Ductus Botalli persistens." *Frühjahrstagung der DGK* (20.05.2019)
- Austen, W. G. "Eight former presidents of the AATS: The Boston connection." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 98, 5, Part 1 (1989) S. 643-658
- Baffes, T. G. "A new method for surgical correction of transposition of the aorta and pulmonary artery." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 102, 2 (1956) S. 227-233
- Bahnon, H. T., F. C. Spencer, E. F. G. Busse, und F. W. Davis. "Cusp Replacement and Coronary Artery Perfusion in Open Operations on the Aortic Valve." *Ann Surg* 152, 3 (1960) S. 494-503
- Bailey, C. P. "The Surgical Treatment of Mitral Stenosis (Mitral Commissurotomy)." *Diseases of the Chest* 15, 4 (1949) S. 377-393
- Bailey, C. P. "Surgical treatment of forty-six interatrial septal defects by atrio-septo-pexy." *Annals of Surgery* 140, 6 (1954) S. 805
- Bailey, C. P., H. P. R. Ramirez, und H. B. Larzelere. "Surgical treatment of aortic stenosis." *Journal of the American Medical Association* 150 (1952) S. 1647-1652

- Bailey, L. L., S. L. Nehlsen-Cannarella, R. W. Doroshov, J. G. Jacobson, R. D. Martin, M. W. Allard, M. R. Hyde, R. H. Dang Bui, und E. L. Petry. "Cardiac Allotransplantation in Newborns as Therapy for Hypoplastic Left Heart Syndrome." *New England Journal of Medicine* 315, 15 (1986) S. 949-951
- Barnard, C. N. "The operation. A human cardiac transplant: an interim report of a successful operation performed at Groote Schuur Hospital, Cape Town." *S Afr Med J* 41, 48 (1967) S. 1271-1274
- Barnard, C. N. "Human heart transplantation." *Can Med Assoc J* 100, 3 (1969) S. 91-104
- Barratt-Boyes, B. G. "Homograft Aortic Valve Replacement in Aortic Incompetence and Stenosis " *Thorax* 19, 2 (1964) S. 131-150
- Barratt-Boyes, B. G. , M. Simpson, und J. M. Neutze. "Intracardiac Surgery in Neonates and Infants Using Deep Hypothermia with Surface Cooling and Limited Cardiopulmonary Bypass." *Circulation* 43, 5s1 (1971) S. I-25-I-30
- Bauer, A. W. "Karl Landsteiner: Entdecker der Blutgruppen in Wien – Nobelpreisträger in New York." *Transfusionsmedizin* 8, 03 (2018) S. 164-169
- Bauer, K. H. "Die Wandlungen der Anaesthesie vom Standpunkt des Operateurs." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 282, 1 (1955) S. 163-177
- Bauer, K. H. *Aphorismen und Zitate für Chirurgen*. Springer-Verlag, 2013.
- Bayer, O., E. Boden, und E. Derra. "Ergebnisse der chirurgischen Behandlung bei 55 Mitralstenosen." *Münch. med. Wschr* 95 (1953) S. 789
- Bayer, O., F. Grosse-Brockhoff, F. Loogen, und H. Meessen. "Vergleichende klinische, pathophysiologische und pathologisch-anatomische Untersuchungen bei Mitralstenose." *Archiv für Kreislaufforschung* 26, 3 (1957) S. 238-256
- Bayer, O., F. Loogen, und H. H. Wolter. *Der Herzkatheterismus bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern*. Georg Thieme Verlag, 1954.
- Beall, A. C., Jr., G. C. Morris, Jr., D. A. Cooley, und M. E. DeBakey. "Homotransplantation of the aortic valve " *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 42, 4 (1961) S. 497-506
- Beaulieu, J. "Les plus grands médecins du Canada : la docteure Maude Abbott." *Cmaj* 183, 7 (2011) S. 757-758
- Beck, A. "Zur Technik der Bluttransfusion." *Klinische Wochenschrift* 3, 44 (1924) S. 1999-2001
- Beck, C. S. und E. C. Cutler. "A Cardiovalvulotome " *J Exp Med* 40, 3 (1924) S. 375-379

- Becker, A. E. und R. H. Anderson. "Atrioventricular septal defects: What's in a name?" *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 83, 3 (1982) S. 461-469
- Becker, A. E. und R. H. Anderson. "Cardiac Pathology." In *Paediatric Pathology* Hrsg. C. L. Berry, S. 67-129. London: Springer 1996.
- Beckmann, A., R. Meyer, J Lewandowski, A Markewitz, und J. Gummert. "German Heart Surgery Report 2020: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery." *Thorac Cardiovasc Surg* 69, 04 (2021) S. 294-307
- Becu, L. M. , R. S. Fontana, J. W. DuShane, J. W. Kirklin, H. B. Burchell, und J. E. Edwards. "Anatomic and Pathologic Studies in Ventricular Septal Defect." *Circulation* 14, 3 (1956) S. 349-364
- Bergström, S. und J. Sjövall. "The isolation of prostaglandin E from sheep prostate glands." *Acta Chemica Scandinavica* 14 (1960) S. 1701-1705
- Bernstein, G. "The Castroviejo needle holder." *Journal of Dermatologic Surgery and Oncology* 14, 1 (1988) S. 21-22
- Bharati, S., M. Lev, und J. W. Kirklin. *Cardiac Surgery and the Conduction System* 1:Wiley Medical 1983.
- Bigelow, W. G., W. K. Lindsay, und W. F. Greenwood. "Hypothermia: Its Possible Role in Cardiac Surgery: An Investigation of Factors Governing Survival in Dogs at Low Body Temperatures." *Ann Surg* 132, 5 (1950) S. 849-866
- Binet, J. P. "Pioneering in heterografts." *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989) S. S71-S72
- Binet, J. P., C. G. Duran, A. Carpenter, und J. Langlois. "Heterologous aortic valve transplantation." *Lancet* 2, 7425 (1965) S. 1275
- Bircks, W., Prof. Dr. med. Wolfgang Bircks, Urheberrechte siehe Anhang
- Bircks, W. "„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung." *siehe Archiv der DGTHG* (06.11.1992) S. 1-21
- Bircks, W. "Ansprache anlässlich der Einweihung des Herzzentrums." *Kaiser-Wilhelm-Krankenhaus, Duisburg-Meiderich* (08.06.1990)
- Bircks, W. "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961." Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 1963.
- Bircks, W. "Herzchirurgie bei Säuglingen—Klappenanomalien." *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 18, 04 (1970) S. 306-309
- Bircks, W. "11. Herzchirurgie." *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 332, 1 (1972) S. 147-152

- Bircks, W. "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - 30 Jahre operative Kardiologie in Düsseldorf." In *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 198-205: Triltsch Druck und Verlag Düsseldorf, 1981.
- Bircks, W. "Entwicklung der Herzchirurgie in Deutschland." *Informationsblatt / Deutsche Gesellschaft für Kardiologie* 4, Heft 1 (1997) S. 30-38
- Bircks, W. "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung." *Z Kardiol* 91 Suppl 4 (2002) S. 409-427
- Bircks, W. "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland unter Berücksichtigung ihrer Beziehung zu der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung." In *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, Hrsg. B. Lüderitz und G. Arnold, S. 409-433. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- Bircks, W. interviewed von K.H. Leitz, *Zeitzeugen berichten*, Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, 2006
- Bircks, W. an A. Krian, Persönliche Mitteilung, Oktober 2020
- Bircks, W. , "Chirurgische Probleme bei angeborenen Herzfehlern im Erwachsenenalter." Symposium anläßlich des 75. Geburtstages von Prof. Dr. Franz Loogen: „Aktuelle Aspekte in Kardiologie und Pulmologie“, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 14.05.1994, 1994.
- Bircks, W., A. R. Fahmy, und P. Satter. "Die direkte Kanülierung der Aorta ascendens zur extrakorporalen Zirkulation." *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 17, 04 (1969) S. 351-355
- Bircks, W., H. Grieshammer, R. Körfer, H. D. Schulte, F. Loogen, K. Haerten, M. Bourgeois, und R. Liersch. "Zur Absterberate und zu Spätkomplikationen nach Palliativoperationen wegen Transposition der großen Arterien." *Thorac cardiovasc Surg* 23, 05 (1975) S. 452-455
- Bircks, W. und F. Loogen. "Indikation zum Aortenklappenersatz im Licht der Operationsergebnisse." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 316, 1 (1966) S. 819-828
- Bircks, W. und H. D. Schulte. "Surgical treatment of hypertrophic obstructive cardiomyopathy with special reference to complications and to atypical hypertrophic obstructive cardiomyopathy." *European Heart Journal* 4, suppl_F (1983) S. 187-190
- Björk, V. O. "A New Tilting Disc Valve Prosthesis." *Scandinavian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 3, 1 (1969) S. 1-10

- Björk, V. O. "The optimal opening angle of the Björk-Shiley tilting disc valve prosthesis." *Scandinavian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 15, 3 (1981) S. 223-227
- Blalock, A. und C. R. Hanlon. "Interatrial septal defect; its experimental production under direct vision without interruption of the circulation." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 87, 2 (1948) S. 183-187
- Blalock, A. und C. R. Hanlon. "The surgical treatment of complete transposition of the aorta and the pulmonary artery." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 90, 1 (1950) S. 1-15
- Blalock, A. und H. B. Taussig. "The Surgical Treatment of Malformations of the Heart: In Which There Is Pulmonary Stenosis or Pulmonary Atresia." *JAMA* 251, 16 (1945) S. 2123-2138
- Bleichröder, F. "Intraarterielle Therapie." *Berl. Klin. Wchr.* 49 (1912) S. 1503-1504
- Böckmann, U., D. Kranen, R. Körfer, und H. D. Schulte. "Anwendung von Bubble- und Membranoxygenatoren im Säuglings- und Kleinkindesalter - eine retrospektive Studie." *Thorac cardiovasc Surg* 33, 1 (1985) S. 48-49
- Böckmann, U., A. Krian, und K. Falke, "Hämodialyse bei Kindern nach cardiochirurgischen Eingriffen - Indikation, Monitoring und Komplikationen." Poster, 1. Internationales Steglitzer Symposium Theorie und Praxis der Anästhesiologie und Intensivmedizin, Steglitz Deutschland, 25.10.1985, 1985.
- Boden, E. *Elektrokardiographie für die ärztliche Praxis*. Vol. 14: Steinkopff, 1952.
- Borst, H. G. "Hands across the ocean." *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 4 (1985) S. 477-489
- Borst, H. G. und H. Dalichau. "Die Chirurgie der Atrioventrikularklappen." In *Herz- und herznahe Gefäße*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Senning A., S. 495-546. Berlin Heidelberg New York: Springer, 1978.
- Borst, H. G., H. Dittrich, und M. J. Polonius. "Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie." *Thorac cardiovasc Surg* 24, 04 (1976) S. 261-271
- Böttcher, W. und V. Alexi-Meskishvili. "Die Herznaht im neunzehnten Jahrhundert." *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 1 (2006) S. 36-44
- Böttcher, W., V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer. "Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000) S. 93-99
- Böttcher, W. und V. V. Alexi-Meskishvili. "Sergej Sergejewitsch Brychonenko (1890–1960): Pionier des kardiopulmonalen Bypasses in der Sowjetunion." *Kardiotechnik* 12 (2003) S. 73-77

- Böttcher, W. und A. Krüger. "Der Beginn der chirurgischen Therapie der Lungenembolie." *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 4 (2006) S. 162-173
- Böttcher, W. und Hübler M. "Der Beginn der chirurgischen Therapie der Mitralklappenstenose." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 20 (2006) S. 203-216
- Böttcher, W., F. Merkle, und H. H. Weitkemper. "Historische Entwicklung der künstlichen Stimulation des Herzens." *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 17, 1 (2003) S. 24-34
- Böttcher, W. und H. Woysch. "Die erste erfolgreiche herzchirurgische Operation mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine." *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 6 (2006) S. 248-260
- Böttger, P. F. und A. Bauer. *Chronik der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e.V. (DGfK): Entwicklung der Kardiotechnik in Deutschland seit der ersten Operation am offenen Herzen, 1955*. Bad Nauheim: Edition Lithouse, 2012.
- Bramson, M. L., J. J. Osborn, F. B. Main, M. F. O'Brien, J. S. Wright, und F. Gerbode. "A New Disposable Membrane Oxygenator with Integral Heat Exchange " *J Thorac Cardiovasc Surg* 50 (1965) S. 391-400
- Brandt, L. und M. Goerig. "Kurze Geschichte Der Deutschen Gesellschaft Für Anästhesiologie Und Intensivmedizin (Dgai)." *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 38, 04 (2003) S. 215-225
- Brauer, L. "Die Kardiolyse und ihre indikationen." *Arch Klin Chir* 71 (1903) S. 258
- Braunwald, N. S. "It will work: The first successful mitral valve replacement." *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989) S. 1-3
- Braunwald, N. S., T. Cooper, und A. G. Morrow. "Complete replacement of the mitral valve. Successful clinical application of a flexible polyurethane prosthesis." *J Thorac Cardiovasc Surg* 40 (1960) S. 1-11
- Bredikis, J. und A. Bredikis. "Cryosurgical ablation of left parietal wall accessory atrioventricular connections through the coronary sinus without the use of extracorporeal circulation." *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 2 (1985) S. 199-205
- Bredikis, J., F. Bukauskas, R. Zebrauskas, J. Sakalauskas, V. Loschilov, V. Nevsky, A. Bredikis, und R. Liakas. "Cryosurgical ablation of right parietal and septal accessory atrioventricular connections without the use of extracorporeal circulation. A new surgical technique." *J Thorac Cardiovasc Surg* 90, 2 (1985) S. 206-211
- Bregman, D. "Mechanical support of the failing heart." *Current Problems in Surgery* 13, 12 (1976) S. 1-84

- Brink, J. G. und J. Hassoulas. "The first human heart transplant and further advances in cardiac transplantation at Groote Schuur Hospital and the University of Cape Town." *Cardiovasc J Afr* 20, 1 (2009) S. 31-35
- Brock, R. C. "Pulmonary Valvulotomy for Congenital Pulmonary Stenosis." *Br Med J* 1, 4562 (1948) S. 1121-1126
- Brock, R. C. "Surgery of Pulmonary Stenosis." *Br Med J* 2, 4624 (1949) S. 399-406
- Brock, R. C. und D. N. Ross. "Hypothermia: The clinical application of hypothermic techniques." *Guy's Hospital Reports* 104 (1954) S. 99-113
- Bröer, R. "Legende oder Realität? - Werner Forßmann und die Herzkatheterisierung." *Dtsch Med Wochenschr* 127, 41 (2002) S. 2151-2154
- Bruckenberg, E. "Zur Situation der Herzchirurgie 1988 in der Bundesrepublik Deutschland." *Thorac cardiovasc Surg* 38, 04 (1990) S. 256-261
- Brunton, L. "Preliminary note on the possibility of treating mitral stenosis by surgical methods." *The Lancet* (1902) S. 352
- Burchell, H. B., R. L. Frye, M. W. Anderson, und D. C. McGoon. "Atrioventricular and ventriculoatrial excitation in Wolff-Parkinson-White syndrome (type B). Temporary ablation at surgery." *Circulation* 36, 5 (1967) S. 663-672
- Burghofer, K. und C. K. Lackner. "Kommunikation." *Notfall + Rettungsmedizin* 13, 5 (2010) S. 363-367
- Campbell, G. S., N. W. Crisp, und E. B. Brown, Jr. "Total cardiac by-pass in humans utilizing a pump and heterologous lung oxygenator (dog lungs)." *Surgery* 40, 2 (1956) S. 364-371
- Carpentier, A. "Surgical Anatomy and Management of the Mitral Component of Atrioventricular Canal Defects " In *Pediatric Cardiology* Hrsg. R. H. Anderson und E. A. Shinebourne, S. Edinburgh; New York: Churchill Livingstone, 1978.
- Carpentier, A. "Principles of tissue valve transplantation." In *Biological Tissue in Heart Valve Replacement*. London: Butterworths, Hrsg. M. I. Ionescu, D. N. Ross, und G. H. Wooler, S. 49-82, 1971.
- Carpentier, A. "Cardiac valve surgery: the „French correction“." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 86, 3 (1983) S. 323-337
- Carpentier, A., A. Deloche, J. Dauptain, R. Soyer, P. Blondeau, A. Piwnica, C. Dubost, und D. C. McGoon. "A new reconstructive operation for correction of mitral and tricuspid insufficiency." *J Thorac Cardiovasc Surg* 61, 1 (1971) S. 1-13
- Carpentier, A., C. Dubost, E. Lane, A. Nashef, S. Carpentier, J. Relland, A. Deloche, J.-N. Fabiani, S. Chauvaud, P. Perier, und S. Maxwell. "Continuing improvements in

- valvular bioprostheses." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 83, 1 (1982) S. 27-42
- Carpentier, A., G. Lemaigre, L. Robert, S. Carpentier, C. Dubost, und F. Gerbode. "Biological factors affecting long-term results of valvular heterografts." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 58, 4 (1969) S. 467-483
- Carrel, A. "La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères." *Lyon Médical* 98 (1902) S. 859-864
- Castañeda, A. "Angeborene Herzfehler — Eine chirurgischgeschichtliche Betrachtung." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 213-220. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- Castañeda, A. R. , R. A. Jonas, J. E. Mayer, und F. L. Hanley. *Cardiac Surgery of the Neonate and Infant*. 1. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994.
- Castañeda, A. R. , W. I. Norwood, R. A. Jonas, S. D. Colon, S. P. Sanders, und P. Lang. "Transposition of the Great Arteries and Intact Ventricular Septum: Anatomical Repair in the Neonate." *Ann Thorac Surg* 38, 5 (1984) S. 438-443
- Castaneda, A. R., J. E. Mayer, und R. A. Jonas. "Repair of complete atrioventricular canal in infancy." *World Journal of Surgery* 9, 4 (1985) S. 590-597
- Chain, E., H. W. Florey, A. D. Gardner, N. G. Heatley, M. A. Jennings, J. Orr-Ewing, und A. G. Sanders. "Penicillin as a chemotherapeutic agent." *The Lancet* 236, 6104 (1940) S. 226-228
- Chardack, W. M. "Heart block treated with an implantable Pacemaker. Past experience and current developments. ." *Progress In Cardiovascular Diseases* 6 (1964) S. 507-537
- Chardack, W. M., A. A. Gage, und W. Greatbatch. "A transistorized, self-contained, implantable pacemaker for the long-term correction of complete heart block." *Surgery* 48, 4 (1960) S. 643-654
- Clark, R. E. "It is time for a national cardiothoracic surgical data base." *Ann Thorac Surg* 48, 6 (1989) S. 755-756
- Clark, R. E. "The STS Cardiac Surgery National Database: an update." *Ann Thorac Surg* 59, 6 (1995) S. 1376-1380; discussion 1380-1371
- Clowes, G. H., A. L. Hopkins, und W. E. Neville. "An artificial lung dependent upon diffusion of oxygen and carbon dioxide through plastic membranes." *The Journal of thoracic surgery* 32, 5 (1956) S. 630-637
- Cobb, F. R., S. D. Blumenschein, W. C. Sealy, J. P. Boineau, G. S. Wagner, und A. G. Wallace. "Successful Surgical Interruption of the Bundle of Kent in a Patient with Wolff-Parkinson-White Syndrome." *Circulation* 38, 6 (1968) S. 1018-1029

- Cohen, M., R. A. Dewall, C. W. Lillehei, R. L. Varco, und H. E. Warden. "A surgical pathologic classification for isolated ventricular septal defects and for those in Fallot's tetralogy based on observations made on 120 patients during repair under direct vision." *Journal of Thoracic Surgery* 33, 1 (1957) S. 21-44
- Cohen, M. und C. W. Lillehei. "A quantitative study of the azygos factor during vena caval occlusion in the dog." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 98, 2 (1954) S. 225-232
- Cohn, L. H. "Fifty Years of Open-Heart Surgery." *Circulation* 107, 17 (2003) S. 2168-2170
- Cooley, D. A. "Development of the Roller Pump for Use in the Cardiopulmonary Bypass Circuit." *Tex Heart Inst J* 14, 2 (1987) S. 112-118
- Cooley, D. A. "Recollections of early development and later trends in cardiac surgery." *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989) S. 817-821
- Cooley, D. A., B. A. Belmonte, J. R. Latson, und J. F. Pierce. "Bubble diffusion oxygenator for cardiopulmonary by-pass." *The Journal of thoracic surgery* 35, 1 (1958) S. 131-134
- Cooley, D. A., O. H. Frazier, C. T. Van Buren, J. T. Bricker, und B. Radovancevic. "Cardiac Transplantation in an 8-Month-Old Female Infant With Subendocardial Fibroelastosis." *JAMA* 256, 10 (1986) S. 1326-1329
- Cooley, D. A. und G. L. Hallman. "Intrapericardial aortic-right pulmonary arterial anastomosis." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 122, 5 (1966) S. 1084-1086
- Cooley, D. A. und J. M. Smith. "Repair of pulmonary arterial stenosis after Waterston-Cooley anastomosis." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 77, 3 (1979) S. 474-477
- Cournand, A., R. L. Riley, E. S. Breed, E. D. F. Baldwin, D. W. Richards, M. S. Lester, und M. Jones. "Measurement of cardiac output in man using the technique of catheterization of the right auricle or ventricle " *J Clin Invest* 24, 1 (1945) S. 106-116
- Crafoord, C. "Two cases of obstructive pulmonary embolism successfully operated upon." *Acta Chirurgica Scandinavica* 64 (1928) S. 172-186
- Culpepper, W, Kolff J, Lin CY, Vitullo D, Lamberti J, Arcilla RA, Replogle R. "Complete Common Atrioventricular Canal in Infancy - Surgical Repair and Postoperative Hemodynamics." *Circulation* 58, 3 (1978) S. 550-558
- Curtius, F. "Innere Medizin und Psychiatrie." *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychoanalyse* 14, 4 (1968) S. 243-248
- Cutler, E. C. und S. A. Levine. "Cardiotomy and Valvulotomy for Mitral Stenosis; Experimental Observations and Clinical Notes Concerning an Operated Case with Recovery." *The Boston Medical and Surgical Journal* 188, 26 (1923) S. 1023-1027

- Däbritz, S. und A. Tiete. "D-Transposition der großen Gefäße und kongenital korrigierte Transposition." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 481-506. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- Dale, H. H. und E. H. J. Schuster. "A double perfusion-pump." *J Physiol* 64, 4 (1928) S. 356-364
- Dalichau, H. "Transplantation von Herzklappen." In *Transplantationschirurgie*, Hrsg. E. Albert, G. P. J. Alexandre, H. Bockhorn, W. Brendel, Ch Brölsch, E. S. Bücherl, H. Bunzendahl, J. E. Burke, R. Y. Calne, Ch Chaussy, A. J. Coburg, H. Dalichau, H. Freyberger, R. Giessler, R. Grundmann, E. Guthy, C. Hammer, W. Hesse, H. J. Kolb, P. H. Krause, F. Largiadèr, W. Lauchart, E. Lehnhardt, D. Löhlein, H. Meisner, H. J. Meyer, H. Millesi, P. Neuhaus, H. Pichlmaier, I. Pichlmayr, R. Pichlmayr, H. Reilmann, P. Schmidt-Habelmann, H. J. Schultz-Coulon, F. Sebening, E. Struck, S. Thierfelder, G. Tidow, O. Trentz, H. Tscherne, E. Wagner, K. Wonigeit, und R. Zenker, S. 975-998. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981.
- Dalichau, H. und H. G. Borst. "Operative Behandlung erworbener Aortenklappenfehler." In *Herz-und herznahe Gefäße*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Senning A., S. 547-574. Berlin Heidelberg NewYork: Springer, 1978.
- Dalichau, H. und H. G. Borst. "Erworbene Vitien im Bereich der Aortenklappe." In *Herzchirurgie*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Oelert H., S. 370-396. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1991.
- Daly, R. C., J. A. Dearani, C. G. A. McGregor, C. J. Mullany, T. A. Orszulak, F. J. Puga, H. V. Schaff, T. M. Sundt III, und K. J. Zehr. "Fifty Years of Open Heart Surgery at the Mayo Clinic." *Mayo Clin Proc.* 80, 5 (2005) S. 636-640
- David, T. E. "The Ross procedure is alive and well in Lübeck, Germany." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 156, 1 (2018) S. 77-78
- David, T. E. und C. M. Feindel. "An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 103, 4 (1992) S. 617-622
- Davila, J. C. "Editorial." *The Annals of Thoracic Surgery* 65, 6 (1998) S. 1809-1820
- DeBakey, M. E. "A Simple Continuous-Flow Blood Transfusion Instrument. New Orleans Med." *Science J* 78 (1934) S. 386-389
- DeBakey, M. E. "John Gibbon and the heart-lung machine: a personal encounter and his import for cardiovascular surgery." *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003) S. 2188-2194
- Dennis, C., D. S. Spreng, G. E. Nelson, K. E. Karlson, R. M. Nelson, J. V. Thomas, W. P. Eder, und R. L. Varco. "Development of a Pump-oxygenator to Replace the Heart and Lungs: An Apparatus Applicable to Human Patients and Application to One Case." *Ann Surg* 134, 4 (1951) S. 709-721

- Derra, E, O Bayer, und F Grosse-Brockhoff. "Der Vorhofseptumdefekt und sein operativer Verschuß unter Sicht des Auges in Unterkühlungsanästhesie." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 80, 36 (1955) S. 1277-1281
- Derra, E. "Ansprachen anlässlich der am 5. März abgehaltenen Feier zur Vollendung des 65. Lebensjahres von Professor Dr. Dr.h.c. E. Derra in der Chirurgischen Klinik der Universität zu Düsseldorf." *Festakt Vollendung 65. Lebensjahr Prof. Dr. Ernst Derra* (5. März 1966)
- Derra, E. "Der offene Ductus arteriosus (Botalli) und seine operative Beseitigung." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 74, 35/36 (1949) S. 1042-1044
- Derra, E. "Über die Blalocksche Operation der angeborenen Pulmonalstenose." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 75, 9 (1950) S. 295-298
- Derra, E. "Klinik und Operation der angeborenen Pulmonalstenose." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 267, 1 (1951) S. 559-564
- Derra, E. "Fernergebnisse nach der Operation des offenen Ductus arteriosus." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 276, 1 (1953) S. 385-390
- Derra, E. "Intrakardiale Operationen." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 274, 6 (1953) S. 590-605
- Derra, E. *Der Entwicklungsstand der Herzchirurgie*. Köln u.a.: Westdt. Verl., 1956.
- Derra, E. "Die offene Operation des Vorhofseptumdefektes und der valvulären Pulmonalstenose mittels Hypothermie." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958) S. 203-232
- Derra, E. "Das Foramen primum und seine operative Behebung." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 295, 1 (1960) S. 597-609
- Derra, E. *Die Herz- und Herzgefäßchirurgie im derzeitigen Stadium*. Köln u.a.: Westdt. Verl., 1967.
- Derra, E. *Handbuch der Thoraxchirurgie / [Erg.-Bd. 2]: Ergänzungswerk: Herzchirurgie 2*. Berlin u.a.: Springer, 1976.
- Derra, E., O. Bayer, und F. Loogen. "Klinik und chirurgische Behandlung der Aortenisthmusstenose." *Dtsch Med Wochenschr* 81, 01 (1956) S. 1-4
- Derra, E. und W. Bircks. "Fehler und Gefahren in der Herzchirurgie." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 298, 1 (1961) S. 363-378
- Derra, E., F. Grosse-Brockhoff, und F. Loogen. "Beobachtungen bei 2 operierten Kranken mit Trikuspidalstenose." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 288, 1 (1958) S. 104-116

- Derra, E. Jr. an A. Krian, Persönliche Mitteilung, 2017
- Derra Jr., E. an A. Krian, Persönliche Mitteilung, Juli 2021
- DeVries, W. C., J. L. Anderson, L. D. Joyce, F. L. Anderson, E. H. Hammond, R. K. Jarvik, und W. J. Kolff. "Clinical Use of the Total Artificial Heart." *New England Journal of Medicine* 310, 5 (1984) S. 273-278
- DeWall, R. A, N. Qasim, und L. Carr. "Evolution of Mechanical Heart Valves." *Ann Thorac Surg* 69, 5 (2000) S. 1612-1621
- DeWall, R. A, H. E. Warden, R. C. Read, V. L. Gott, N. R. Ziegler, R. L. Varco, und C. W. Lillehei. "A simple, expendable, artificial oxygenator for open heart surgery." *Surgical Clinics of North America* 36, 4 (1956) S. 1025-1034
- DeWall, R. A. "The evolution of the helical reservoir pump-oxygenator system at the University of Minnesota." *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003) S. 2210-2215
- Dewall, R. A. und M. J. Levy. "Direct cannulation of the ascending aorta for open-heart surgery." *J Thorac Cardiovasc Surg* 45 (1963) S. 496-499
- DGTHG, Archiv, Satzung der DGTHG, Berlin
- Dittrich, H., H. G. Borst, und M. J. Polonius. "Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie." *Thorac cardiovasc Surg* 24, 04 (1976) S. 254-260
- Dittrich, S. und H. H. Kramer. "VIII Wissenschaft und Grundlagenforschung Science and Basic Research." *Kinderkardiologie in Deutschland* (S. 303-328
- Dobell, A. R. C. "John H. Gibbon, Jr. Part II. Personal Reminiscences." *Ann Thorac Surg* 34, 3 (1982) S. 342-344
- Dobell, A. R. C. "The ductus and the coarctation." *The Annals of Thoracic Surgery* 57, 1 (1994) S. 246-248
- Dogliotti, A. M. "Clinical use of the artificial circulation with a note on intra-arterial transfusion." *Bull Johns Hopkins Hosp* 90, 2 (1951) S. 131-133
- Dogliotti, A. M., G. Del Poli, und L. Caldarola. "A cardiopulmonary machine for extracorporeal circulation of blood." *The Journal of the International College of Surgeons* 22, 2 1 (1954) S. 107-114
- Domagk, G. "Ein Beitrag zur Chemotherapie der bakteriellen Infektionen." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 61, 07 (1935) S. 250-253

- Donald, J. S., F. R. O. Wallace, P. S. Naimo, T. A. Fricke, J. Brink, C. P. Brizard, Y. d'Udekem, und I. E. Konstantinov. "Ross Operation in Children: 23-Year Experience From a Single Institution." *Ann Thorac Surg* 109, 4 (2020) S. 1251-1259
- Dransfeld, H., K. Greeff, H. Berger, und V. Cautius. "Die verschiedene Empfindlichkeit der Na⁺ + K⁺-aktivierten ATPase des Herz- und Skelettmuskels gegen k-Strophanthin." *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für Pharmakologie und experimentelle Pathologie* 254, 3 (1966) S. 225-234
- Dransfeld, H., K. Greeff, D. Hess, und A. Schorn. "Die Abhängigkeit der Ca⁺⁺-Aufnahme isolierter Mitochondrien des Herzmuskels von der Na⁺-und K⁺-Konzentration als mögliche Ursache der inotropen Digitaliswirkung." *Experientia* 23, 5 (1967) S. 375-377
- Dreizler, T., A. Konetzka, F. Archontidis, B. Lüders, J. Baumann, M. Trinkwitz, S. Paal, M. Wilhelm, V. Falk, und C.T. Stark. "Das Berufsbild im Wandel: Empirische Untersuchung der Arbeitsverteilung der Kardiotechnik an einem Universitätsspital." *Kardiotechnik* 2 (2014) S. 51-54
- Duran, C. G. und A. J. Gunning. "A method for placing a total homologous aortic valve in the subcoronary position." *The Lancet* 280 (1962) S. 488-489
- Eckart, W. U. und R. Jütte. *Medizingeschichte : eine Einführung*. 2., überarb. und erg. Aufl. Köln u.a.: Böhlau, 2014.
- Eckstein, A. "Arthur Schloßmann." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58, 25 (1932) S. 982-983
- Edens, E. *Die Krankheiten des Herzens und der Gefäße*. Springer Berlin Heidelberg, 1929.
- Edens, E. "Die Strophanthinbehandlung der Angina pectoris." *Munchener Medizinische Wochenschrift* 81 (1934) S. 1424
- Edens, E. "Über die Auswertung von Digitalispräparaten am Menschen." *Klinische Wochenschrift* 14, 12 (1935) S. 414-417
- Edens, E. "Die Strophanthinbehandlung des Frischen Herzinfarktes." *Klinische Wochenschrift* 22, 4 (1943) S. 69-70
- Edens, E. "Digitalisfibel für den Arzt." In *Digitalisfibel für den Arzt*, S. 3-42. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1944.
- Edens, E. und H. Weese. "Die Wirkung der Digitalis beim herzkranken Menschen." *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 208, 1 (1949) S. 6-18
- Edmunds, L. H. "The evolution of cardiopulmonary bypass: lessons to be learned." *Perfusion* 17, 4 (2002) S. 243-251

- Edwards, J. E. *Congenital malformations of the heart*. Charles C. Thomas, Springfield, 1960.
- Edwards, J. E. , T. J. Dry, R. L. Parker, H. B. Burchell, E. H. Wood, und A. H. Bulbulian. *An Atlas of Congenital Anomalies of the Heart and Great Vessels*. Springfield, Ill: Charles C Thomas, 1954.
- Effert, S. "Der derzeitige Stand der Ultraschallkardiographie." *Archiv für Kreislaufforschung* 30, 4 (1959) S. 213-268
- Effert, S. und E. Domanig. "Diagnostik intraaurikulärer Tumoren und großer Tumoren mit dem Ultraschall-Echoverfahren." *Dtsch Med Wochenschr* 84, 1 (1959) S. 6-8
- Effert, S., P. Hanrath, und W. Bleifeld. *Echokardiographie*. Springer, 1979.
- Effert, S., H. J. Sykosch, und K. G. Pulver. "Langfristige Therapie mit implantierbaren elektrischen Schrittmachern." *Dtsch Med Wochenschr* 89 (1964) S. 654-657
- Effert, S. und J. Sykosch. "Emergency Pacing Techniques." *Annals of the New York Academy of Sciences* 167, 2 (1969) S. 614-621
- Effler, D. B., R. G. Favaloro, L. K. Groves, und F. D. Loop. "The simple approach to direct coronary artery surgery. Cleveland Clinic experience." *J Thorac Cardiovasc Surg* 62, 4 (1971) S. 503-510
- Effler, D. B., L. K. Groves, F. M. Sones, Jr., und E. K. Shirey. "Increased myocardial perfusion by internal mammary artery implant: Vineberg's Operation." *Ann Surg* 158, 4 (1963) S. 526-536
- Ellis, F. H. und J. W. Kirklin. "Aortic insufficiency." *Surgical Clinics of North America* 35 (1955) S. 1035-1039
- Ellis, R. H. "The first trans-auricular mitral valvotomy." *Anaesthesia* 30, 3 (1975) S. 374-390
- Engle, M. A. "Dr. Helen brooke taussig, living legend in cardiology." *Clinical Cardiology* 8, 6 (1985) S. 372-374
- Epstein, M. L., J. H. Moller, K. Amplatz, und D. M. Nicoloff. "Pulmonary artery banding in infants with complete atrioventricular canal." *J Thorac Cardiovasc Surg* 78, 1 (1979) S. 28-31
- Ergin, M. A. und R. B. Griepp. "Total correction of tetralogy of Fallot: How to deal with the complicated ascending aorta-right pulmonary artery anastomosis." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 77, 3 (1979) S. 469-473
- Estafanous, F. G., P. G. Barash, und J. G. Reves. *Cardiac Anesthesia: Principles and Clinical Practice*. 2: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- Ethicon. "Gesamtkatalog." (2019)

- Eulner, H. H. *Die Entwicklung der medizinischen Spezialfächer an den Universitäten des deutschen Sprachgebietes*. Stuttgart: Enke, 1970.
- Ewert, P., H. C. Kallfelz, und J. Weil. "Entwicklung der diagnostischen und interventionellen Katheterverfahren bei angeborenen Herzfehlern - Development of Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterisation for Congenital Heart Disease." In *Kinderkardiologie in Deutschland*, Hrsg. J. Weil, H. C. Kallfelz, A. Lindinger, und A. A. Schmaltz, S. 196-216, 2019.
- Fahmy, A. R., E. Ferbers, und M. Zindler. "Luftembolie der Coronar-Arterien bei Operationen eines Vorhofseptumdefektes am offenen Herzen in Hypothermie." *Thorac cardiovasc Surg* 7, 04 (1959) S. 365-371
- Falke, K. J., U. Lenhsen, A. Pesenti, W. R. Thies, W. F. Diller, und H. D. Schulte. "Extracorporeal CO₂-Elimination in Severe Acute Pulmonary Failure: Experimental Investigations and Successful Clinical Application." In *Chirurgisches Forum '83 für experimentelle und klinische Forschung: 100. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, Berlin, 6. bis 9. April 1983*, Hrsg. H. W. Schreiber, S. 251-257. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1983.
- Falke, K. und H. D. Schulte. "Extrakorporale CO₂-Elimination mit niedrigfrequenter Beatmung zur Behandlung des schweren akuten Lungenversagens." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 110, 17 (1985) S. 663-664
- Fangerau, H. "The Professionalization of medicine in Germany during the 18th and 19th centuries." In *Transaction in medicine and heteronomous modernization. University of Tokyo CP Booklet 9*, Hrsg. S. Sakai, T. Sakai, C. Oberländer, und Y. Ichinokawa, S. 49-64. Tokyo, 2009.
- Fangerau, H. und G. Badura-Lotter. "Einsatz von Medizintechnik und Technisierung der Medizin – Reflexionen im Vorfeld der Jahrestagung der AEM 2014." *Ethik in der Medizin* 26, 3 (2014) S. 177-179
- Fangerau, H. und K. Hentschel. "Netzwerkanalysen in der Medizin- und Wissenschaftsgeschichte – Zur Einführung." *Sudhoffs Archiv* 102, 2 (2018) S. 133-145
- Fangerau, H. und C. Imhof. "Medizinische Spezialisierung: Wege der Urologie in beiden deutschen Staaten und die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Urologie der DDR." In *Urologie 1945–1990: Entwicklung und Vernetzung der Medizin in beiden deutschen Staaten*, Hrsg. T. Halling, F. H. Moll, und H. Fangerau, S. 21-34. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015.
- Favaloro, R. G. "Saphenous Vein Autograft Replacement of Severe Segmental Coronary Artery Occlusion." *The Annals of Thoracic Surgery* 5, 4 (1968) S. 334-339
- Fedak, P. W. M. "Open Hearts. The Origins of Direct-Vision Intracardiac Surgery." *Tex Heart Inst J* 25, 2 (1998) S. 100-111

- Feldt, R. H. *Atrioventricular Canal Defects*. Hrsg. R. H. Feldt. 1. Philadelphia, London, Toronto: W. B. Saunders Company, 1976.
- Fischer, G. "Ueber die Wunden des Herzens und des Herzbeutels." *Arch. klin. Chir.* 9, 571 (1896)
- Flury, M. "Die Entwicklung chirurgischen Nahtmaterials als Voraussetzung und Folge operativer Tätigkeiten und wissenschaftlicher Forschung." Universität Würzburg, 2002.
- Fontan, F. und E. Baudet. "Surgical repair of tricuspid atresia." *Thorax* 26, 3 (1971) S. 240-248
- Forssmann, W. "Die Sondierung des rechten Herzens." *Klinische Wochenschrift* 8, 45 (1929) S. 2085-2087
- Fou, A. A. "John H. Gibbon. The first 20 years of the heart-lung machine." *Tex Heart Inst J* 24, 1 (1997) S. 1-8
- Frank, G. und D. Lowes. "Chirurgische Behandlung tachykarder Herzrhythmusstörungen." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und H. Oelert, S. 463-483. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991.
- Fraser, J. G. T. "Retrospective on Dr Gibbon and his heart-lung machine." *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003) S. S2197-S2198
- Freud, S. *Totem und Tabu. Einige Übereinstimmungen im Seelenleben der Wilden und Neurotiker*. Vol. IX. 1. Frankfurt am Main, 1912/1913.
- Frey, E. K. "Über ein neues inneres Sekret des Pankreas, das Kreislaufhormon Kallikrein, und seine therapeutische Verwendung." *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 233, 5 (1931) S. 481-516
- Frey, E. K. *Die Chirurgie des Herzens*. Vol. 61. Neue Deutsche Chirurgie. Stuttgart: Enke, 1939.
- Frey, E. K. "Lungenresektion." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 264, 1 (1950) S. 265-289
- Frey, E. K. "Rückblick und Ausschau in der Entwicklung der modernen Thoraxchirurgie." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 276, 1 (1953) S. 337-344
- Frey, E. K. "Vom Sinn der Wissenschaft aus der Sicht eines Chirurgen." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958) S. 35-42
- Frey, E. K. *Rückschau und Umschau*. Gräfelfing: Demeter Verl., 1978.
- Frey, E. K. und G. Kuetgens. *Die Chirurgie des Herzens und der grossen Gefäße*. Vol. 61. 2., neubearb. u. erw. Aufl. Neue Deutsche Chirurgie. Stuttgart: Enke, 1956.

- Friesacher, Heiner. "Ahnung, Intuition und implizites Wissen als konstitutive Bestandteile pflegerischen Erkennens und Handelns." *intensiv* 9, 04 (2001) S. 164-167
- Fritsch, I. "Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Mediasklerose und diabetischer Neuropathie bei Patienten mit Diabetes mellitus." Univ. Diss. med. Fak., LMU München, 2006.
- Gale, A. W., E. Arciniegas, E. W. Green, E. H. Blackstone, and J. W. Kirklin. "Growth of the pulmonary anulus and pulmonary arteries after the Blalock-Taussig shunt." *J Thorac Cardiovasc Surg* 77, 3 (1979) S. 459-465
- Gale, J. W. und R. M. Waters. "Closed Endobronchial Anesthesia in Thoracic Surgery: Preliminary Report*." *Anesthesia & Analgesia* 11, 6 (1932) S. 283-288
- Gallagher, J. J., W. C. Sealy, R. W. Anderson, J. Kasell, R. Millar, R. W. Campbell, L. Harrison, E. L. Pritchett, und A. G. Wallace. "Cryosurgical ablation of accessory atrioventricular connections: a method for correction of the pre-excitation syndrome." *Circulation* 55, 3 (1977) S. 471-479
- Gay, W. A. und P. A. Ebert. "Aorta-to-right pulmonary artery anastomosis causing obstruction of the right pulmonary artery. Management during correction of tetralogy of Fallot." *Ann Thorac Surg* 16, 4 (1973) S. 402-410
- Gelfand, T. "The Origins of a Modern Concept of Medical Specialization: John Morgan's "Discourse" of 1765." *Bulletin of the History of Medicine* 50, 4 (1976) S. 511
- Gibbon, J. H. "Artificial maintenance of circulation during experimental occlusion of pulmonary artery." *Archives of Surgery* 34, 6 (1937) S. 1105-1131
- Gibbon, J. H. "Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery." *Minn Med* 37, 3 (1954) S. 171-185
- Gibbon, J. H. "The development of the heart-lung apparatus." *The American Journal of Surgery* 135, 5 (1978) S. 608-619
- Gibbon, M. H. "Personal recollections of the earliest years of the development of the heart-lung machine." *Journal of Extra-Corporeal Technology* 10 (1978) S. 77-88
- Gillmann, H. und F. Grosse-Brockhoff. "Die Therapie mit Herzglykosiden." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 88, 01 (1963) S. 1-10
- Gillmann, H., F. Grosse-Brockhoff, und F. Loogen. "Zur Indikation der Katheterisierung des linken Herzens." *Dtsch Med Wochenschr* 82, 1 (1957) S. 13-17
- Gittenberger-de Groot, A. C. "Coronary arterial anatomy in transposition of the great arteries: A morphological study." *Pediatric Cardiology* 4 (1983) S. 15-24

- Gittenberger-de Groot, A. C., U. Sauer, und J. Quaegebeur. "Aortic intramural coronary artery in three hearts with transposition of the great arteries." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 91, 4 (1986) S. 566-571
- Glenn, W. W. "Circulatory bypass of the right side of the heart. IV. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery; report of clinical application." *N Engl J Med* 259, 3 (1958) S. 117-120
- Glenn, W. W. und J. F. Patino. "Circulatory by-pass of the right heart. I. Preliminary observations on the direct delivery of vena caval blood into the pulmonary arterial circulation; azygos vein-pulmonary artery shunt." *Yale Journal of Biology and Medicine* 27, 3 (1954) S. 147-151
- Goerig, M. und J. Schulte am Esch. "Die Anästhesie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts." In *50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: Tradition & Innovation*, Hrsg. J. Schüttler, S. 27-65. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- Goetz, R. H., M. Rohman, J. D. Haller, R. Dee, und S. S. Rosenak. "Internal mammary-coronary artery anastomosis. A nonsuture method employing tantalum rings." *J Thorac Cardiovasc Surg* 41 (1961) S. 378-386
- Gollan, F., D. S. Tysinger, Jr., J. T. Grace, R. C. Kory, und G. R. Meneely. "Hypothermia of 1.5 degree C in dogs followed by survival." *American Journal of Physiology* 181, 2 (1955) S. 297-303
- Gonzalez-Lavin, L. "Charles P. Bailey and Dwight E. Harken; The dawn of the modern era of mitral valve surgery." *The Annals of Thoracic Surgery* 53, 5 (2014) S. 916-919
- Gott, V. L., D. E. Alejo, und D. E. Cameron. "Mechanical heart valves: 50 years of evolution." *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003) S. 2230-2239
- Gott, V. L., R. A. Dewall, M. Paneth, M. N. Zuhdi, W. Weirich, R. L. Varco, und C. W. Lillehei. "A self-contained, disposable oxygenator of plastic sheet for intracardiac surgery; experimental development and clinical application." *Thorax* 12, 1 (1957) S. 1-9
- Grabensee, B., K. Ivens, und A. Krian. "Extrakardiale Risikofaktoren in der Herzchirurgie - Niere." *Z. Kardiol. Suppl* 79 (1990) S. 47-57
- Greatbatch, W. "Twenty-five Years of Pacemaking." *Pacing and Clinical Electrophysiology* 7, 1 (1984) S. 143-147
- Greeff, K. "Zum Wirkungsmechanismus der Digitalisglykoside." In *Probleme der Klinischen Prüfung Herzwirksamer Glykoside: erweiterter Bericht über ein Symposium in Hamburg mit einer Übersicht klinischer und pharmakologischer Methoden*, Hrsg. K. Greeff, S. 12-24. Heidelberg: Steinkopff, 1973.
- Greeff, K., K. Meng, und E. Moog. "Der Einfluß nichttoxischer und toxischer Konzentrationen herzwirksamer Glykoside auf die Kaliumbilanz isolierter Herzpräparate." *Naunyn-*

Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 244, 3 (1962) S. 270-282

- Greeff, K., K. Meng, und D. Schwarzmann. "Digitalis-ähnliche Eigenschaften des Prednison- und Prednisolonbisguanylhydrazons." *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 249, 5 (September 01 1964) S. 416-424
- Green, G. E., E. H. Stretzer, R. B. Gordon, und D. A. ICE Tice. "Anastomosis of the Internal Mammary Artery to the Distal Left Anterior Descending Coronary Artery." *Circulation* 41, 5S2 (1970) S. II-79-II-84
- Gross, R. E. "A surgical approach for ligation of patent ductus arteriosus." *New England Journal of Medicine* 220, 12 (1939) S. 510-514
- Gross, R. E. "Surgical Management of the patent Ductus Arteriosus: With Summary of four Surgically treated Cases " *Ann Surg* 110, 3 (1939) S. 321-356
- Gross, R. E., A. A. Pomeranz, E. Watkins, und E. I. Goldsmith. "Surgical Closure of Defects of the Interauricular Septum by Use of an Atrial Well." *New England Journal of Medicine* 247, 13 (1952) S. 455-460
- Grosse-Brockhoff, F., B. Grabensee, und T. U. Hausamen. "Glykosidbehandlung in Klinik und Praxis." In *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin*, S. 57-75: Springer, 1977.
- Grosse-Brockhoff, F., R. Janker, G. Neuhaus, und A. Schaede. "Zur Diagnostik der angeborenen Herzfehler." *Ärztl. Wschr* 872 (1951) S. 872-892
- Grosse-Brockhoff, F. und W. Schoedel. "Das Bild der akuten Unterkühlung im Tierexperiment." *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 201, 2 (1943) S. 417-442
- Gschnitzer, F. "Nahtmaterial in der Thoraxchirurgie." *Chirurg* 46 (1975) S. 444-447
- Guiraudon, G., G. Fontaine, R. Frank, G. Escande, P. Etievent, und C. Cabrol. "Encircling endocardial ventriculotomy: a new surgical treatment for life-threatening ventricular tachycardias resistant to medical treatment following myocardial infarction." *Ann Thorac Surg* 26, 5 (1978) S. 438-444
- Haacke, Christian. "Die multifunktionelle Gefäßprothese - Weiterentwicklung und Optimierung - The multi-functional vascular graft - advancement and improvement." 2009.
- Hahn, A., W. H. Eirnbter, und R. Jacob. "Expertenwissen und Laienwissen." In *Eigenwilligkeit und Rationalität sozialer Prozesse: Festschrift zum 65. Geburtstag von Friedhelm Neidhardt*, Hrsg. Jürgen Gerhards und Ronald Hitzler, S. 68-96. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1999.

- Halling, T. und J. Vögele. "Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren."
Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren (2006) S. 679-696
- Halling, T. und J. Vögele. *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf : 1907 - 2007*. Hrsg. T. Halling und J. Vögele. Düsseldorf: düsseldorf university press, 2007.
- Hanlon, C. R. "Specialization in medicine." *J Thorac Cardiovasc Surg* 64, 2 (1972) S. 179-185
- Hansson, N., L. M. Packy, T. Halling, D. Groß, und H. Fangerau. "Vom Nobody zum Nobelpreisträger?" *Der Urologe* 54, 3 (2015) S. 412-420
- Hardy, J. D., F. D. Kurrus, C. M. Chavez, W. A. Neely, S. Eraslan, M. D. Turner, L. W. Fabian, und T. D. Labecki. "Heart Transplantation in Man. Developmental Studies and Report of a Case." *JAMA* 188 (1964) S. 1132-1140
- Harken, D. E. "Original communication: Foreign bodies in and in relation to the thoracic blood vessels and heart III. Indications for the removal of intracardiac foreign bodies and the behavior of the heart during manipulation." *The American Heart Journal* 32, 1 (1946) S. 1-19
- Harken, D. E. "The emergence of cardiac surgery: I. Personal recollections of the 1940s and 1950s." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 98, 5, Teil 2 (1989) S. 805-813
- Harken, D. E., W. J. Taylor, A. A. Lefemine, S. Lunzer, H. B. C. Low, M. L. Cohen, und J. A. Jacobey. "Aortic valve replacement with a gaged ball valve." *Am J Cardiol* 9, 2 (1962) S. 292-299
- Harrison, J. H. und P. A. Davalos. "Influence of porosity on synthetic grafts. Fate in animals." *Archives of Surgery* 82 (1961) S. 8-13
- Haverich, A. "Herz- und Herz-Lungen-Transplantation." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und H. Oelert, S. 541-560. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991.
- Haverich, A. und N. Khaladj. "Zur Entwicklung der kardiovaskulären Chirurgie." *Der Chirurg* 80, 12 (2009) S. 1115-1120
- Heath, D. und J. E. Edwards. "Pathology of hypertensive vascular disease: a description of six grades of structural changes in the pulmonary arteries with special reference to congenital cardiac septal defects." *Circulation* 18, 4 (1958) S. 533-547
- Heberer, G. "II. Chirurgisches Symposium (Ventrikelseptumdefekt) in Bad Godesberg am 31. Oktober 1958" *Thoraxchirurgie* 7, 5 (1960) S. 439-542
- Hegemann, G. und H. Dittrich. "Chirurgie der koronaren Hezrkrankheit" *Internist (Berl)* 13, 9 (Se 1972) S. 388-396

- Heinemann, M. K. "Ventrikelseptumdefekte (VSD)." In *Herzchirurgie*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich, S. 365-378. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2010.
- Heintzen, P. H. "Geschichte der deutschen Kinderkardiologie." In *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, Hrsg. Berndt Lüderitz und Gunther Arnold, S. 369-408. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- Hendren, W. H. und M. J. Folkman. "Robert Edward Gross." Memorial Minute - The Faculty of Medicine Harvard University. zuletzt verändert 31.10.2020.
https://fa.hms.harvard.edu/files/memorialminute_gross_robert_e.pdf.
- Herzer, J. A., W. Bircks, K. Falke, K. A. Rosenbauer, und H. D. Schulte. "Scanning-electron-microscopic and functional studies of oxygenator-membranes during long-term-perfusion." *Journal of Cardiovascular Surgery* 18, 1 (1977) S. 35-41
- Hessel, E. A. "History of cardiac surgery and anesthesia." In *Cardiac anesthesia principles and clinical practice. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Co*, Hrsg. F. G. Estafanous, P. G. Barash, und J. G. Reves, S. 3-36: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- Hetzer, R. "Chirurgie der Atrioventrikularklappen." In *Herzchirurgie*, Hrsg. H; Klinner Borst, W; Oelert H., S. 398-432. Berlin-Heidelberg -New York: Springer, 1991.
- Heuer, C. "Standards werden angemahnt." *kma* 12, 12 (2007) S. 68-69
- Hilgenhöner, G., H. Korb, A. Borowski, R. Bollmann, und E. R. de Vivie. "Prinzip und Technik der intraaortalen Ballongegenpulsation (IABP)." In *Neue Wege in der Herz-Lungen-Maschinen-Technik und der Assistenten Kreislaufzirkulation*, Hrsg. H. Korb, A. Borowski, und E. R. de Vivie, S. 1-7. Heidelberg: Steinkopff, 1992.
- Hill, J. D. "John H. Gibbon Jr. Part I. The Development of the First Successful Heart-Lung Machine." *Ann Thorac Surg* 34, 3 (1982) S. 337-341
- Hoffmann, A. *Pathologie und Therapie der Herzneurosen und der funktionellen Kreislaufstörungen*. JF Bergmann, 1901.
- Hoffmann, A. *Funktionelle Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des Herzens und der Gefäße*. JF Bergmann, 1911.
- Hoffmann, A. *Die Elektrographie als Untersuchungsmethode des Herzens und ihre Ergebnisse: insbesondere für die Lehre von den Herzunregelmäßigkeiten*. JF Bergmann, 1913.
- Holmes Sellors, T. "Surgery of Pulmonary Stenosis " *The Lancet* 251, 6513 (1948) S. 988-989
- Hopkins, R. A., J. St Louis, und P. C. Corcoran. "Ross' first homograft replacement of the aortic valve." *Ann Thorac Surg* 52, 5 (1991) S. 1190-1193

- Horiuchi, T., K. Koyamada, I. Matano, H. Mohri, T. Komatsu, T. Honda, T. Abe, T. Ishitoya, Y. Sagawa, K. Matsuzawa, M. Matsumura, T. Tsuda, E. Ishizawa, S. Ishikawa, H. Suzuki, und Y. Saito. "Radical Operation for Ventricular Septal Defects in Infancy." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 46, 2 (1963) S. 180-190
- Horstkotte, D., C. Aul, L. Seipel, R. Korfer, T. Budde, H. D. Schulte, W. Bircks, und F. Loogen. "Einfluß von Klappentyp und Klappenfunktion auf die chronisch intravasale Hämolyse nach alloprothetischem Mitral- oder Aortenklappenersatz." *Z Kardiol* 72, 2 (1983) S. 119-131
- Horstkotte, D., T. Budde, R. Körfer, H. D. Schulte, H. Rosin, W. Bircks, und F. Loogen. "Konservative und chirurgische Therapie bei akuter bakterieller Endokarditis." *Zeitschrift für Kardiologie* 72 Suppl 2 (1983) S. 69
- Horstkotte, D., K. Haerten, H. D. Schulte, L. Seipel, A. Krian, und F. Loogen. "Hämodynamische Ruhe- und Belastungsuntersuchungen nach Implantation verschiedener Mitralklappenprothesen mit gleichem Außendurchmesser." *Z Kardiol* 72, 7 (1983) S. 385-393
- Horstkotte, D., R. Köreffer, F. Loogen, H. Rosin, und W. Bircks. "Prosthetic valve endocarditis: Clinical findings and management." *European Heart Journal* 5, Suppl C (1984) S. 117-122
- Horstkotte, D., R. Körfer, T. Budde, K. Haerten, H. D. Schulte, W. Bircks, und F. Loogen. "Spätkomplikationen nach Björk-Shiley- und St.-Jude-Medical-Herzklappenersatz." *Z Kardiol* 72, 5 (1983) S. 251-261
- Horstkotte, D., F. Loogen, G. Kleikamp, H. D. Schulte, H. J. Trampisch, und W. Bircks. "Der Einfluß des prothetischen Herzklappenersatzes auf den natürlichen Verlauf von isolierten Mitral- und Aortenklappenfehlern sowie Mehrklappenerkrankungen. Klinische Ergebnisse bei 783 Patienten bis zu 8 Jahren nach Implantation von Björk-Shiley-Kippscheibenprothesen." *Z Kardiol* 72 (1983) S. 494-503
- Horstkotte, D., F. Loogen, H. Rosin, und W. Friedrichs. "Contribution for choosing the optimal prophylaxis of bacterial endocarditis." *European Heart Journal* 8, Suppl J (1987) S. 379-381
- Horstkotte, D., H. D. Schulte, W. Bircks, und B. E. Strauer. "Prognose, Komplikationen und Funktionsbeurteilung nach Herzklappenersatz." *Internist (Berl)* 30, 8 (1989) S. 511-519
- Hort, W. "Mikroskopische Beobachtungen an menschlichen Infarkt Herzen." *Virchows Archiv A* 345, 1 (1968) S. 61-70
- Hort, W. *Pathologie gestern, heute und morgen : Symposion aus Anlaß des 75. Geburtstages von Herrn Professor Dr. Dres. H. C. Hubert Meessen, Düsseldorf, 10. September 1984.* Düsseldorf: Triltsch, 1984.

- Hort, W., H. Frenzel, W. Höltermann, H. G. Schnürch, und A. Novi. "Myocardial Hypertrophy — Development and Regression." In *Myocarditis Cardiomyopathy: Selected Problems of Pathogenesis and Clinic*, Hrsg. Hansjörg Just und Hans Peter Schuster, S. 135-142. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1983.
- Hort, W., H. Just, K. Fischer, und G. Lüth. "Infarktmuster in menschlichen Herzen." *Virchows Archiv A* 345, 1 (1968) S. 45-60
- Hufnagel, C. A. "Aortic plastic valvular prosthesis." *Bull Georgetown Univ Med Ctr* 4 (1951) S. 128-130
- Hufnagel, C. A. und W. P. Harvey. "The surgical correction of aortic regurgitation preliminary report." *Bulletin of the Georgetown University Medical Center* 6, 3 (Jan 1953) S. 60-61
- Hufnagel, C. A., P. D. Vilkgas, und H. Nahas. "Experiences with New Types of Aortic Valvular Prostheses." *Ann Surg* 147, 5 (1958) S. 636-644
- Hurt, R. *The History of Cardiothoracic Surgery From Early Times*. New York - London: Parthenon Publishing Group, 1996.
- Huth, C. und H. E. Hoffmeister. "Ventrikelseptumdefekt." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und H. Oelert, S. 143-156. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991.
- Ionescu, M. I., D. N. Ross, und G. H. Wooler. *Biological Tissue in Heart Valve Replacement*. London: Butterworth, 1972.
- Ionescu, M. I., A. P. Tandon, D. A. S. Mary, A. Abid, und D. C. McGoon. "Heart valve replacement with the Ionescu-Shiley pericardial xenograft." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 73, 1 (1977) S. 31-42
- Irmer, W. *Zum 65. Geburtstag des Direktors der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf, Dr. med. Dr. med. h. c. Ernst Derra, c. ö. Professor für Chirurgie*. Bonn: [Stodieck-Dr.], 1966.
- Irmer, W. und F. H. Koss. "Erfahrungsbericht über die endotracheale Narkose mit künstlicher Beatmung in der Thoraxchirurgie und bei Risikooperationen." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 266, 2 (1950) S. 174-191
- Iwahashi, H., K. Yuri, und Y. Nosé. "Development of the oxygenator: past, present, and future." *Journal of Artificial Organs* 7, 3 (2004) S. 111-120
- Jacobj, C. "Ein Beitrag zur Technik der künstlichen Durchblutung überlebender Organe." *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 36, 5-6 (1895) S. 330-348
- Janker, R. "Apparatur und Technik der Röntgenkinematographie zur Darstellung der Herzbinnenräume und der großen Gefäße (Angiokardio-Kinematographie)." *Rofo* 72, 11 (1949) S. 513-520

- Jatene, A. D., V. F. Fontes, P. P. Paulista, L. C. de Souza, F. Neger, M. Galantier, und J. E. Souza. "Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report." *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 28, 4 (1975) S. 461-464
- Jatene, A. D., V. F. Fontes, P. P. Paulista, L. C. B. Souza, F. Neger, M. Galantier, J. E. M. R. Sousa, und E. J. Zerbini. "Anatomic correction of transposition of the great vessels." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 72, 3 (1976) S. 364-370
- Johansson, L. "Diseases of the Pericardium." In *Handbuch der Thoraxchirurgie - Encyclopedia of Thoracic Surgery*, Hrsg. E. Derra, vol II, S. 614-646. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer, 1959.
- Johnson, W. D., R. J. Flemma, D. Lepley, und E. H. Ellison. "Extended treatment of severe coronary artery disease: a total surgical approach." *Ann Surg* 170, 3 (1969) S. 460-470
- Julian, O. C., M. Lopez-Belio, W. S. Dye, H. Javid, und W. J. Grove. "The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation; a general evaluation of its use in heart surgery." *Surgery* 42, 4 (1957) S. 753-761
- Kaemmerer, H., H. Meisner, J. Hess, und J. K. Perloff. "Surgical treatment of patent ductus arteriosus: A new historical perspective." *Am J Cardiol* 94, 9 (2004) S. 1153-1154
- Kallfelz, H. C. und A. A. Schmaltz. "Die Anfänge der Kinderkardiologie in Deutschland - First Steps in Paediatric Cardiology in Germany." In *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, Hrsg. J. Weil, H. C. Kallfelz, A. Lindinger, und A. A. Schmaltz, S. 11-25. München: Elsevir, 2019.
- Kalmár, P. "Quality assurance in cardiac surgery--history, preliminaries, practical experience." *Thorac Cardiovasc Surg* 38, 2 (1990) S. 108-114
- Kantrowitz, A. "Clinical experience with cardiac assistance by means of intraaortic phase-shift balloon pumping." *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs* 14, 1 (1968) S. 344-348
- Kardiotechnik, Deutsche Gesellschaft für. "Berufsfeld Kardiotechniker - Eine Tätigkeitsbeschreibung." zuletzt verändert 2009. 31.07.2020.
<http://www.dgfk.de/content/berufsfeld/BerufsbildKardiotechnik.pdf>.
- Karp, R. B. und J. W. Kirklin. "Tetralogy of Fallot." *Ann Thorac Surg* 10, 4 (1970) S. 370-388
- Kastor, J. A. "Michel Mirowski and the automatic implantable defibrillator." *American Journal of Cardiology* 63, 15 (1989) S. 1121-1126
- Kastor, J. A. "Michel Mirowski and the automatic implantable defibrillator." *American Journal of Cardiology* 63, 13 (1989) S. 977-982
- Kay, E. B., H. A. Zimmermann, R. M. Berne, Y. Hirose, R. D. Jones, und F. S. Cross. "Certain Clinical Aspects of the Use of a Pump Oxygenator." *JAMA* 162, 7 (1956) S. 639-641

- Kay, E. B., A. C. Nogueira, und H. A. Zimmermann. "Correction of Mitral Insufficiency under Direct Vision." *Circulation* 21, 4 (1960) S. 568-577
- Kelm, M. "Die Herzmedizin in Düsseldorf - Die Einheit der Inneren Medizin und Kardiologie - 1907 - 2017." *Festsymposium zum 90. Geburtstag von Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Bircks* (15.09.2017)
- Kerwin, A. J., S. C. Lenkei, und D. R. Wilson. "Aortic-Valve Homograft in the Treatment of Aortic Insufficiency." *New England Journal of Medicine* 266, 17 (1962) S. 852-857
- Khan, M. N. "The relief of mitral stenosis. An historic step in cardiac surgery." *Tex Heart Inst J* 23, 4 (1996) S. 258-266
- Killian, H. *Meister der Chirurgie und die Chirurgenschulen im deutschen Raum : Deutschland, Österreich, deutsche Schweiz*. Stuttgart: Thieme, 1951.
- Killian, H. *Meister der Chirurgie und die Chirurgenschulen im gesamten deutschen Sprachraum*. Thieme, 1980.
- Kirklin, J. K. "The middle 1950s and C. Walton Lillehei." *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989) S. 822-824
- Kirklin, J. W. *The tetralogy of Fallot: from a surgical viewpoint*. Philadelphia u.a.: Saunders, 1970.
- Kirklin, J. W. "Open-heart surgery at the Mayo Clinic. The 25th anniversary." *Mayo Clinic Proceedings* 55, 5 (1980) S. 339-341
- Kirklin, J. W. , J. W. Dushane, R. T. Patrick, D. E. Donald, P. S. Hetzel, H. G. Harshbarger, und E. H. Wood. "Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator system (gibbon type): report of eight cases." *Proc Staff Meet Mayo Clin.* 30, 10 (1955) S. 201-206
- Kirklin, J. W. und B. G. Barratt-Boyes. "Surgical concepts, research methods, and data analysis and use." In *Cardiac Surgery - Morphology, Diagnostic Criteria, Natural History, Techniques, Results, and Indications*, S. 177-204. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1986.
- Kirklin, J. W., G. W. Daugherty, H. B. Burchell, und E. H. Wood. "Repair of the partial form of persistent common atrioventricular canal; so-called ostium primum type of atrial septal defect with interventricular communication." *Ann Surg* 142, 5 (1955) S. 858-862
- Kirklin, J. W., D. E. Donald, H. G. Harshbarger, P. S. Hetzel, R. T. Patrick, H. J. C. Swan, und E. H. Wood. "Studies in Extracorporeal Circulation. I. Applicability of Gibbon-Type Pump-Oxygenator to Human Intracardiac Surgery: 40 Cases." *Ann Surg* 144, 1 (1956) S. 2-8

- Kirklin, J. W., F. H. Ellis, Jr., Goon Dc Mc, J. W. Dushane, und H. J. Swan. "Surgical treatment for the tetralogy of Fallot by open intracardiac repair." *Journal of Thoracic Surgery* 37, 1 (1959) S. 22-51
- Kirklin, J. W., H. G. Harshbarger, D. E. Donald, und J. E. Edwards. "Surgical correction of septal defect: anatomic and technical considerations." *Journal of Thoracic Surgery* 33, 1 (1957) S. 45-59
- Kirklin, J. W. und R. B. Karp. *The Tetralogy of Fallot - From a surgical viewpoint*. 1. Philadelphia, London, Toronto: W. B. Saunders, 1970.
- Kirschner, M. "Zum Neubau der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen II. Der Krankenhausbau." *Chirurg* 2 (1930) S. 30-36
- Klinner, W., M. Pasini, und A. Schaudig. "Anastomose zwischen System- und Lungenarterie mit Hilfe von Kunststoffprothesen bei cyanotischen Herzvitien." *Thorac cardiovasc Surg* 10, 01 (1962) S. 68-75
- Koch, T. und J. Schüttler. "Prof. Dr. Med. Martin Zindler Zum 95. Geburtstag." *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 56 (2015)
- Kocherscheidt, K., C. J. Preusse, A. Krian, J. Winter, H. D. Schulte, und W. Bircks. "Einfluss des Myokardprotektionsverfahrens auf die postischämische Erholung des Myokards bei Säuglings- und Kleinkinderherzen." *Z Kardiol* 78 (1989) S. 151
- Köhler, E. und K. Greeff. "Der Einfluß des Blut-pH auf die Toxizität herzwirksamer Glykoside." *Research in Experimental Medicine* 159, 1 (1972) S. 65-74
- Kolessov, V. I. "Operations on the coronary arteries." *Exp Clin Anaesth* 10 (1964) S. 3-8
- Kolessov, V. I. "Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 54, 4 (1967) S. 535-544
- Kolff, W. J. und D. B. Effler. "Disposable Membrane Oxygenator (Heart-Lung-Machine) and its use in experimental and clinical Surgery while the heart is arrested with potassium citrate according to Melross Technic " *ASAIO Journal* 2, 1 (1956) S. 13-17
- Kolff, W. J., B. Watschinger, und V. Vertes. "Results in patients treated with the coil kidney (disposable dialyzing unit)." *J Am Med Assoc* 161, 15 (1956) S. 1433-1437
- Kolobow, T. und R. L. Bowman. "Construction and evaluation of an alveolar membrane artificial heart-lung." *ASAIO Journal* 9, 1 (1963) S. 238-243
- Kolobow, T., L. Gattinoni, T. Tomlinson, und J. E. Pierce. "An alternative to breathing." *J Thorac Cardiovasc Surg* 75, 2 (1978) S. 261-266

- Kolobow, T., R. G. Spragg, J. E. Pierce, und W. M. Zapol. "Extended term (to 16 days) partial extracorporeal blood gas exchange with the spiral membrane lung in unanesthetized lambs." *ASAIO Journal* 17, 1 (1971) S. 350-354
- Koncz, J. "Eröffnung und Begrüßung der 14. Thoraxchirurgischen Arbeitstagung in Bad Nauheim." *Thoraxchirurgie Vaskuläre Chirurgie, aus dem Archiv der DGTHG* 17, 5 (14.02. 1969)
- Konertz, W., I. Yükseltan, und A. Bernhard. *Anatomische und funktionelle Grundlagen für die Wahl von Nahtmitteln und Nahttechniken in der Koronarchirurgie*. Edited by Arnulf Thiede und Horst Hamelmann. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1982.
- Konstantinov, I. E. "Robert H. Goetz: the surgeon who performed the first successful clinical coronary artery bypass operation." *The Annals of Thoracic Surgery* 69, 6 (2000) S. 1966-1972
- Konstantinov, I. E. und V. V. Alexi-Meskishvili. "Sergei S. Brukhonenko: the development of the first heart-lung machine for total body perfusion." *The Annals of Thoracic Surgery* 69, 3 (2000) S. 962-966
- Konstantinov, I. E., V. V. Alexi-Meskishvili, W. G. Williams, R. M. Freedom, und R. Van Praagh. "Atrial switch operation: past, present, and future." *The Annals of Thoracic Surgery* 77, 6 (2004) S. 2250-2258
- Körfer, R., W. Bircks, M. Bourgeois, B. Boström, und H. D. Schulte. *Anastomose nach Waterston und nachfolgender Korrektur bei schweren Fällen von Fallotscher Tetralogie*. Vol. 8. Herz Kreislauf Pflaum Verlag 1976.
- Kouchoukos, N. T. , E. H. Blackstone, D. B. Doty, F. L. Hanley, R. B. Karp, und J. A. Rhead. *Kirklin/ Barrat-Boyes - Cardiac Surgery, 3d. Edition*. 2 vols. Cardiac Surgery: Morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, results, and indications. Philadelphia, Pennsylvania 19106, USA: Churchill Livingstone, 2003.
- Kouchoukos, N. T., E. H. Blackstone, B. D. Donald, B. D. Doty, F. L. Hanley, und R. B. Karp. *Kirklin/Barratt-Boyes Cardiac Surgery: Morphology, Diagnostic Criteria*. Vol. 1. 3. Natural History, Techniques, Results, and Indications. Philadelphia, Pennsylvania: Churchill Livingstone, 2003.
- Kozik, D. J. und M. D. Plunkett. "Mechanical circulatory support." *Organogenesis* 7, 1 (2011) S. 50-63
- Kramer, H. H., S. Rammos, O. Krogmann, L. Nessler, S. Böker, A. Krian, und W. Bircks. "Cardiac rhythm after Mustard repair and after arterial switch operation for complete transposition." *International Journal of Cardiology* 32, 1 (1991) S. 5-12
- Krämer, T. *Projektepistemologie: Wissensproduktion zwischen Kontingenz und Disposition am Beispiel von Verbundforschung [Hochschulschrift]*. Bielefeld: transcript, 2019.

- Kremer, K. "Ansprachen anlässlich der am 5. März abgehaltenen Feier zur Vollendung des 65. Lebensjahres von Professor Dr. Dr.h.c. E. Derra in der Chirurgischen Klinik der Universität zu Düsseldorf." *Festakt Vollendung 65. Lebensjahr Prof. Dr. Ernst Derra* (5. März 1966)
- Kreuzer, H., B. Bostroem, U. Gleichmann, und B. Löhr. "Das Verhalten der Myocardtemperaturen während der extrakorporalen Zirkulation bei verschiedenen Arten des Kältestillstandes1, 2." *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 10, 04 (1962) S. 435-446
- Krian, A., Mayo-Gibbon II, fotografiert 2019
- Krian, A., „Offene Herzchirurgie“ Chirurgische Universitätsklinik Düsseldorf 1955-1992 - Bildrechte Prof. Dr. A. Krian
- Krian, A. "Chirurgie der TGA – Geschichte einer erfolgreichen multidisziplinären Zusammenarbeit " *46. Jahrestagung DGTHG – 49. Jahrestagung DGPK, Leipzig, siehe Archiv der DGTHG* (14.02.2017)
- Krian, A. "Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks." *Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* (15.09.2017)
- Krian, A. "Vortrag - Die Ulrich Karsten-Stiftung " *Hamburg, Archiv der DGTHG* (26.04.2017)
- Krian, A. "Herzchirurgie gestern und heute." *Düsseldorfer Herztagung 2015* (27.2.2015)
- Krian, A., Persönliche Mitteilung, 2021
- Krian, A., Persönliche Mitteilung, April 2017
- Krian, A., Persönliche Mitteilung, Dezember 2020
- Krian, A., Persönliche Mitteilung, Juni 2021
- Krian, A., Persönliche Mitteilung, November 2019
- Krian, A., Persönliche Mitteilung, Oktober 2020
- Krian, A., J. Ostermeyer, und W. Bircks. "Anomalien auf Vorhofebene." In *Herzchirurgie*, Hrsg. H. Borst, W. Klinger, und Oelert H., vol VI, Teil 2, S. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1991.
- Krian, A., A. Bauer, und K. Falke. "Acute renal failure in children after cardiac surgery: six years experience with hemodialysis and hemofiltration." *J Thorac Cardiovasc Surg* 24, 3 (1983) S. 305
- Krian, A., W. Bircks, B. Grabensee, U. Böckmann, und J. Jehle. "Herzchirurgische Eingriffe bei Patienten mit dialysepflichtiger terminaler Niereninsuffizienz - Ausnahmeverfahren oder klinische Routine?" *Intensivmedizin* 22, 5 (1985) S. 397

- Krian, A., W. Bircks, und E. Wetzels. "Das akute Nierenversagen nach Operationen am Herzen und an den großen thorakalen Gefäßen." *Thorac cardiovasc Surg* 20, 03 (1972) S. 199-217
- Krian, A. und P. F. Böttger. "Nachruf auf Josef Güttler." *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 31, 6 (2017) S. 436-437
- Krian, A., B. Grabensee, R. Körfer, P. Rumpf, D. Wittenhagen, und L. Zumfelde. "Erfahrungen in der Therapie des akuten Nierenversagens nach kardiovaskulären Operationen." *Thorac cardiovasc Surg* 23, 04 (1975) S. 403-407
- Krian, A., B. Grabensee, R. Körfer, P. Rumpf, und L. Zumfelde. "Dialysetherapie auf einer chirurgischen Intensivstation - Ein Erfahrungsbericht." *Med. Welt* 27 (1976) S. 2221-2223
- Krian, A., B. Grabensee, P. Rumpf, L. Zumfelde, und H. Lennartz. "49. Das akute postoperative Nierenversagen." *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 342, 1 (1976) S. 369-374
- Krian, A., H. H. Kramer, J. Quaegebeur, J. Ostermeyer, B. Korbmacher, E. Godehardt, und W. Bircks. "The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems." *Thorac cardiovasc Surg* 39, S 2 (1991) S. 160-165
- Krian, A., H. H. Kramer, J. Quaegebeur, J. Ostermeyer, B. Korbmacher, E. Godehardt, und W. Bircks. "The Arterial Switch-Operation: Early and Midterm (6 years) Results with Particular Reference to Technical Problems." *Thorac cardiovasc Surg* 39, 2 (1991) S. 160-165
- Krian, A., P. Rumpf, L. Zumfelde, B. Grabensee, und T. Königshausen. "Probleme der Dialysetherapie beim postoperativen akuten Nierenversagen." *Intensivmedizin* 13 (1976) S. 277-283
- Kuhn, F. "Technik der peroralen Tubage." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 28, 30 (1902) S. 539-541
- Kuhn, F. *Die perorale Intubation : ein Leitfaden zur Erlernung und Ausführung der Methode mit reicher Kasuistik*. Unveränd. Nachdr. [d. Ausg.] Berlin, Karger, 1911. Melsungen: Bibliomed, 1980.
- Kuhn, H., J. Mercier, E. Köhler, H. Frenzel, W. Hort, und F. Loogen. "Differential diagnosis of hypertrophic cardiomyopathies: typical (subaortic) hypertrophic obstructive cardiomyopathy, atypical (mid-ventricular) hypertrophic obstructive cardiomyopathy and hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy." *European Heart Journal* 4, suppl F (1983) S. 93-104
- Kvitting, J. P. E. und C. L. Olin. "Clarence Crafoord: A Giant in Cardiothoracic Surgery, the First to Repair Aortic Coarctation." *The Annals of Thoracic Surgery* 87, 1 (2009) S. 342-346

- Lam, C. R., H. H. Aram, und E. R. Munnell. "An experimental study of aortic valve homografts." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 94, 2 (1952) S. 129-135
- Larrey, D. J. *Chirurgische Klinik : eine Sammlung von Erfahrungen in den Feldzügen und Militärhospitälern von 1792 bis 1829*. 1. Germany, Europe: Leipzig [u.a.] : Leske, 1831.
- Larsson, B., H. Elmqvist, L. Ryden, und H. Schüller. "Lessons From the First Patient with an Implanted Pacemaker." *Pacing and Clinical Electrophysiology* 26, 1p1 (2003) S. 114-124
- Latz, S. "Kristalline Kardioplegie nach Bretschneider versus Blutkardioplegie nach Calafiore in der Koronarchirurgie." Univ. Diss. med. Fak., Universität Bonn, 2012.
- Lauterbach, G. "Sicherheitsaspekte bei der extrakorporalen Zirkulation (EKZ)." In *Extrakorporale Zirkulation Heute*, Hrsg. C. J. Preuße und H. D. Schulte, S. 123-126. Heidelberg: Steinkopff, 1991.
- Lawin, P. und H. W. Opderbecke. "Intensivmedizin." In *50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: Tradition & Innovation*, Hrsg. J. Schüttler, S. 233-270. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- Le Gallois, J. J. C. *Expériences sur le principe de la vie, notamment sur celui des mouvemens du cœur, et sur le siège de ce principe; suivies du rapport fait à la première classe de l'Institut, etc.* d'Hautel, 1812.
- Le Gallois, J. J. C. "Experiments on the Principle of Life - Especially on That of the Motions of the Heart, and on the Seat of This Principle." *The New England Journal of Medicine, Surgery and Collateral Branches of Science* 3, 1 (1813) S. 11-20
- Leitz, K. H. "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland." In *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich, vol 3. Auflage, S. 3-25. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2010.
- Leitz, K. H. und G. Ziemer. "The History of Cardiac Surgery." In *Cardiac Surgery Operations on the Heart and Great Vessels in Adults and Children*, Hrsg. G Ziemer, Haverich A. Editors, S. 3-31. Berlin: Springer, 2017.
- Lemburg, P. und J. C. Reidemeister. "Die postoperative pädiatrische Intensivpflege nach kardiochirurgischen Palliativeingriffen." *Monatsschr Kinderheilkd* 121, 7 (1973) S. 508-511
- Lesney, M. S. "Confronting the open chest - Samuel J. Meltzer and the first AATS annual Meeting." *Thoracic Surgery News* (2017)
- Lewis, F J. und M. Taufic. "Closure of atrial septal defects with the aid of hypothermia; experimental accomplishments and the report of one successful case." *Surgery* 33, 1 (1953) S. 52-59

- Lichtlen, P. R. "Geschichte der koronaren Herzkrankheit." In *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie — Herz- und Kreislaufforschung*, Hrsg. Berndt Lüderitz und Gunther Arnold, S. 269-306. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- Liddicoat, J. E., S. M. Bekassy, A. C. Beall, D. H. Glaeser, und M. E. DeBakey. "Membrane vs bubble oxygenator: clinical comparison." *Ann Surg* 181, 5 (1975) S. 747-753
- Lillehei, C. W. , R. L. Varco, M. Cohen, H. E. Warden, C. Patton, und J. H. Moller. "The First Open-Heart Repairs of Ventricular Septal Defect, Atrioventricular Communis, and Tetralogy of Fallot Using Extracorporeal Circulation by Cross-Circulation: A 30-Year Follow-up." *Ann Thorac Surg* 41, 1 (1986) S. 4-21
- Lillehei, C. W. , V. L. Gott, R. A. DeWall, und R. L. Varco. "Surgical Correction of Pure Mitral Insufficiency by Annuloplasty Under Direct Vision." *Lancet* 77 (1957) S. 446
- Lillehei, C. W. , V. L. Gott, P. C. Hodges, D. M. Long, und E. E. Bakken. "Transistor pacemaker for treatment of complete atrioventricular dissociation." *JAMA* 172 (1960) S. 2006-2010
- Lillehei, C. W. und R. H. Cardozo. "Use of median sternotomy with femoral artery cannulation in open cardiac surgery." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 108, 6 (1959) S. 706-714
- Lillehei, C. W., M. Cohen, H. E. Warden, R. C. Read, J. B. Aust, R. A. DeWall, und R. L. Varco. "Direct Vision Intracardiac Surgical Correction of the Tetralogy of Fallot, Pentalogy of Fallot, and Pulmonary Atresia Defects: Report of First Ten Cases." *Ann Surg* 142, 3 (1955) S. 418-442
- Lillehei, C. W., M. Cohen, H. E. Warden, N. R. Ziegler, und R. L. Varco. "The results of direct vision closure of ventricular septal defects in eight patients by means of controlled cross circulation." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 101, 4 (1955) S. 446-466
- Lillehei, C. W., M. J. Levy, und R. C. Bonnabeau. "Mitral valve replacement with preservation of papillary Muscles and chordae tendinae." *J Thorac Cardiovasc Surg* 47 (1964) S. 532-543
- Lindblom, D., V. O. Björk, und B. K. Semb. "Mechanical failure of the Björk-Shiley valve. Incidence, clinical presentation, and management." *J Thorac Cardiovasc Surg* 92, 5 (1986) S. 894-907
- Lindblom, D., L. Rodriguez, und V. O. Björk. "Mechanical failure of the Björk-Shiley valve. Updated follow-up and considerations on prophylactic rereplacement." *J Thorac Cardiovasc Surg* 97, 1 (1989) S. 95-97
- Linder, F. "Pathophysiologie und Indikationen der Hypothermie bei Operationen am offenen Herzen." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958) S. 188-203

- Lingmann, H. *Die Geschichte der Chirurgischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1907 bis 1965*. 1. Düsseldorf: Tritsch, 1968.
- Litwak, R. S. "The growth of cardiac surgery: historical notes." *Cardiovasc Clin* 3, 2 (1971) S. 5-50
- Lochner, W. "Untersuchung über die unvollständige Mischung des Blutes im rechten Herzen mit Hilfe von Temperaturmessungen." *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* 256, 4 (1953) S. 296-303
- Lochner, W. "Introduction." In *2nd International Adalat® Symposium: New Therapy of Ischemic Heart Disease*, Hrsg. W. Lochner, W. Braasch, und G. Kroneberg, S. 1-1. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1975.
- Lochner, W. "Present Basis of Coronary Therapy." In *2nd International Adalat® Symposium: New Therapy of Ischemic Heart Disease*, Hrsg. Wilhelm Lochner, Wolfgang Braasch, und Günther Kroneberg, S. 2-10. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1975.
- Lochner, W., H. Mercker, und M. Nasser. "Über den anaeroben Energiegewinn des Warmblüterherzens in situ unter Cyanidvergiftung." *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 236, 2 (1959) S. 365-381
- Loeweneck, M. *Entwicklung der Herzchirurgie*. Edited by B. Schlegel. Munich: J.F. Bergmann-Verlag, 1962.
- Loeweneck, M., M. J. Madlener, und E. Werle. "Experimentelle Untersuchungen über die Ammoniak-bildung in der Niere." *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 248, 10 (1937) S. 695-699
- Löhr, B. "Induzierter Herzstillstand bei intracardialen Eingriffen mit künstlichem Kreislauf." *Thoraxchirurgie* 7, 02 (1959) S. 123-129
- Löhr, B. "Intraoperative Komplikationen bei der Behandlung des Kammerseptumdefektes." *Thorac Cardio Surg* 7, 5 (1959) S. 535-542
- Löhr, B. "Über die Arbeitsweise des Mayo-Gibbon-Pumpoxygenerators." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 292, 1 (1959) S. 701-704
- Löhr, B. "Augenblicklicher Stand in der chirurgischen Behandlung der Klappeninsuffizienzen." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 304, 1 (1963) S. 478-495
- Löhr, B. "Ergebnisse der chirurgischen Behandlung von Klappeninsuffizienzen." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 308, 1 (1964) S. 677-681
- Löhr, B., H. Meessen, und R. Poche. "Elektronenmikroskopische Untersuchungen des Herzmuskels vom Hund bei experimentellem Herzstillstand durch Kaliumcitrat und Anoxie." *Archiv für Kreislaufforschung* 33, 1 (1960) S. 108-137

- Loogen, F. . "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf - Mehr als dreißig Jahre (konservative) Kardiologie in Düsseldorf." In *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 205-213: Tritsch Druck und Verlag Düsseldorf 1981.
- Loogen, F., W. Bircks, und A. Krian an A. Krian, Persönliche Mitteilung, November 2020
- Loogen, F., H. Vieten, und W. Bircks. "Cor triatriatum dextrum." *Der Radiologe* 7, 11 (1967) S. 329-333
- Loop, F. D., B. W. Lytle, D. M. Cosgrove, R. W. Stewart, M. Goormastic, G. W. Williams, L. A. Golding, C. C. Gill, P. C. Taylor, W. C. Sheldon, und et al. "Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events." *N Engl J Med* 314, 1 (1986) S. 1-6
- Lower, R. R., R. C. Stofer, und N. E. Shumway. "Homovital transplantation of the heart." *J Thorac Cardiovasc Surg* 41 (Fe 1961) S. 196-204
- Lown, B. und P. Axelrod. "Implanted Standby Defibrillators." *Circulation* 46, 4 (1972) S. 637-639
- Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz-und Kreislaufforschung*. Springer-Verlag, 2011.
- Mack, Michael J. "Advances in the Treatment of Coronary Artery Disease." *Ann Thorac Surg* 76 (2003) S. 2240-2245
- Mackenzie, D. "The history of sutures." *Medical History* 17, 2 (1973) S. 158-168
- Madlener, M. J. und W. Reinhardt. "Experimentelle Untersuchungen über Wasserhaushaltsstörungen beim Stauungsikterus." *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 245, 1 (1935) S. 69-74
- Mair, R. "Aortenatresie, hypoplastisches Linksherzsyndrom und hypoplastischer Linksherzkomplex." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich, S. 461-472. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- Manji, R. A., W. Lee, und D. K. C. Cooper. "Xenograft bioprosthetic heart valves: Past, present and future." *International Journal of Surgery* 23 (2015) S. 280-284
- Mannebach, H. "Herzschrittmacher: Chardack und Senning." In *Hundert Jahre Herzgeschichte: Entwicklung der Kardiologie 1887–1987*, S. 74-84. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1988.
- Marian, A. J. "Congenital Heart Disease." *Circulation Research* 120, 6 (2017) S. 895-897
- Markewitz, A. und W. Lante. "Stellenwert der herzchirurgischen Intensivmedizin." *Zeitschrift für Herz-,Thorax- und Gefäschirurgie* 22, 1 (2008) S. 41-46

- Maxwell, D., L. Allan, und M. J. Tynan. "Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus: a report of two cases." *British Heart Journal* 65, 5 (1991) S. 256-258
- Mayer, J. E. "50th Anniversary Landmark Commentary on Lillehei CW, Varco RL, Cohen M, Warden HE, Patton C, Moller JH. The first open-heart repairs of ventricular septal defect, atrioventricular communis, and tetralogy of Fallot using extracorporeal circulation by cross-circulation: a 30-year follow-up." *The Annals of Thoracic Surgery* 99, 2 (2015) S. 386-387
- McFarland, J. A. "Myocardial necrosis following elective cardiac arrest induced with potassium citrate." *J Thorac Cardiovasc Surg* 40 (1960) S. 200-208
- McLean, J. A. Y. "The Discovery of Heparin." *Circulation* 19, 1 (1959) S. 75-78
- Meessen, H. "Morphologische Befunde bei Herzinsuffizienz und bei künstlichem Herzstillstand." *Thoraxchirurgie und Vaskuläre Chirurgie* 11, 02 (1963) S. 183-188
- Meisner, H. "Victory by Stages: The "Tour De Force" to Early Correction in Congenital Heart Surgery." *Thorac cardiovasc Surg* 53, 04 (2005) S. 198-204
- Meisner, H. "Milestones in surgery: 60 years of open heart surgery." *Thorac cardiovasc Surg* 62, 8 (2014) S. 645-650
- Meisner, H. , S. Paek, W. Heimisch, R. Kunkel, H. P. Lorenz, und F. Sebening. "Experience with Anatomical Correction of Transposition of the Great Arteries (TGA)." *Thorac Cardiovasc Surg* 39 (1991) S. 155-159
- Meisner, H. und S. Hagl. "Geschichte der Kinderherzchirurgie." In *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, Hrsg. J. Weil, H. C. Kallfelz, A. Lindinger, und A. A. Schmaltz, S. 252-280. München: Elsevir, 2019.
- Melrose, D. G. "A mechanical heart-lung for use in man." *Br Med J* 2, 4827 (1953) S. 57-62
- Melrose, D. G. und L. Aird. "A mechanical heart-lung for use in man." *British Medical Journal* 2 (1953) S. 57-62
- Melrose, D. G., B. Dreyer, H. H. Bentall, und J. B. E. Baker. "Electiv cardiac arrest " *The Lancet* 266, 6879 (1955) S. 21-23
- Meltzer, A. "Dr. Samuel James Meltzer and Intratracheal Anesthesia." *J.Clin.Anesth.* 2 (1990) S. 54-58
- Meltzer, S. J. "The value of continous intratracheal insufflation of air (Meltzer) in thoracic surgery with description of an apparatus." *Medical Record* 77 (1910) S. 493-495
- Meltzer, S. J. "First Presidential Adress." *Program-Book 50th Anniversary Meeting of the AATS 2016* (1918)

- Meltzer, S. J. und J. Auer. "Continuous Respiration without Respiratory Movements " *J Exp Med* 11, 4 (1909) S. 622-625
- Menzel, B. "Die Anfänge der Herzchirurgie in Leipzig unter besonderer Berücksichtigung des Wirkens von Martin Herbst: ein Beitrag zur Geschichte der Institutionalisierung neuer medizinischer Spezialfächer." Univ. Diss. med. Fak., Universität Leipzig, 1998.
- Mercker, H., W. Lochner, und H. J. Bretschneider. "Die Sauerstoffversorgung des Herzmuskels." *Dtsch Med Wochenschr* 83, 01 (1958) S. 17-20
- Meyer, J. und W. Bircks. "Predictable correction of tricuspid insufficiency by semicircular annuloplasty." *The Annals of Thoracic Surgery* 23, 6 (1977) S. 574-575
- Miller, B. J. "Laboratory work preceding the first clinical application of cardiopulmonary bypass." *The Annals of Thoracic Surgery* 76, 6 (2003) S. 2203-2209
- Miller, B. J., J. H. Gibbon, und M. H. Gibbon. "Recent Advances in the Development of a Mechanical Heart and Lung Apparatus." *Ann Surg* 134, 4 (Oct 1951) S. 694-708
- Milton, H. "Mediastinal surgery." *The Lancet* 149, 3839 (1897) S. 872-875
- Mirowski, M., M. M. Mower, A. Langer, M. S. Heilman, und J. Schreibman. "A chronically implanted system for automatic defibrillation in active conscious dogs. Experimental model for treatment of sudden death from ventricular fibrillation." *Circulation* 58, 1 (1978) S. 90-94
- Mirowski, M., P. R. Reid, M. M. Mower, L. Watkins, V. L. Gott, J. F. Schauble, A. Langer, M. S. Heilman, S. A. Kolenik, R. E. Fischell, und M. L. Weisfeldt. "Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings." *N Engl J Med* 303, 6 (1980) S. 322-324
- Moene, R. J., A. Oppenheimer-Dekker, A. C. Wenink, M. M. Bartelings, und A. C. Gittenberger-de Groot. "Morphology of ventricular septal defect in complete transposition of the great arteries." *Am J Cardiol* 55, 13 Pt 1 (1985) S. 1566-1570
- Mönckeberg, J. G. "Ueber Knochenbildung in der Arterienwand." *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* 167, 2 (1902) S. 191-210
- Mönckeberg, J. G. "Über die reine Mediaverkalkung der Extremitätenarterien und ihr Verhalten zur Arteriosklerose." *Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* 171, 1 (1903) S. 141-167
- Mönig, S. P., M. Walter, H. Erasmi, und H. Pichlmaier. "Hans von Haberer: A Forgotten Pioneer in Vascular Surgery." *Annals of Vascular Surgery* 11, 2 (1997) S. 186-188
- Morgenstern, C., H. Goebel, und W. Lochner. "Die Beurteilung der Kontraktilität des Herzens." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 97, 41 (1972) S. 1563-1568

- Morrow, A. G. und E. C. Brockenbrough. "Surgical treatment of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: technic and hemodynamic results of subaortic ventriculomyotomy." *Ann Surg* 154 (1961) S. 181-189
- Morrow, A. G., S. Levitsky, P. L. Frommer, C. L. McIntosh, V. Parsonnett, J. E. Pierce, und H. W. Seipp. "Experimental evaluation of a radioisotope-powered cardiac pacemaker." *J Thorac Cardiovasc Surg* 60, 6 (1970) S. 836-841
- Moulopoulos, S. D., S. R. Topaz, und W. J. Kolff. "Diastolic balloon pumping (with carbon dioxide) in the aorta—A mechanical assistance to the failing circulation." *American Heart Journal* 63, 5 (1962) S. 669-675
- Moulopoulos, S. D., S. R. Topaz, und W. J. Kolff. "Extracorporeal assistance of the circulation and intraaortic balloon pumping " *ASAIO Journal* 8, 1 (1962) S. 85-87
- Mueller, R. L. und T. A. Sanborn. "The history of interventional cardiology: Cardiac catheterization, angioplasty, and related interventions." *American Heart Journal* 129, 1 (1995) S. 146-172
- Muller, W. H., Jr. und J. F. Dammann, Jr. "The surgical significance of pulmonary hypertension." *Ann Surg* 136, 3 (1952) S. 495-509
- Muller, W. H., Jr. und J. F. Dammann, Jr. "The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow; a preliminary report." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 95, 2 (1952) S. 213-219
- Müller-Ruchholtz, E. R. "In memoriam Wilhelm Lochner." *Basic Research in Cardiology* 74, 5 (1979) S. 451-453
- Mullin, E. M., D. L. Glancy, L. M. Higgs, S. E. Epstein, und A. G. Morrow. "Current Results of Operation for Mitral Stenosis - Clinical and Hemodynamic Assessments in 124 Consecutive Patients Treated by Closed Commissurotomy, Open Commissurotomy, or Valve Replacement." *Circulation* 46, 2 (1972) S. 298-308
- Murray, G. "Homologous aortic-valve-segment transplants as surgical treatment for aortic and mitral insufficiency." *Angiology* 7, 5 (1956) S. 466-471
- Murray, L., W. H. Hendren, J. E. Mayer, und M. A. Rockoff. "„A Thrill of Extreme Magnety“: Robert. E. Gross and the Beginnings of Cardiac Surgery." *Journal of Pediatric Surgery* 48 (2013) S. 1822-1825
- Mustard, W. T. "Successful two-stage correction of transposition of the great vessels." *Surgery* 55, 3 (1964) S. 469-472
- Mustard, W. T., A. L. Chute, J. D. Keith, A. Sirek, R. D. Rowe, und P. Vlad. "A surgical approach to transposition of the great vessels with extracorporeal circuit." *Surgery* 36, 1 (1954) S. 39-51

- Mustard, W. T. und J. A. Thomson. "Clinical experience with the artificial heart lung preparation." *Can Med Assoc J* 76, 4 (1957) S. 265-269
- Naef, A. P. *The story of thoracic surgery: milestones and pioneers*. 1: Hogrefe & Huber, 1990.
- Naef, A. P. "The mid-century revolution in thoracic and cardiovascular surgery: Part 5." *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 3, 3 (2004) S. 415-422
- Nägele, H., V. Döring, W. Rödiger, und P. Kalmár. "Aortenklappenersatz mit Homografts - Eine Übersicht." *Herz* 25, 7 (2000) S. 651-658
- Neill, C. A. und E. B. Clark. "Tetralogy of Fallot. The first 300 years." *Tex Heart Inst J* 21, 4 (1994) S. 272-279
- Nissen, R. "Erlebtes aus der Thoraxchirurgie 1." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 79, 08 (1954) S. 311-316
- Nissen, R. *Helle Blätter - Dunkle Blätter Erinnerungen eines Chirurgen*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 1969.
- Noack, T. *Querschnitt Geschichte, Theorie und Ethik in der Medizin*. 1. Aufl. München u.a.: Urban & Fischer in Elsevier, 2007.
- Nölling, T. . "Der Kardiotechniker im Krankenhaus - juristische Erwägungen unter Berücksichtigung der Haftungsfrage." *Kardiotechnik* 20, 2 (2011) S. 44-46
- Noon, G. P., J. E. Harrell, L. Feldman, J. Peterson, P. M. Kent, und M. E. DeBakey. "Development and evaluation of pulsatile roller pump and tubing for cardiac assistance." *Artificial organs* 7, 1 (1983) S. 49-54
- Norwood, W. I. , A. R. Dobell, M. D. Freed, J. W. Kirklin, und E. H. Blackstone. "Intermediate results of the arterial switch repair - A 20-instituion study." *J Thorac Cardiovasc Surg* 96, 6 (1988) S. 854-863
- Norwood, W. I., J. K. Kirklin, und S. P. Sanders. "Hypoplastic left heart syndrome: experience with palliative surgery." *Am J Cardiol* 45, 1 (1980) S. 87-91
- Nosé, Y. und P. S. Malchesky. "Therapeutic membrane plasmapheresis." *Therapeutic Apheresis and Dialysis* 4, 1 (2000) S. 3-9
- Nunn, D. B., H. Bunzendahl, und J. R. Handy. "Ernst Jeger: a forgotten pioneer in cardiovascular surgery." *Surgery* 116, 3 (1994) S. 569-575
- O'Brien, M. F., J. K. Clarebrough, I. G. McDonald, G. S. Hale, H. S. Bray, und J. F. Cade. "Heterograft aortic valve replacement: initial follow-up studies." *Thorax* 22, 5 (1967) S. 387-396

- Olley, P. M., Coceani, F., und E. Bodach. "E-type prostaglandins: a new emergency therapy for certain cyanotic congenital heart malformations." *Circulation* 53, 4 (1976) S. 728-731
- Opderbecke, H. W. "Intensivmedizin gestern." *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 38, 04 (2003) S. 261-263
- Ostermeyer, J., G. Breithardt, M. Borggrefe, E. Godehardt, L. Seipel, und W. Bircks. "Surgical treatment of ventricular tachycardias: Complete versus partial encircling endocardial ventriculotomy." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 87, 4 (1984) S. 517-525
- Ostermeyer, J., G. Breithardt, R. Kolvenbach, M. Borggrefe, L. Seipel, H. D. Schulte, und W. Bircks. "The surgical treatment of ventricular tachycardias. Simple aneurysmectomy versus electrophysiologically guided procedures." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 84, 5 (1982) S. 704-715
- Ostermeyer, J., G. Breithardt, R. Kolvenbach, R. Körfer, L. Seipel, H. D. Schulte, und W. Bircks. "Intraoperative Electrophysiologic Mapping during Cardiac Surgery." *Thorac cardiovasc Surg* 27, 04 (1979) S. 260-270
- Ostermeyer, J., D. Horstkotte, J. Bennett, H. Huysmans, D. Lindblom, C. Olin, E. Orinius, und G. Semb. "The Björk-Shiley 70° Convexo-Concave Prosthesis Strut Fracture Problem." *Thorac cardiovasc Surg* 35, 02 (1987) S. 71-77
- Ostermeyer, J., J. K. Kirklin, M. Borggrefe, J. L. Cox, G. Breithardt, und W. Bircks. "Ten Years Electrophysiologically Guided Direct Operations For Malignant Ischemic Ventricular Tachycardia - Results." *Thorac cardiovasc Surg* 37, 01 (1989) S. 20-27
- Oury, J. H., K. L. Peterson, T. L. Folkerth, und P. O. Daily. "Mitral valve replacement versus reconstruction: An analysis of indications and results of mitral valve procedures in a consecutive series of 80 patients." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 73, 6 (1977) S. 825-835
- Oyer, P. E., E. B. Stinson, S. W. Jamieson, S. Hunt, B. A. Reitz, C. P. Bieber, J. S. Schroeder, M. Billingham, und N. E. Shumway. "One year experience with cyclosporin A in clinical heart transplantation." *Heart Transplantation* 1, 4 (1982) S. 285-290
- Pacifico, A. D. , L. M. Jr. Barger, und J. W. Kirklin. "Primary Total Correction of Tetralogy of Fallot in Children Less Than Four Years of Age." *Circulation* 48, 5 (1973) S. 1085-1091
- Pae, W. E., J. A. Waldhausen, G. A. Prophet, und W. S. Pierce. "Primary vascular anastomosis in growing pigs: comparison of polypropylene and polyglycolic acid sutures." *J Thorac Cardiovasc Surg* 81, 6 (1981) S. 921-927
- Paget, S. *The surgery of the chest*. Wright, 1896.
- Pässler, H. W. "Zur Entstehung und Behandlung der schwierigen Perikarditis." *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 241, 12 (1933) S. 359-376

- Patel, N. D., D. E. Alejo, und D. E. Cameron. "The History of Heart Surgery at The Johns Hopkins Hospital." *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 27, 4 (2015) S. 341-352
- Peck, C.H. "XVII. Intratracheal Insufflation Anaesthesia (Meltzer-Auer) Observation on a Series of 216 Anaesthesias with the Elsberg-Apparatus." *Ann Surg* 56, 1 (1912) S. 192-200
- Polanyi, M. *Implizites Wissen*. 1. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1985.
- Polonius, M. J., H. G. Borst, und H. Dittrich. "Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie." *Thorac Cardiovasc Surg* 25, 1 (1977) S. 52-60
- Polonius, M. J., H. G. Borst, und H. Dittrich. "Bericht der Kommission für Kapazitätsermittlung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie." *Thorac cardiovasc Surg* 25, 01 (1977) S. 52-60
- Potts, W. J. "A new clamp for surgical division of the patent ductus arteriosus." *Quarterly Bulletin of Northwestern University (Evanston, Ill.) Medical School* 22, 4 (1948) S. 321-324
- Potts, W. J., S. Smith, und S. Glibson. "Anastomosis of the Aorta to a Pulmonary Artery: Certain Types in Congenital Heart Disease." *Journal of the American Medical Association* 132, 11 (1946) S. 627-631
- Preuße, C. J., K. Schad, J. Güttler, G. Müller, und H. D. Schulte. "Einleitung des künstlichen Herzstillstandes in der Erwachsenen- und Kinderherzchirurgie." In *Extrakorporale Zirkulation Heute*, Hrsg. C. J. Preuße und H. D. Schulte, S. 71-79. Heidelberg: Steinkopff, 1991.
- Preuße, C. J. und H. D. Schulte. "Intraaortale Ballongegenpulsation (IABP): Eine Standortbestimmung." In *Neue Wege in der Herz-Lungen-Maschinen-Technik und der Assistierten Kreislaufzirkulation*, Hrsg. H. Korb, A. Borowski, und E. R. de Vivie, S. 9-17. Heidelberg: Steinkopff, 1992.
- Preusse, C. J., H. D. Schulte, und W. Bircks. "High volume cardioplegia—A 12-year-experience." *Journal of Molecular and Cellular Cardiology* 22 (1990) S. 42
- Privatbesitz, Familie Prof. Dr. med. Ernst Derra, „Prof. Dr. med. Ernst Derra“, Urheberrechteklärung siehe Anhang
- Probert, W. R. und D. G. Melrose. "An early Russian heart-lung machine." *Br Med J* 1 (1960) S. 1047-1048
- Puff, A. "Funktionelle Anatomie des Herzens." In *Herz- und herznahe Gefäße - Allgemeine und spezielle Operationslehre*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und A. Senning, vol VI/

Teil 2, R Zenker, Heberer G, Hegemann G. , S. 15-99. Berlin Heidelberg New York: Springer, 1978.

Pulver, K. G., S. Eunike, und R. Zähle. "Fehler und Gefahren bei der Anwendung künstlicher Hypothermie für Operationen am offenen Herzen und an den großen Gefäßen." In *Anaesthesie in der Gefäß- und Herzchirurgie: Beiträge zum Thema „Anaesthesie in der Gefäß- und Herzchirurgie“ der Gemeinsamen Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Anaesthesiologie, der Deutschen Gesellschaft für Anaesthesie und Wiederbelebung und der Schweizerischen Gesellschaft für Anaesthesiologie (Société Suisse d'Anesthésiologie) vom 16.–18. September 1965 in Zürich*, Hrsg. O. H. Just und M. Zindler, S. 85-90. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1967.

Purdy, D. L., G. J. Magovern, und N. P. Smyth. "A new radioisotope-powered cardiac pacer." *J Thorac Cardiovasc Surg* 69, 1 (1975) S. 82-91

Quaegebeur, J. M. "The Arterial Switch Operation - Rationale, Results, Perspectives." Thesis, Uitgeverij Rozengaard 1986.

Quaegebeur, J. M., J. Rohmer, J. Ottenkamp, T. Buis, J. W. Kirklin, E. H. Blackstone, und A. G. Brom. "The arterial switch operation: An eight-year experience." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 92, 3, Part 1 (1986) S. 361-384

Radegran, K. "The Early History of Cardiac Surgery in Stockholm." *Journal of Cardiac Surgery* 18, 6 (2003) S. 564-572

Rajabnejad, Mohammad Reza, Maryam Ranjbar, und Mohammad Al-Attar. "Galen: The First Cardiac Surgeon?" *Thorac cardiovasc Surg* 69, 01 (2021) S. 8-9

Rashkind, W. J. und W. W. Miller. "Creation of an Atrial Septal Defect Without Thoracotomy: A Palliative Approach to Complete Transposition of the Great Arteries." *JAMA* 196, 11 (1966) S. 991-992

Rastelli, G. C., J. W. Kirklin, und J. L. Titus. "Anatomic observations on complete form of persistent common atrioventricular canal with special reference to atrioventricular valves." *Mayo Clin Proc.* 41 (1966) S. 296-308

Regensburger, D. "Korrektur der Transposition der großen Arterien - Wandel oder Renaissance." In *Herzchirurgie*, Hrsg. E. R. de Vivie, K. Hellberg, und W. Ruschewski, S. 139-150, 1982.

Rehn, L. "Ueber Penetrierende Herzwunden und Herznaht." *Archiv für klinische Chirurgie* 55 (1897) S. 315-329

Rehn, L. "Zur Chirurgie des Herzens und des Herzbeutels." *Zentralbl. f. Chir* 34 (1907) S. 42

Reidemeister, J. C., E. Marx, H. D. Schulte, H. Kreuzer, U. Gleichmann, und A. Schorn. "Erste Erfahrungen mit Isotopen-Schrittmachern." *Thorac cardiovasc Surg* 20, 06 (1972) S. 435-440

- Reitz, B. A., J. L. Wallwork, S. A. Hunt, J. L. Pennock, M. E. Billingham, P. E. Oyer, E. B. Stinson, und N. E. Shumway. "Heart-lung transplantation: successful therapy for patients with pulmonary vascular disease." *N Engl J Med* 306, 10 (1982) S. 557-564
- Roberts, W. C. und A. G. Morrow. "Cardiac valves and the surgical pathologist." *Archives of Pathology* 82, 4 (1966) S. 309-313
- Rodewald, G. und M. J. Polonius. "Cardiac Surgery in the Federal Republic of Germany during 1978 and 1979." *Thorac cardiovasc Surg* 28 (1980) S. 373-377
- Rodewald, G., R. Zenker, und W. Bircks. "Herzchirurgie." In *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983*, Hrsg. H. W. Schreiber und G. Carstensen, S. 186 - 198: Springer Verlag, 1983.
- Rosenbauer, K. A., J. A. Herzer, M. Kijimahara, K. Falke, B. Jansen, H. D. Schulte, und W. Bircks. "Anwendung beschichteter und unbeschichteter extrakorporaler Kreislaufsysteme. Licht- und resterelektronenmikroskopische Untersuchungen." *Fachzeitschrift für das Laboratorium* 7 (1976) S. 815-820
- Rosenkranz, K. A. "Clinical Experience with Nuclear-Powered Pacemakers (Promethium-147)." In *Engineering in Medicine: Volume 1: Advances in Pacemaker Technology*, Hrsg. Max Schaldach und Seymour Furman, S. 503-529. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1975.
- Ross, D. "The versatile homograft and autograft valve." *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989) S. S69-S70
- Ross, D., M. Jackson, und J. Davies. "Pulmonary autograft aortic valve replacement: long-term results." *Journal of Cardiac Surgery* 6, 4 Suppl (1991) S. 529-533
- Ross, D. N. "Homograft Replacement of the Aortic Valve " *The Lancet* 280, 7254 (1962) S. 487
- Ross, D. N. "Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft." *Lancet* 2, 7523 (1967) S. 956-958
- Rowbotham, S. "Clinical Lecture in Intratracheal Anaesthesia " *The Lancet* 208, 5377 (1926) S. 583-584
- Russo, M. J., V. Jeevanandam, M. J. Hur, E. M. Johnson, T. Siffring, A. P. Shah, und J. Raman. "Prophylactic Subclavian Artery Intraaortic Balloon Counter-Pulsation is Safe in High-Risk Cardiac Surgery Patients." *Asaio j* 61, 5 (2015) S. 36-39
- Russo, M. J., V. Jeevanandam, J. Stepney, A. Merlo, El. M. Johnson, R. Malyala, und J. Raman. "Intra-aortic balloon pump inserted through the subclavian artery: A minimally invasive approach to mechanical support in the ambulatory end-stage heart failure patient." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 144, 4 (2012) S. 951-955
- Sachs, M. *Geschichte der operativen Chirurgie / Bd. 1 : Historische Entwicklung chirurgischer Operationen*. Heidelberg: Kaden, 2000.

- Sachs, M. *Geschichte der operativen Chirurgie Band 2 - Historische Entwicklung des chirurgischen Instrumentariums*. Heidelberg: Kaden Verlag, 2000.
- Sachs, M. . "Kapitel 14: Die Anfänge der Chirurgie des Herzens." In *Geschichte der operativen Chirurgie Band 1*, S. 229-231, 2000.
- Sade, R. M. "Transplantation at 100 years: Alexis Carrel, pioneer surgeon." *Ann Thorac Surg* 80, 6 (2005) S. 2415-2418
- Samways, D. W. "Cardiac peristalsis: Its nature and effects." *The Lancet* (1898) S. 927
- Sarajas, H. S. S. und T. E. Nilsson. "Beobachtungen über die Pathologie der experimentellen Hypothermie beim Hunde." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 279, 1 (1954) S. 750-756
- Sauerbruch, F. "Über die Ausschaltung der schädlichen Wirkung des Pneumothorax bei intrathorakalen Operationen." *Zbl. Chir* 31 (1904) S. 146
- Sauerbruch, F. "Zur Pathologie des offenen Pneumothorax." *Mitteil. ad Grenzgeb. d. Chir. u. Med* 13 (1904)
- Sauerbruch, F. *Chirurgie der Brustorgane*. Vol. 1. 2. Berlin: Julius Springer, 1920.
- Sauvage, L. R. "A brief history of arterial prosthesis development." *Journal of Investigative Surgery* 6, 3 (1993) S. 221-225
- Sauvage, L. R., S. J. Wood, K. M. Eyer, A. H. Bill, und R. E. Gross. "Experimental Coronary Artery Surgery: Preliminary Observations of Bypass Venous Grafts, Longitudinal Arteriotomies, and End-to-End Anastomosis." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 46, 6 (1963) S. 826-836
- Schadewaldt, H. *Universität Düsseldorf*. Berlin/West - Basel: Länderdienst - Verlag, 1966.
- Schadewaldt, H. "Die Entdeckung der Sulfonamide." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 100, 51 (1975) S. 2617-2621
- Scheid, H. H. und H. Gulbins. "Chirurgie bei tachykarden Rhythmusstörungen und Herzschrittmachertherapie." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und den herznahen Gefäßen*, S. 727-773. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- Schipperges, H. *Geschichte der Medizin in Schlaglichtern*. Bibliographisches Institut & FA Brockhaus AG, 1990.
- Schmid, C. und A. Philipp. "Historie." In *Leitfaden extrakorporale Zirkulation*, Hrsg. C. Schmid und A. Philipp, S. 1-11. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- Schmidt-Tintemann, U. "50 Jahre deutsche Chirurgie - Der Weg zur Spezialisierung." *Der Chirurg BDC* 32, 11 (1993) S. 233-235

- Schmiel, F. K., W. Hackbarth, R. Körfer, B. Pölit, P. Spiller, und W. Bircks. "Flow Measurements and Simultaneously Performed Angiography of Aorto-coronary Bypass Grafts during Bypass Surgery." *J Cardiovasc Surg* 22 (1981) S. 506
- Schmitt, Barbara. "Langzeitergebnisse nach Implantation von Björk-Shiley C/C Herzklappen." Herzchirurgische Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2009.
- Schmitto, J. D. "Über die Entwicklung der Herztransplantation in Deutschland." Univ. Diss. med. Fak., Universität Münster, 2003.
- Schmitz, T. H. "Kammerflimmern." *Die chirurgische Behandlung angeborener Fehlbildungen. Hrsg. Kremer. Stuttgart: Georg Thieme* (1961)
- Schober, K. L. "The quotation about the heart." *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 29, 03 (1981) S. 131-137
- Schober, K. L. "Our surgical heritage: tragic destinies of surgeons. The senseless destruction of a talent: Ernst Jeger (1884-1915)." *Zentralbl Chir* 109, 21 (1984) S. 1394-1402
- Schober, K. L. "Wege und Umwege zum Herzen - Über die frühe Geschichte der Chirurgie des Thorax und seiner Organe." *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 41 (1993) S. 155-256
- Schreiber, H. W. "Vor 50 Jahren: Entdeckung der Chemotherapie mit Sulfonamiden." *Dtsch Med Wochenschr* 110, 28/29 (1985) S. 1138-1142
- Schroeder, W. "Ueber die Bildungsstätte des Harnstoffs." *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 15, 5-6 (1882) S. 364-402
- Schrör, K. "Acetylsalicylsäure und venöse Thrombosen." *Der Internist* 56, 1 (2015) S. 84-90
- Schrör, K. "Why we should not skip aspirin in cardiovascular prevention." *Hamostaseologie* 36, 01 (2016) S. 33-43
- Schrör, K. und B. H. Rauch. "Acetylsalicylsäure und Prävention kolorektaler Karzinome." *Der Internist* 54, 7 (2013) S. 884-891
- Schulte, H. D. "Membranoxygenatoren zur prolongierten assistierten extrakorporalen Zirkulation." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 98, 10 (1973) S. 508-513
- Schulte, H. D. "Indikation und Kontraindikation der extrakorporalen Membranoxygenation - Vortrag 4. Kardioteknikertagung Düsseldorf, 31.05.1975." *Intensivmedizin* 14 (1977) S. 284-289
- Schulte, H. D. "Gibt es noch Herzchirurgie ohne Herz-Lungen-Maschine?" *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 361, 1 (1983) S. 473-479

- Schulte, H. D. "'Looking into the past only makes sense if it serves the future.'" Konrad Adenauer (1876 - 1967)." *Thorac cardiovasc Surg* 49, 04 (2001) S. 251-253
- Schulte, H. D. "First steps in membrane oxygenation and prolonged extracorporeal perfusion in Duesseldorf using the Bramson membrane lung." *Perfusion* 18, 3 (2003) S. 185-189
- Schulte, H. D. und W. Bircks. "Surgery for hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM): The extended transaortic subvalvular myectomy (TSM) approach." *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 9, 4 (2004) S. 293-303
- Schulte, H. D., W. Bircks, K. Bornikoel, H. Kreuzer, K. L. Neuhaus, H. W. Niessen, und P. Spiller. "Erfahrungen mit der intraaortalen Ballonpumpe bei der kardiogenen Schockbehandlung nach herzchirurgischen Eingriffen." *Intraaortale Ballongegenpulsation, Stuttgart* (1977) S. 162-168
- Schulte, H. D., W. Bircks, und R. Dudziak. "Erste Erfahrungen mit der BRAMSON-Membran-Lunge." *Thorac cardiovasc Surg* 20, 01 (1972) S. 54-59
- Schulte, H. D., W. Bircks, R. Dudziak, A. Krian, und H. Brüster. "Geeignetes Konzept eines Membranoxygenators für assistierte Langzeitperfusionen (mit einer erfolgreichen klinischen Anwendung)." In *Herzhypertrophie*, Hrsg. R. Thauer und K. Pleschka, S. 354-357. Heidelberg: Steinkopff, 1972.
- Schulte, H. D., W. Bircks, J. A. Herzer, K. L. Neuhaus, R. Rivas-Martin, und L. Seipel. "Therapie lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen durch Resektion von Herzwandaneurysmen oder Divertikeln." *Z. Kardiol. Suppl* 4 (1977) S. 60
- Schulte, H. D., W. Bircks, U. Huberts, und C. J. Preusse. "Langzeitergebnisse der chirurgischen Therapie bei thorakalen Aortenaneurysmen (A. ascendens-Dissektion)." *Langenbecks Arch Chir Suppl II Verh Dtsch Ges Chir* (1990) S. 491-497
- Schulte, H. D., W. Bircks, R. Körfer, und H. Kuhn. "Surgical Aspects of Typical Subaortic and Atypical Midventricular Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy (HOCM)*." *Thorac cardiovasc Surg* 29, 06 (1981) S. 375-380
- Schulte, H. D., W. Bircks, F. Loogen, J. Rivas-Martin, und P. Spiller. "Resultate der Endarteriektomie im Rahmen der Koronarchirurgie." *Thorac cardiovasc Surg* 26, 04 (1978) S. 266-269
- Schulte, H. D., C. Groschopp, C. J. Preuße, und A. Bauer. "Clinical myocardial protection with histidine buffered cardioplegic solution (Bretschneider)." *J Cardiovasc Surg* 22 (1981) S. 470
- Schulte, H. D. und J. Güttler. "Grundlagen und Durchführung der extrakorporalen Zirkulation beim Erwachsenen - Das Düsseldorfer Verfahren." In *Extrakorporale Zirkulation Heute*, Hrsg. C. J. Preuße und H. D. Schulte, S. 37-54. Heidelberg: Steinkopff, 1991.
- Schulte, H. D., D. Horstkotte, und W. Bircks. "Ergebnisse der dringlichen chirurgischen Intervention bei akuter Endokarditis." *Z Kardiol* 78 Suppl 4 (1989) S. 7

- Schulte, H. D., D. Horstkotte, A. Krian, H. Sons, und W. Bircks. "Komplikationen nach Herzklappenersatz mit mechanischen und biologischen Prothesen." *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 372, 1 (1987) S. 607-611
- Schulte, H. D., C. J. Preuße, D. Horstkotte, und W. Bircks. "Preservation of the Posterior Mitral Leaflet and Influence on the Late Result After Additional Implantation of a Mitral Prosthesis." In *Fortschritte in der Chirurgie im letzten Jahrzehnt: 109. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 21.–25. April 1992, München*, Hrsg. Edgar Ungeheuer, S. 529-536. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992.
- Schultheis, R., B. Leven, R. Neuhaus, W. Hofacker, B. Steinbach, G. Arnold, W. Steven, R. Jaeschock, und H. Nier. "Entwicklungstendenzen der Aachen-Düsseldorfer Herz-Bypass-Pumpe." *Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering* 25, s1 (1980) S. 238-241
- Sebening, F., H. Meisner, E. Struck, und P. Schmidt-Habelmann. "Technische Voraussetzung der Herzchirurgie." In *Herz und herznahe Gefäße*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, Å Senning, W. Bircks, L. Brunner, H. Dalichau, J. von der Emde, G. Friehs, H. Hamelmann, F. Helmer, H. E. Hoffmeister, P. G. Kirchhoff, J. Koncz, J. Kraft-Kinz, A. Krian, H. Meisner, B. J. Messmer, H. Oelert, A. Puff, B. Reichart, P. Rumpf, A. Schaudig, F. W. Schildberg, P. Schmidt-Habelmann, W. Schmitz, F. Sebening, K. Stapenhorst, W. J. Stelter, E. Struck, und R. Zenker, S. 101-147. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1978.
- Seipel, L. und A. Both. *Privatdruck - Franz Loogen und seine Bedeutung für die deutsche Kardiologie*. 2015.
- Senning, A. "Extracorporeal circulation combined with hypothermia." *Acta Chirurgica Scandinavica* 107, 5 (1954) S. 516-524
- Senning, Å. "Surgical correction of transposition of the great vessels." *Surgery* 45, 6 (1959) S. 966-980
- Senning, Å. "Developments in cardiac surgery in Stockholm during the mid and late 1950s." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 98, 5, Teil 2 (1989) S. 825-832
- Sievers, H. H., U. Stierle, M. Petersen, S. Klotz, D. Richardt, M. Diwocky, und El. Charitos. "Valve performance classification in 630 subcoronary Ross patients over 22 years." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 156, 1 (2018) S. 79-86.e72
- Sievers, R. "Ein Fall von Embolie der Lungenarterie nach der Methode von Trendelenburg operiert." *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 93, 3 (1908) S. 282
- Sirak, H. D., D. M. Hosier, und H. W. Clatworthy, Jr. "Defects of the interventricular septum in infancy; a two-stage approach to their surgical correction." *N Engl J Med* 260, 4 (1959) S. 147-151

- Smithy, H. G., J. A. Boone, und J. M. Stallworth. "Surgical treatment of constrictive valvular disease of the heart." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 90, 2 (1950) S. 175-192
- Somerville, J., M. Yacoub, D. N. Ross, und K. Ross. "Aorta to Right Pulmonary Artery Anastomosis (Waterston's Operation) for Cyanotic Heart Disease." *Circulation* 39, 5 (1969) S. 593-602
- Sones, F. M. "Cine Coronary Arteriography: Second Becton, Dickinson and Company Oscar Schwidetzky Memorial Lecture." *Anesthesia & Analgesia* 46, 5 (1967) S. 499-508
- Sons, H., H. D. Schulte, und W. Bircks. "Preoperative Autologous Blood Donation to Minimize Homologous Blood Transfusions." In *Blood Use in Cardiac Surgery*, Hrsg. N. Friedel, R. Hetzer, und D. Royston, S. 160-163. Heidelberg: Steinkopff, 1991.
- Soto, B., A. E. Becker, A. J. Moolaert, J. T. Lie, und R. H. Anderson. "Classification of ventricular septal defects." *British Heart Journal* 43, 3 (1980) S. 332-343
- Souttar, H. S. "The Surgical Treatment of Mitral Stenosis." *Br Med J* 2, 3379 (1925) S. 603-606
- Spiller, P., K. Bornikoel, H. Kreuzer, K. L. Neuhaus, H. W. Niessen, und H. D. Schulte. "Intraaortale Ballon-Pulsation beim kardiogenen Schock nach kardio-chirurgischen Eingriffen*." *Thorac cardiovasc Surg* 23, 04 (1975) S. 364-367
- Spiller, P., B. Bostroem, H. Kreuzer, und F. Loogen. "Kombination von intraaortaler Ballonpulsation und veno — arteriellem Bypass." In *Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Herzentlastung mittels extrakorporaler Assistensysteme*, S. 94-118. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1980.
- Starr, A. und M. L. Edwards. "Mitral Replacement: Clinical Experience with a Ball-Valve Prosthesis." *Ann Surg* 154, 4 (1961) S. 726-740
- Stegeman, J. H., E. J. Schoten, und O. T. Terpstra. "Knowing and acting in the clinical workplace: trainees' perspectives on modelling and feedback." *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 18, 4 (2013) S. 597-615
- Stegmann, T. "Herzschrittmacherchirurgie." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinner, und H. Oelert, S. 485-513. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991.
- Steinbeck, G. "Klinische Entwicklung des implantierbaren Kardioverter-Defibrillators über 35 Jahre." *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie* 26, 2 (2015) S. 70-74
- Stelzer, P., S. Weinrauch, und R. F. Tranbaugh. "Ten years of experience with the modified Ross procedure." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 115, 5 (1998) S. 1091-1100
- Stephenson, L. W. "History of Cardiac Surgery." In *Surgery: Basic Science and Clinical Evidence*, Hrsg. J. A. Norton, P. S. Barie, R. R. Bollinger, A. E. Chang, S. F. Lowry, S. J.

- Mulvihill, H. I. Pass, und R. W. Thompson, S. 1471-1479. New York, NY: Springer New York, 2008.
- Stephenson, L. W. und F. A. Baciewicz. "History of Cardiac Surgery." In *Cardiac Surgery in the Adult*, S. 3-20: McGraw-Hill-Education, 2012.
- Sterns, L. P., A. F. Bitash, und C. W. Lillehei. "Cardiovascular surgery in infancy." *Am J Cardiol* 13, 2 (1964) S. 153-161
- Steven, W., H. Nier, R. Jaeschock, R. Schultheis, R. Neuhaus, und G. Arnold. "Myocardial oxygen consumption and regulation of coronary blood flow during stepped relief of the left ventricle." *Basic Research in Cardiology* 75, 5 (1980) S. 646-656
- Stolf, N. A. G. "History of Heart Transplantation: a Hard and Glorious Journey." *Braz J Cardiovasc Surg* 32, 5 (2017) S. 423-427
- Stoney, W. S. "Evolution of cardiopulmonary bypass." *Circulation* 119, 21 (2009) S. 2844-2853
- Stump, M. M., G. L. Jordan, Jr., M. E. DeBakey, und B. Halpert. "Endothelium grown from circulating blood on isolated intravascular dacron hub " *American Journal of Pathology* 43, 3 (1963) S. 361-367
- Stute, R., A. Krian, B. Staudacher, H. D. Schulte, und H. Brüster. "Frequency of hepatitis B after open heart surgery: a retrospective study over a three-year period (1974--1976)." *Thorac cardiovasc Surg* 27, 4 (1979) S. 238-240
- Suma, K., T. Tsuji, Y. Takeuchi, K. Inoue, K. Shiroma, T. Yoshikawa, und J. Narumi. "Clinical performance of microporous polypropylene hollow-fiber oxygenator." *The Annals of Thoracic Surgery* 32, 6 (1981) S. 558-562
- Šušak, S., A. Redžek, M. Rosić, L. Velicki, und B. Okiljević. "Development of cardiopulmonary bypass—A historical review." *Srp Arh Celok Lek* 144, 11-12 (2016) S. 670-675
- Swan, H., R. W. Virtue, S. G. Blount, und L. T. Kircher. "Hypothermia in Surgery: Analysis of 100 Clinical Cases." *Ann Surg* 142, 3 (1955) S. 382-400
- Swan, H. und I. Zeavin. "Cessation of Circulation in General Hypothermia. III. Technics of Intracardiac Surgery Under Direct Vision." *Ann Surg* 139, 4 (1954) S. 385-396
- Swan, H., M. D. Zeavin, und S. G. Blount. "Surgery by direct vision in the open heart during hypothermia." *Journal of the American Medical Association* 153 (1953) S. 1081-1085
- Sykosch, H. J. "Implantierbare Schrittmacher zur permanenten und intermittierenden Stimulierung des Herzens." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 308, 1 (1964) S. 288-292

- Szmuk, P., T. Ezri, S. Evron, Y. Roth, und J. Katz. "A brief history of tracheostomy and tracheal intubation, from the Bronze Age to the Space Age." *Intensive Care Medicine* 34, 2 (2008) S. 222-228
- Tarnow, J. "Zum 80. Geburtstag von Herrn Prof. Dr. med. M. Zindler." *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35, 05 (2000) S. 273-273
- Taussig, H. B. *Congenital malformations of the heart*. 1. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1947.
- Taussig, H. B. . "On the evolution of our knowledge of congenital malformations of the heart: The T. Duckett Jones Memorial Lecture." *Circulation* XXXI (1965) S. 768-777
- Tay, D. J. , M. A. Engle, K. H. Ehlers, und A. R. Levin. "Early Results and Late Developments of the Waterston Anastomosis." *Circulation* 50, 2 (1974) S. 220-229
- Taylor, R. "A mechanical heart-lung apparatus." *IBM Journal of Research and Development* 1, 4 (1957) S. 330-340
- Theruvath, T. P. und J. S. Ikonomidis. "Historical perspectives of The American Association for Thoracic Surgery: Claude S. Beck (1894-1971)." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 149, 3 (2015) S. 655-660
- Thomas, J. L. "The Vineberg legacy: internal mammary artery implantation from inception to obsolescence." *Tex Heart Inst J* 26, 2 (1999) S. 107-113
- Tjindra, C. "Josef Koncz (1916 - 1988): sein Leben und sein Werk / vorgelegt von Claudia Tjindra." 2004.
- Tobolt, K. "Prof. Dr. Karl Horatz (1913-1996)-erster Ordinarius für Anästhesiologie in Deutschland: Leben-Werk-Wirkung." (2015)
- Töns, C., J. Armbrecht, und W. Bircks. "The use of synthetic absorbable suture materials (polyglycolic acid and polydioxanone) in the low pressure circulatory system of growing organisms." *Thorac cardiovasc Surg* 34, 2 (1986) S. 128-131
- Trappe, H. J. "Dreißig Jahre Defibrillatortherapie in Deutschland (1984–2014)." *Der Kardiologe* 8, 2 (2014) S. 125-137
- Truax, C. H. *Surgical pump*. Google Patents, 1891.
- Tuffier, T. und G. Loewy. "Insufflation intratracheale." *Presse medicale (Paris)* 22 (1914) S. 497-499
- Turley, K., W. Y. Tucker, und P. A. Ebert. "The changing role of palliative procedures in the treatment of infants with congenital heart disease." *J Thorac Cardiovasc Surg* 79, 2 (1980) S. 194-201

- Ulmer, H. E. "Meilensteine der Entwicklung - Francis M. Fontan (1929-2018)." In *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie* Hrsg. J. Weil, H. C. Kallfelz, A. Lindinger, und A. A. Schmaltz, S. 300-301: Elsevier, 2019.
- Ulmer, H. E. "Meilensteine der Entwicklung - William I. Norwood (geb. 1941)." In *Kinderkardiologie in Deutschland - 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie*, Hrsg. J. Weil, H. C. Kallfelz, A. Lindinger, und A. A. Schmaltz, S. 356-357: Elsevier, 2019.
- Ulmer, H. E. "C. Walton Lillehei." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34, 2 (2020) S. 143-144
- Ulmer, H. E. "John H. Gibbon jr. (1903-1973)." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34, 05 (2020) S. 327-328
- Ulmer, H. E. "Robert E. Gross (1905-1988)." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34 (2020) S. 274-276
- Umakanthan, R., S. J. Hoff, N. Solenkova, M. A. Wigger, M. E. Keebler, A. Lenneman, M. Leacche, T. G. DiSalvo, . Ooi, A. J. Naftilan, J. G. Byrne, und R. M. Ahmad. "Benefits of ambulatory axillary intra-aortic balloon pump for circulatory support as bridge to heart transplant." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 143, 5 (2012) S. 1193-1197
- Unger, E. "Zur Insufflationsnarkose (Meltzer) beim Menschen." *Berl. Klin. Wchr.* 2 (1910) S. 1748-1749
- Universitätsarchiv. "Universität Düsseldorf - Vorschläge, Beschlüsse zur Besetzung und Neugliederung der Chirurgie." UAD 3/9 Nr. 645 (1967-1968)
- Van Mierop, L. H., R. D. Alley, H. W. Kausel, und A. Stranahan. "The anatomy and embryology of endocardial cushion defects." *J Thorac Cardiovasc Surg* 43 (1962) S. 71-83
- Van Praagh, R. "Terminology of congenital heart disease. Glossary and commentary." *Circulation* 56, 2 (1977) S. 139-143
- Van Praagh, R. und W. K. Jung. "The Arterial Switch Operation in Transposition of the Great Arteries: Anatomic Indications and Contraindications." *Thorac Cardiovasc Surg* 39 (1991) S. 138-150
- Van Praagh, R. und M. S. Visner. "Postoperative pathology of congenital heart disease." *Am J Cardiol* 38, 2 (1976) S. 225-230
- Vieten, H. "Angiographische Funktionsdiagnostik im Bereich des Thorax." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 282, 1 (1955) S. 388-399
- Vieten, H. *Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße Bd. 4*. Berlin u.a.: Springer, 1967.
- Vieten, H. *Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße Bd. 1*. Berlin u.a.: Springer, 1969.

- Vieten, H. *Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße 2,A*. Berlin u.a.: Springer, 1977.
- Vincent, H. F., J. M. Hatem, J. Upshur, und R. M. Sade. "Atrial wound healing with polyglycolic acid and polypropylene sutures." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 86, 1 (1983) S. 150-153
- Vineberg, A. und G. Miller. "Treatment of Coronary Insufficiency." *Can Med Assoc J* 64, 3 (1951) S. 204-210
- Volhard, F. und V. Schmieden. "Über Erkennung und Behandlung der Umklammerung des Herzens Durch Schwierige Perikarditis." *Klinische Wochenschrift* 2, 1 (1923) S. 5-9
- von Frey, M. und M. Gruber. "Untersuchungen über den Stoffwechsel isolierter Organe: Ein Respirations-Apparat für isolierte Organe." *Virchow's Arch Physiol* 9 (1885) S. 519-532
- von Pitha, F. *Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie : mit Einschluss der topographischen Anatomie, Operations- und Verbandlehre; Atlas / Bd. 3, Abt. 2, A: Spezielle topographische Chirurgie, Operations- und Verbandlehre*. Erlangen u.a.: Enke, 1882.
- Von Thun, F. S. *Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen: Allgemeine Psychologie der Kommunikation*. Vol. 1: Rowohlt Verlag GmbH, 2013.
- Voorhees, A. B., A. Jaretzki, und A. H. Blakemore. "The use of tubes constructed from vinyon "N" cloth in bridging arterial defects." *Ann Surg* 135, 3 (1952) S. 332-336
- Vukmirovic, N. B. und W. Bircks. "Die Bedeutung der Arteria mammaria interna als Bypassgefäß." *Dt Ärztebl* 87 (1990) S. 2354-2357
- Warden, H. E. "C. Walton Lillehei: Pioneer cardiac surgeon." *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989) S. 833-845
- Warden, H. E., R. A. DeWall, M. Cohen, R. L. Varco, und C. W. Lillehei. "A surgical pathologic classification for isolated ventricular septal defects and for those in fallot's tetralogy based on observations made on 120 pateintes during repair under direct vision." *Journal of Thoracic Surgery* 33, 1 (1957/01/01/ 1957) S. 21-44
- Warren, R. "Patent Ductus Arteriosus." *New England Journal of Medicine* 251, 9 (1984) S. 1203-1207
- Waterston, D. J. "The treatment of Fallot's tetralogy in infants under the age of one year." *Rozhledy v Chirurgii* 41, 181 (1962) S. 3
- Watkins, L. , M. Mirowski, M. M. Mower, P. R. Reid, L. S. C. Griffith, S. C. Vlay, M. L. Weisfeldt, und V. L. Gott. "Automatic defibrillation in man: The initial surgical experience." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 82, 4 (1981) S. 492-500

- Watkins, L., M. M. Mower, P. R. Reid, E. V. Platia, L. S. C. Griffith, M. Mirowski, und V. L. Gott. "Trials of the automatic implantable defibrillator in man: A three-year program report." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 86, 3 (1983) S. 381-387
- Weigend, N. und H. R. Zerkowski. "Die Entwicklung der modernen Transplantationsmedizin- Eine Chronik." (1997)
- Weirich, W. L. , M. Paneth, V. L. Gott, und C. W. Lillehei. "Control of Complete Heart Block by Use of an Artificial Pacemaker and a Myocardial Electrode." *Circulation Research* 6, 4 (1958) S. 410-415
- Weisz, G. "The Emergence of Medical Specialization in the Nineteenth Century." *Bulletin of the History of Medicine* 77, 3 (2003) S. 536-574
- Werner, O. J., C. Sohns, A. F. Popov, J. Haskamp, und J. D. Schmitto. "Ludwig Rehn (1849–1930): the German surgeon who performed the worldwide first successful cardiac operation." *Journal of Medical Biography* 20, 1 (2012) S. 32-34
- Westaby, S. *Landmarks in cardiac surgery*. Repr. Oxford: ISIS Medical Media, 1998.
- Widimsky, J. und P. Widimsky. "Otto Klein from Prague University Hospital performed the world first diagnostic cardiac catheterization in 11 Czech patients in 1929." *European Heart Journal* 41, 13 (2020) S. 1323-1325
- Wiedemann, K. und E. Fleischer. "Zur Geschichte der Anästhesie in der Thoraxchirurgie- Pneumothoraxproblem, Intubation, Einlungenventilation." *AINS-Anästhesiologie· Intensivmedizin· Notfallmedizin· Schmerztherapie* 27, 01 (1992) S. 3-10
- Wilcox, B. R. und R. H. Anderson. *Surgical Anatomy Of The Heart*. London: Gower Medical Publishing Ltd., 1985.
- Williams, D. H. "Stab wound of the heart and pericardium - suture of the pericardium- recovery - Patient alive three years afterward " *Medical Record (1866-1922)* 51, 13 (1897) S. 437-439
- Winau, R. *Technik und Medizin*. Düsseldorf: VDI-Verl., 1993.
- Winter, J. , K. Pricken, S. Bellenbaum, S. Rammos, H. D. Schulte, und W. Bircks. "Endomyokardiale versus transvenöse Herzschrittmacherstimulation im Säuglings- und Kindesalter." *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie* 2 (1991) S. 168
- Wittenstein, G. J. und J. B. Grow. "Möglichkeiten und Grenzen der Hypothermie in der Herzchirurgie." *Thoraxchirurgie* 7, 01 (1959) S. 1-17
- Wooler, G. H., P. G. F. Nixon, V. A. Grimshaw, und D. A. Watson. "Experiences with the Repair of the Mitral Valve in Mitral Incompetence." *Thorax* 17, 1 (1962) S. 49-57

- Yacoub, M. H., P. Gehle, V. Chandrasekaran, Emma J. Birks, A. Child, und R. Radley-Smith. "Late results of a valve-preserving operation in patients with aneurysms of the ascending aorta and root." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 115, 5 (1998) S. 1080-1090
- Yacoub, M. H., R. Radley-Smith, und C. J. Hilton. "Anatomical correction of complete transposition of the great arteries and ventricular septal defect in infancy." *British Medical Journal* 1, 6018 (1976) S. 1112-1114
- Yuan, S. M. und H. Jing. "Palliative procedures for congenital heart defects." *Archives of Cardiovascular Diseases* 102, 6–7 (2009) S. 549-557
- Zenker, R. an G. Rodewald, Brief mit dem Betreff: Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, siehe Archiv DGTHG, 26.01.1972
- Zenker, R. "Zur Geschichte und Entwicklung der Herzchirurgie." In *Herzchirurgie: Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. H. G. Borst, W. Klinger, und H. Oelert, S. 1-12. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991.
- Zenker, R., G. Heberer, H. Gehl, H. Borst, R. Beer, und Y. H. Yeh. "Zur Aufrechterhaltung der Organfunktionen und des Stoffwechsels im extrakorporalen Kreislauf." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 289, 1 (1958) S. 294-309
- Zimmermann, G. *Die Geschichte des Pathologischen Instituts der Universität Düsseldorf*. Düsseldorf: Triltsch, 1968.
- Zindler, M. "Fortschritte und Erfahrungen mit der vegetativen Blockade und der künstlichen Hypothermie." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 282, 1 (1955) S. 187-192
- Zindler, M. "Die künstliche Hypothermie in der praktischen Chirurgie." *Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie* 284, 1 (1956) S. 212-231
- Zindler, M. "Die praktische Durchführung der künstlichen Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechungen." *Thoraxchirurgie* 6, 02 (1958) S. 141-142
- Zindler, M. "Künstliche Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechung: Untersuchungen über physiologische Veränderungen; Entwicklung einer Methode; Ergebnisse bei 100 Vorhofseptumdefekt-Operationen." 1958.
- Zindler, M. "Geschichte der Thorax- und Kardioanästhesie." In *Anaesthesie — historisch gesehen*, Hrsg. Klaus Zinganel, S. 54-70. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1987.
- Zindler, M. "Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufstillstand - Beginn der offenen Herzchirurgie in Deutschland." *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 35, 05 (2000) S. 340-345
- Zindler, M. und R. Dudziak. "Über die Ausbildung von Schwestern und Pflägern in der Intensivpflege." *Dtsch Krankenpflegez* 24, 2 (1971) S. 67-70

Zindler, M., R. Dudziak, S. Eunikc, K. G. Pulver, und R. Zähle. "Surface hypothermias for heart operations with circulatory arrest " *International Anesthesiology Clinics* 3, 4 (1965) S. 733-756

7 Anhang

7.1 Chronologie der Herzmedizin*

7.1.1 Eingriffe der Kardiovaskularchirurgie

Datum	Kardiochirurgisches Ereignis	Persönlichkeit	Literatur
Um 200	Perikardresektion	Galenos von Pergamon	1.
1801	Perikarddrainagen	Francisco Romero	2.
1831	Perikardpunktion nach Stichverletzung des Herzens	Jean Larrey	3.
10.08.1893	Versorgung einer Dolchverletzung des Herzens ohne Herznaht	Daniel Williams	4.
09.09.1986	Erste erfolgreiche Herznaht	Ludwig Rehn	5.
1903	Kardiolyse bei Panzerherz	Ludolph Brauer	6.
13.07.1912	Therapie einer Aortenklappenstenose	Theodore Tuffier	7.
20.05.1923	Therapie bei Mitralklappenstenose	Elliot Cutler Samuel Levine	8.
1924	Pulmonale Embolektomie	Martin Kirschner	9.
06.05.1925	Therapie bei Mitralklappenstenose (transatrial)	Henry Souttar	10.
1931	Aneurysma-Resektion rechter Ventrikel	Ferdinand Sauerbruch	11.
Februar 1935	Kardio-Perikardo-Pexie bei koronarer Herzerkrankung	Claude Beck	12.
26.08.1938	Ligatur eines Ductus arteriosus Botalli	Robert Gross	13.
19.10.1944	Resektion einer Aortenisthmusstenose	Clarence Crafoord	14.
29.11.1944	Aorto-pulmonale Anastomose, sog. „Blalock-Taussig Shunt“, bei Fallot'scher Tetralogie	Alfred Blalock	15.
1944	Entfernung von 142 Projektilen aus dem Herzen ohne Todesfall	Dwight Harken	16.

* modifiziert nach Estafanous, F. G., Barash, P. G. und Reves J. G. in Cardiac Anesthesia: Principles and Practise Auflage 2, Lippincott Williams & Wilkins, 2001

13.09.1946	Aorto-pulmonale Anastomose, sog. „Potts-Shunt“, bei cyanotischen Vitien	Willis Potts	17.
04.12.1947	Therapie von Pulmonalklappenstenosen	Holmes Sellor	18.
24.05.1948	Künstlicher Vorhofseptumdefekt bei TGA	Alfred Blalock Rollins Hanlon	19.
10.06.1948	Therapie bei Mitralklappenstenose nach Souttar (1925)	Charles Bailey	20.
16.06.1948	Therapie bei Mitralklappenstenose (Technik nach Souttar (1925))	Dwight Harken	21.
1950	„Indirekte“ Myokardrevaskularisation mit A. mammaria interna („Vineberg-Operation“)	Arthur Vineberg	22.
1950	Erste Arbeit zu Hypothermie	Wilfred Bigelow	23.
11.06.1951	Bündelung der Pulmonalarterie	W. Muller J. Damman	24.
1952	„Atrio-Septo-Pexie“ eines Vorhofseptumdefekts ohne Sicht („Geschlossene Technik“)	Charles Bailey	25.
15.04.1952	Verschluss eines Vorhofseptumdefekts mittels intermittierender Implantation eines Gummibeutels im rechten Vorhof ohne Sicht	Robert Gross	26.
02.09.1952	Erste „offene Herzoperation“: Verschluss eines Vorhofseptumdefekts mittels Oberflächenhypothermie	F. John Lewis Mansur Taufic	27.
11.09.1952	Erste „Künstliche Herzklappe“: Implantation in der Aorta deszendens ohne Sicht (geschlossene Technik)	Charles Hufnagel	28.
06.05.1953	Erste „offene Herzoperation“ mit einer „Extrakorporalen Zirkulation“ (Herz- Lungen- Maschine): Verschluss eines Vorhofseptumdefekts	John H. Gibbon	29.

26.03.1954	Erste „offene Herzoperation“ mit der Technik der „Controlled-Cross-Circulation“: Verschluss eines Ventrikelseptumdefektes	C. Walton Lillehei	30.
Ab 23.03.1955	Erste Operationsserie mit Herz-Lungen-Maschine („Mayo-Gibbon-Oxygenator“)	John W. Kirklin	31.
1958	Etablierung der Koronarangiografie	Mason Sones	32.
25.02.1958	Cavo-pulmonale Anastomose Sog. „Glenn Shunt“	William W. L. Glenn	33.
01.10.1958	Sog. „Atriale Korrektur“ bei TGA („Senning-Operation“)	Ake Senning	34.
08.10.1958	1. Implantation eines permanenten Herzschrittmachers	Ake Senning Rune Elmquist	35.
11.03.1960	Erster Mitralklappenersatz (Polyurethane-Teflon-Prothese)	Nina Braunwald	36.
02.05.1960	Koronararterielle Bypass-Operation	Robert Goetz	37.
1960	Erster Herzklappenersatz: Implantation einer mechanischen Prothese, sog. „Kugel-Klappe“, Typ „Harken-Soroff“	Dwight Harken	38.
21.09.1960	Mitralklappenersatz mittels „Starr-Edwards-Klappe“	Albert Starr	39.
05.04.1962	Koronarvenenbypass	David Sabiston	40.
24.06.1962	Homograft-Aortenklappenersatz: Ross	Donald Ross	41.
23.08.1962	und Barratt-Boyes unabhängig voneinander	Brian Barratt-Boyes	42.
1962	Einführung der Kineangiographie	Mason Sones	43.
16.05.1963	Sog. „Atriale Korrektur“ bei TGA („Mustard-Operation“)	William Mustard	44.
11.06.1963	Lungentransplantation	James Hardy	45.
1964	Anastomosierung der linken Ateria thoracica interna mit den Koronararterien	Viktor Kolessov	46.

1967	Bypass-Operation mittels Vena saphena magna	René Favaloro	47.
1967	Entwicklung der „Lillehei-Kaster-Klappe“ als käfiglose mechanische Herzklappe	C. Walton Lillehei	48.
1967	Intraaortale Ballongegenpulsation	Adrian Kantrowitz	49.
03.12.1967	Erste Herztransplantation	Christian Barnard	50.
1968	Anwendung einer Mehrfachbypass-Operation unter der Verwendung von Gefäßtransplantaten	Dudley Johnson	51.
25.04.1968	„Fontan-Operation“ bei Trikuspidalatresie	Francoise Fontan	52.
1968	Chirurgische Therapie des Wolff-Parkinson-White Syndroms	Will Sealy	53.
24.12.1969	Herz-Lungen-Transplantation	Walton Lillehei	54.
08.05.1975	Anatomische Korrektur der TGA (Sog. „Arterielle Korrektur“-Arterielle Switch) Operation)	Adib Jatene	55.
20.01.1979	Zweizeitige Operation eines Hypoplastischen Linksherzsyndroms	William Norwood	56.
01.12.1982	Implantation eines künstlichen Herzens	William DeVries	57.
01.11.1984	Herztransplantation bei einem acht Monate alten Kind	Denton Cooley	58.
16.11.1985	Herztransplantation bei einem vier Tage alten Kind	Leonard Bailey	59.
1990	Erste Ballondilatation der Aortenklappe beim ungeborenen Kind	Darryl Maxwell Lindsay Allan Michael Tynan	60.

Tabelle2: Eingriffe der Kardiovaskularchirurgie

7.1.2 Hilfsmittel zum Fortschritt der Kardiovaskularchirurgie

Datum	Ereignis	Persönlichkeit	Literatur
1812	Idee eines künstlichen Herzens und Oxygenation	César LeGallois	61.
1849	Isolierte Nierenperfusion	Carol Loebell	62.
17.04.1855	Erstes Patent für Rollerpumpe	R. Porter	63.
		J. D. Bradley	64.
1882	Versuche, venöses Blut mit Raumluft zu oxygenieren	Waldemar von Schröder	65.
1883	Erste Bubble-Oxygenatoren mit Sauerstoff	M. Abeles	66.
1885	Erster Filmoxygenator als Respirationsapparat für isolierte Organe	Maximilian von Frey	67.
		Max Gruber	
1890	Hämatisator	Carl Jacobi	68.
1891	Patent für Rollerpumpe	Charles Truax	69.
1895	Doppelter Hämatisator und isolierte Lunge	Carl Jacobi	70.
1897	Sternotomie als Zugangsweg zum Mediastinum	H. Milton	71.
1900	Entdeckung der Blutgruppen	Karl Landsteiner	72.
1901	Einführung der Intubationsnarkose	Franz Kuhn	73.
1908	Idee der Operation mittels extrakorporaler Zirkulation	O. Zeller	74.
1912	Nobelpreis für die Arbeit an Gefäßnähten, Gefäß- und Organtransplantation	Alexis Carell	75.
1915	Textil-Filmoxygenatoren	A. Richards	76.
		Cecil Drinker	
1916	Extrahierung von Heparin	Jay McLean	77.
1926	Autojektor zur Kopfperfusion	Sergei Brukhonenko	78.
1929	Entdeckung von Penicillin	Alexander Fleming	79.
1935	Extrahierung von Sulfonamiden	Gerhard Domagk	80.
1935	Perfusionssysteme für isolierte Organe	Alexis Carell	81.
		Charles Lindbergh	

1937	Entdeckung von Protamin zur Neutralisierung von Heparin	Erwin Chargaff Kenneth Olson	82.
1948	Scheibenoxygenator zur Kopfperfusion	Viking Björk	83.
1949	Effektiver Spiraloxygenator	Jacob Joengbloed	84.
1950	Entschäumer für Bubble-Oxygenatoren	Leland Clark	85.
1951	Erfolgreicher partieller Bypass	Achille Dogliotti Aldo Constantini	86.
13.05.1955	Verwendung eines „Bubble-Oxygenators“ zur extrakorporalen Zirkulation	Richard DeWall Walton Lillehei	87.
30.01.1957	Intraoperativ eingesetzter epikardialer Schrittmacher	Walton Lillehei	88.
1957	Moderate Hypothermie während extrakorporaler Zirkulation	Will Sealy	89.
1959	Kannülierung der Femoralarterie	Walton Lillehei	90.
1959	Tiefe Hypothermie mit Herzstillstand	Charles Drew Ian Anderson	91.
02.08.1965	Tiefe Hypothermie und Kreislaufstillstand ohne extrakorporale Zirkulation in der Kinderherzchirurgie	David Dillard Alvin Meredino Histoshi Mohri	92.
1968	Infrakoronarer Ersatz der ascendierenden Aorta	Hugh Bentall Antony De Bono	93.
1973	Einführung der Kardioplegie mittels kalter Kaliumlösung	William Gay Paul Ebert	94.
1975	Überwachung der Heparinwirkung mittels aktivierter Koagulationszeit	Brian Bull et al.	95.
1976	Prostaglandine als Therapieoption zyanotischer Neugeborenen	Peter Olley et al.	96.
1980	Verwendung von Cyclosporin nach Herztransplantation	Norman Shumway et al.	97.
1992	Einsatz einer modifizierten Ultrafiltration beim Kind	Martin Elliot Surendra Naik	98.

Tabelle 3: Hilfsmittel zum Fortschritt der Kardiovaskularchirurgie

7.1.3 Wegweisende Beiträge zur Entwicklung der Herzmedizin

Datum	Ereignis	Persönlichkeit	Literatur
1863	Messung des rechts- und linksventrikulären Druckes tierexperimentell	Marey	99.
1912	Einführung des Herzkatheters mit der Intention der lokalen Medikamentengabe	Fritz Bleichröder Ernst Unger	100.
1913	„Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens“	Ernst Jeger	101.
1917	Gründung der „American Association for Thoracic Surgery (AATS)“		102.
02.06.1927	Gründung der „Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung“		103.
1995	Namensänderung in „Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz-, und Kreislaufforschung“		104.
1929	Katheterisierung des Herzens mit röntgenologischer Darstellung der Herzinnenräume	Werner Forßmann	105.
1930	Messung des Herzzeitvolumens mittels Herzkatheter bei 11 Patienten	Otto Klein	106.
1936	„Atlas of Congenital Heart Diseases“	Maude Abbott	107.
1944	Bestimmung des Herzminutenvolumens, rechtsventrikulärem und pulmonalarteriellen Druck mittels Herzkatheter	Andre´Cournand Dickinson Richards	108.
1947	„Congenital Malformations of the Heart“	Helen Taussig	109.

02.09.1950	Gründung der „European Society of Cardiology“ (ESC)		110.
01.07.1951	Erstes spezielles „Herzzentrum“ der Welt	Minneapolis	111. 112.
1953	Nadelpunktion der Arterie und Vorschieben eines Drahtes	Sven-Ivar Seldinger	113.
1953	„Pathology of the Heart“	S. E. Gould	114.
1953	Gründung der Zeitschrift „Thoraxchirurgie“		115.
1972	Namensänderung in „The Thoracic and Cardiovascular Surgeon“		
1954	„An Atlas of Congenital Anomalies of the Heart and Great Vessels“	Jesse Edwards	116.
1959	Transbrachiale selektive Koronarangiographie	Mason Sones Earl Shirey	117.
1967	Transfemorale selektive Koronarangiographie	Judkins	118.
1970	Einführung des Pulmonalkatheters	Harold Swan William Ganz	119.
09.01.1971	Gründung der „Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie“ (DGTHG)		120.
1977	Koronarangioplastie	Andreas Grüntzig	121.
1978	„Herz und herznahe Gefäße – Allgemeine und spezielle Operationslehre“	Hans Georg Borst Werner Klinner Ake Senning	122.
1983	„Cardiac Pathology“	Robert H. Anderson Anton E. Becker	123.
1985	„Surgical Anatomy of the Heart“	Benson Wilcox Robert Anderson	124.

17.05.1986	Gründung der „European Association for Cardio-Thoracic Surgery“ (EACTS)		125.
04.07.1986	Gründung der „European Society of Vascular Surgery“ (ESVS)		126.
1986	„Cardiac Surgery“	John W. Kirklin Brian G. Barratt-Boyes	127.

Tabelle 4: Wegweisende Beiträge zur Entwicklung der Herzmedizin

7.1.4 Literatur

1. Rajabnejad, Mohammad Reza, Maryam Ranjbar, und Mohammad Al-Attar. "Galen: The First Cardiac Surgeon?" *Thorac cardiovasc Surg* 69, 01 (2021) S. 8-9
2. Zitiert nach Böttcher, W. und V. Alexi-Meskishvili. "Die Herznaht im neunzehnten Jahrhundert." *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 20, 1 (2006) S. 36
3. Larrey, D. J. *Chirurgische Klinik: eine Sammlung von Erfahrungen in den Feldzügen und Militärhospitälern von 1792 bis 1829*. Auflage 1. Germany, Europe: Leipzig [u.a.]: Leske, 1831.
4. Williams, D. H. "Stab wound of the heart and pericardium - suture of the pericardium- recovery - Patient alive three years afterward " *Medical Record (1866-1922)* 51, 13 (1897) S. 437-439
5. Rehn, L. "Ueber Penetrierende Herzwunden und Herznaht." *Archiv für klinische Chirurgie* 55 (1897) S. 315-329
6. Brauer, L. "Die Kardiolyse und ihre Indikationen." *Arch Klin Chir* 71 (1903) S. 258
7. Zitiert nach Litwak, R. S. "The growth of cardiac surgery: historical notes." *Cardiovasc Clin* 3, 2 (1971) S. 12
8. Cutler, E. C. und S. A. Levine. "Cardiotomy and Valvulotomy for Mitral Stenosis; Experimental Observations and Clinical Notes Concerning an Operated Case with Recovery." *The Boston Medical and Surgical Journal* 188, 26 (1923) S. 1023-1027
9. Kirschner, M. "Ein durch die Trendelenburgsche Operation geheilten Fall von Embolie der Art. Pulmonalis." *Arch Klin Chir* 133 (1924) S. 312-359
10. Souttar, H. S. "The Surgical Treatment of Mitral Stenosis." *Br Med J* 2, 3379 (1925) S. 603-606
11. Sauerbruch, F. "Erfolgreiche operative Beseitigung eines Aneurysma der rechten Herzkammer." *Arch Klin Chir* 167 (1931) S. 586
12. Beck, C. S. "Coronary sclerosis and angina pectoris: treatment by grafting a new blood supply upon the myocardium." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 64 (1937) S. 270
13. Gross, R. E. "A surgical approach for ligation of patent ductus arteriosus." *New England Journal of Medicine* 220, 12 (1939) S. 510-514
14. Crafoord, C. "Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment." *Journal of Thoracic Surgery* 14 (1945) S. 347-361

15. Blalock, A. und H. B. Taussig. "The Surgical Treatment of Malformations of the Heart In Which There Is Pulmonary Stenosis or Pulmonary Atresia." *JAMA* 128, 3 (1945) S. 189-202
16. Harken, D. E. "Original communication: Foreign bodies in and in relation to the thoracic blood vessels and heart III. Indications for the removal of intracardiac foreign bodies and the behavior of the heart during manipulation." *The American Heart Journal* 32, 1 (1946) S. 1-19
17. Potts, W. J., S. Smith, und S. Gibson. "Anastomosis of the Aorta to a Pulmonary Artery: Certain Types in Congenital Heart Disease." *Journal of the American Medical Association* 132, 11 (1946) S. 627-631
18. Holmes Sellors, T. "Surgery of Pulmonary Stenosis " *The Lancet* 251, 6513 (1948) S. 988-989
19. Blalock, A. und C. R. Hanlon. "Interatrial septal defect; its experimental production under direct vision without interruption of the circulation." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 87, 2 (1948) S. 183-187
20. Bailey, C. P. "The Surgical Treatment of Mitral Stenosis (Mitral Commissurotomy)." *Diseases of the Chest* 15, 4 (1949) S. 377-393
21. Harken, D. E., L. B. Ellis, P. F. Ware, und L. R. Norman. "The surgical treatment of mitral stenosis. I. Valvuloplasty." *New England Journal of Medicine* 239 (1948) S. 801-809
22. Vineberg, A. und G. Miller. "Treatment of Coronary Insufficiency." *Can Med Assoc J* 64, 3 (Mar 1951) S. 204-210
23. Bigelow, W. G., W. K. Lindsay, und W. F. Greenwood. "Hypothermia: Its Possible Role in Cardiac Surgery: An Investigation of Factors Governing Survival in Dogs at Low Body Temperatures." *Ann Surg* 132, 5 (1950) S. 849-866
24. Muller, W. H., Jr. und J. F. Dammann, Jr. "The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow; a preliminary report." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 95, 2 (1952) S. 213-219
25. Bailey, C. P. "Surgical treatment of forty-six interatrial septal defects by atrio-septopexy." *Annals of Surgery* 140, 6 (1954) S. 805

26. Gross, R. E., A. A. Pomeranz, E. Watkins, und E. I. Goldsmith. "Surgical Closure of Defects of the Interauricular Septum by Use of an Atrial Well." *New England Journal of Medicine* 247, 13 (1952) S. 455-460
27. Lewis, F. J. und M. Taufic. "Closure of atrial septal defects with the aid of hypothermia; experimental accomplishments and the report of one successful case." *Surgery* 33, 1 (1953) S. 52-59
28. Hufnagel, C. A., P. D. Vilkgas, und H. Nahas. "Experiences with New Types of Aortic Valvular Prostheses." *Ann Surg* 147, 5 (May 1958) S. 636-644
29. Gibbon, J. H. "Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery." *Minn Med* 37, 3 (Mar 1954) S. 171-185
30. Lillehei, C. W. "Controlled Cross Circulation for Direct-Vision Intracardiac Surgery." *Postgraduate Medicine* 17, 5 (1955) S. 388-396
31. Kirklin, J. W., D. E. Donald, H. G. Harshbarger, P. S. Hetzel, R. T. Patrick, H. J. C. Swan, und E. H. Wood. "Studies in Extracorporeal Circulation. I. Applicability of Gibbon-Type Pump-Oxygenator to Human Intracardiac Surgery: 40 Cases." *Ann Surg* 144, 1 (1956) S. 2-8
32. Zitiert nach Litwak, R. S. "The growth of cardiac surgery: historical notes." *Cardiovasc Clin* 3, 2 (1971) S. 38
33. Glenn, W. W. "Circulatory bypass of the right side of the heart. IV. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery; report of clinical application." *N Engl J Med* 259, 3 (1958) S. 117-120
34. Senning, Å. "Surgical correction of transposition of the great vessels." *Surgery* 45, 6 (1959) S. 966-980
35. Elmquist, R. und A. Senning. "An implantable pacemaker for the heart." *Smyth CN, ed. Medical electronics. Proceedings of the Second International Conference on Medical Electronics* (1959) S. 24-27
36. Braunwald, N. S. "It will work: The first successful mitral valve replacement." *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989) S. 1-3
37. Zitiert nach Konstantinov, I. E. "Robert H. Goetz: the surgeon who performed the first successful clinical coronary artery bypass operation." *The Annals of Thoracic Surgery* 69, 6 (2000) S. 1966-1972

38. Harken, D. E., W. J. Taylor, A. A. Lefemine, S. Lunzer, H. B. C. Low, M. L. Cohen, und J. A. Jacobey. "Aortic valve replacement with a gaged ball valve." *Am J Cardiol* 9, 2 (1962) S. 292-299
39. Starr, A. und M. L. Edwards. "Mitral Replacement: Clinical Experience with a Ball-Valve Prosthesis." *Ann Surg* 154, 4 (Oct 1961) S. 726-740
40. Zitiert nach Konstantinov, I. E. "Robert H. Goetz: the surgeon who performed the first successful clinical coronary artery bypass operation." *The Annals of Thoracic Surgery* 69, 6 (2000) S.1971-1972
41. Ross, D. N. "Homograft Replacement of the Aortic Valve " *The Lancet* 280, 7254 (1962) S. 487
42. Barratt-Boyes, B. G. "Homograft Aortic Valve Replacement in Aortic Incompetence and Stenosis " *Thorax* 19, 2 (1964) S. 131-150
43. Sones, F. M. "Cine Coronary Arteriography: Second Becton, Dickinson and Company Oscar Schwidetzky Memorial Lecture." *Anesthesia & Analgesia* 46, 5 (1967) S. 499-508
44. Mustard, W. T. "Successful two-stage correction of transposition of the great vessels." *Surgery* 55, 3 (1964) S. 469-472
45. Hardy, J. D., W. R. Webb, M. L. Dalton, Jr., und G. R. Walker, Jr. "Lung Homotransplantation in Man: Report of the Initial Case." *JAMA* 186, 12 (1963) S. 1065-1074
46. Kolessov, V. I. "Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 54, 4 (1967) S. 535-544
47. Favaloro, R. G. "Saphenous Vein Autograft Replacement of Severe Segmental Coronary Artery Occlusion." *The Annals of Thoracic Surgery* 5, 4 (1967) S. 334-339
48. Lillehei, C. W., A. Nakib, R. L. Kaster, B. R. Kalke, und J. R. Rees. "The origin and development of three new mechanical valve designs: Toroidal disc, pivoting disc, and rigid bileaflet cardiac prostheses." *The Annals of Thoracic Surgery* 48, 3 (1989) S. 35-37
49. Kantrowitz, A. "Clinical experience with cardiac assistance by means of intraaortic phase-shift balloon pumping." *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs* 14, 1 (1968) S. 344-348

50. Barnard, C. N. "The operation. A human cardiac transplant: an interim report of a successful operation performed at Groote Schuur Hospital, Cape Town." *S Afr Med J* 41, 48 (1967) S. 1271-1274
51. Johnson, W. D., R. J. Flemma, D. Lepley, und E. H. Ellison. "Extended treatment of severe coronary artery disease: a total surgical approach." *Ann Surg* 170, 3 1969) S. 460-470
52. Fontan, F. und E. Baudet. "Surgical repair of tricuspid atresia." *Thorax* 26, 3 (1971) S. 240-248
53. Cobb, F. R., S. D. Blumenschein, W. C. Sealy, J. P. Boineau, G. S. Wagner, und A. G. Wallace. "Successful Surgical Interruption of the Bundle of Kent in a Patient with Wolff-Parkinson-White Syndrome." *Circulation* 38, 6 (1968) S. 1018-1029
54. Zitiert nach Venuta, F. und D. Van Raemdonck. "History of lung transplantation." *Journal of Thoracic Disease* 9, 12 (2017) S. 5461
55. Jatene, A. D., V. F. Fontes, P. P. Paulista, L. C. B. Souza, F. Neger, M. Galantier, J. E. M. R. Sousa, und E. J. Zerbin. "Anatomic correction of transposition of the great vessels." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 72, 3 (1976) S. 364-370
56. Norwood, W. I., J. K. Kirklin, und S. P. Sanders. "Hypoplastic left heart syndrome: experience with palliative surgery." *Am J Cardiol* 45, 1 (Jan 1980) S. 87-91
57. DeVries, W. C., J. L. Anderson, L. D. Joyce, F. L. Anderson, E. H. Hammond, R. K. Jarvik, und W. J. Kolff. "Clinical Use of the Total Artificial Heart." *New England Journal of Medicine* 310, 5 (1984) S. 273-278
58. Cooley, D. A., O. H. Frazier, C. T. Van Buren, J. T. Bricker, und B. Radovancevic. "Cardiac Transplantation in an 8-Month-Old Female Infant With Subendocardial Fibroelastosis." *JAMA* 256, 10 (1986) S. 1326-1329
59. Bailey, L. L., S. L. Nehlsen-Cannarella, R. W. Doroshov, J. G. Jacobson, R. D. Martin, M. W. Allard, M. R. Hyde, R. H. Dang Bui, und E. L. Petry. "Cardiac Allotransplantation in Newborns as Therapy for Hypoplastic Left Heart Syndrome." *New England Journal of Medicine* 315, 15 (1986) S. 949-951
60. Maxwell, D., L. Allan, und M. J. Tynan. "Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus: a report of two cases." *British Heart Journal* 65, 5 (1991) S. 256-258
61. Le Gallois, J. J. C. *Expériences sur le principe de la vie, notamment sur celui des mouvemens du cœur, et sur le siège de ce principe; suivies du rapport fait à la première classe de l'Institut, etc.* d'Hautel, 1812.

62. Zitiert nach Böttcher, W., V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer. "Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000) S. 94
63. Zitiert nach Cooley, D. A. "Development of the Roller Pump for Use in the Cardiopulmonary Bypass Circuit." *Tex Heart Inst J* 14, 2 (1987) S. 112-118
64. Zitiert nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 24
65. Zitiert nach Böttcher, W., V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer. "Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000) S. 95-96
66. Zitiert nach Böttcher, W., V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer. "Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000) S. 96
67. von Frey, M. und M. Gruber. "Untersuchungen über den Stoffwechsel isolierter Organe: Ein Respirations-Apparat für isolierte Organe." *Virchow's Arch Physiol* 9 (1885) S. 519-532
68. zitiert nach Böttcher, W., V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer. "Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000) S. 97
69. Truax, C. H. *Surgical pump*. Google Patents, 1891.
70. Jacobj, C. "Ein Beitrag zur Technik der künstlichen Durchblutung überlebender Organe." *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 36, 5-6 (1895) S. 330-348
71. Milton, H. "Mediastinal surgery." *The Lancet* 149, 3839 (1897) S. 872-875
72. Zitiert nach Bauer, A. W. "Karl Landsteiner: Entdecker der Blutgruppen in Wien – Nobelpreisträger in New York." *Transfusionsmedizin* 8, 03 (2018) S. 164-169
73. Kuhn, F. "Technik der peroralen Tubage." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 28, 30 (1902) S. 539-541
74. Zitiert nach Böttcher, W., V. Alexi-Meskishvili, und R. Hetzer. "Geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. Isolierte Organperfusion im 19. Jahrhundert." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 14 (2000) S. 98

75. Carrel, A. "La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères." *Lyon Médical* 98 (1902) S. 859-864
76. Zitiert nach nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 26
77. McLean, J. A. Y. "The Discovery of Heparin." *Circulation* 19, 1 (1959) S. 75-78
78. Zitiert nach Böttcher, W. und V. V. Alexi-Meskishvili. "Sergej Sergejewitsch Brychonenko (1890–1960): Pionier des kardiopulmonalen Bypasses in der Sowjetunion." *Kardiotechnik* 12 (2003) S. 73-77
79. Fleming, A. "On the Antibacterial Action of Cultures of a *Penicillium*, with Special Reference to their Use in the Isolation of *B. influenzae*." *British Journal of Experimental Pathology* 10, 3 (1929) S. 226-236
80. Domagk, G. "Ein Beitrag zur Chemotherapie der bakteriellen Infektionen." *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 61, 07 (1935) S. 250-253
81. Zitiert nach nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 26
82. Chargaff, E. und K. Olson. "Studies of the chemistry of the blood coagulation. VI. Studies on the action of heparin and other anticoagulants. The influence of protamine on the anticoagulant effect in vivo." *Journal of Biological Chemistry* 122 (1937) S. 153-167
83. Zitiert nach nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 26
84. Zitiert nach nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 26
85. Zitiert nach nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 26
86. Zitiert nach nach Böttcher, W. „Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation“ aus Tschaut, R. J. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Auflage 1: Pabst Science Publishers, 2005. S. 26

87. Warden, H. E. "C. Walton Lillehei: Pioneer cardiac surgeon." *J Thorac Cardiovasc Surg* 98, 5 (1989) S. 841
88. Weirich, W. L., M. Paneth, V. L. Gott, und C. W. Lillehei. "Control of Complete Heart Block by Use of an Artificial Pacemaker and a Myocardial Electrode." *Circulation Research* 6, 4 (1958) S. 410-415
89. Sealy, W. C., I. W. Brown, Jr., und W. G. Young, Jr. "A report on the use of both extracorporeal circulation and hypothermia for open heart surgery." *Annals of Surgery* 147, 5 (1958) S. 603-613
90. Lillehei, C. W. und R. H. Cardozo. "Use of median sternotomy with femoral artery cannulation in open cardiac surgery." *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 108, 6 (1959) S. 706-714
91. Drew, C. E. und I. M. Anderson. "Profound hypothermia in cardiac surgery: report of three cases." *The Lancet* 273, 7076 (1959) S. 748-750
92. Dillard, D. H., H. Mohri, E. A. Hessel, H. N. Anderson, R. J. Nelson, E. W. Crawford, B. C. Morgan, L. C. Winterscheid, und K. A. Meredino. "Correction of Total Anomalous Pulmonary Venous Drainage in Infancy Utilizing Deep Hypothermia with Total Circulatory Arrest." *Circulation* 35, 4s1 (1967) S. 105-110
93. Bentall, H. und A. D. de Bono. "A technique for complete replacement of the ascending aorta." *Thorax* 23 (1968) S. 338-339
94. Gay, W. A. und P. A. Ebert. "Functional, metabolic, and morphologic effects of potassium-induced cardioplegia." *Surgery* 74, 2 (1973) S. 284-290
95. Bull, B. S., W. M. Huse, F. S. Brauer, und R. A. Korpman. "Heparin therapy during extracorporeal circulation: II. The use of a dose-response curve to individualize heparin and protamine dosage." *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 69, 5 (1975) S. 685-689
96. Olley, P. M., F. Coceani, und E. Bodach. "E-type prostaglandins: a new emergency therapy for certain cyanotic congenital heart malformations." *Circulation* 53, 4 (1976) S. 728-731
97. Oyer, P. E., E. B. Stinson, S. W. Jamieson, S. Hunt, B. A. Reitz, C. P. Bieber, J. S. Schroeder, M. Billingham, und N. E. Shumway. "One year experience with cyclosporin A in clinical heart transplantation." *Heart Transplantation* 1, 4 (1982) S. 285-290

98. Naik, S. K., A. Knight, und M. Elliott. "A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery." *Circulation* 84, 5 Suppl (1991) S. 422-431
99. Zitiert nach Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz-und Kreislaufforschung*. Springer-Verlag, 2011. S. 7
100. Jeger, E. *Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens*. Berlin: Springer, 1913
101. Bleichröder, F. "Intraarterielle Therapie." *Berl. Klin. Wchr.* 49 (1912)
102. Meltzer, S. J. "First Presidential Adress." *Program-Book 50th Anniversary Meeting of the AATS 2016* (1918)
103. Zeitschrift für Kreislaufforschung 12, XIX, 15. Juni 1927, S. 28
104. Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz-und Kreislaufforschung*. Auflage: Springer-Verlag, 2011 S. 26
105. Forssmann, W. "Die Sondierung des rechten Herzens." *Klinische Wochenschrift* 8, 45 (1929) S. 2085-2087
106. Zitiert nach Widimsky, J. und P. Widimsky. "Otto Klein from Prague University Hospital performed the world first diagnostic cardiac catheterization in 11 Czech patients in 1929." *European Heart Journal* 41, 13 (2020) S. 1323-1325
107. Abbott, M. E. *Atlas of congenital cardiac disease*. Auflage 1: New York: American Heart Association, 1936
108. Cournand, A., R. L. Riley, E. S. Breed, E. D. F. Baldwin, D. W. Richards, M. S. Lester, und M. Jones. "Measurement of cardiac output in man using the technique of catheterization of the right auricle or ventricle " *J Clin Invest* 24, 1 (1945) S. 106-116
109. Taussig, H. B. *Congenital malformations of the heart*. Auflage 1. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1947
110. „A brief history of ESC“, Escardio, Abgerufen am 16. Januar 2021, von <https://www.escardio.org/The-ESC/About/A-brief-history-of-the-ESC>
111. Meisner, H. "Milestones in surgery: 60 years of open heart surgery." *Thorac cardiovasc Surg* 62, 8 (Dec 2014) S. 647
112. Ulmer, H. E. "C. Walton Lillehei." *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie* 34, 2 (2020) S. 143
113. Zitiert nach Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz-und Kreislaufforschung*. Springer-Verlag, 2011. S. 7

114. Gould, S. E. *Pathology of the Heart*. Auflage 1. Springfield: Thomas, C. C. , 1953.
115. Leitz, K. H. "Geschichte der Herzchirurgie in Deutschland." In *Herzchirurgie - Die Eingriffe am Herzen und an den herznahen Gefäßen*, Hrsg. G. Ziemer und A. Haverich, vol 3. Auflage, S. 3-25. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2010 S. 15
116. Edwards, J. E. , T. J. Dry, R. L. Parker, H. B. Burchell, E. H. Wood, und A. H. Bulbulian. *An Atlas of Congenital Anomalies of the Heart and Great Vessels*. Springfield, Ill: Charles C Thomas, 1954
117. Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie— Herz-und Kreislaufforschung*. Springer-Verlag, 2011. S. 7
118. Zitiert nach Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz-und Kreislaufforschung*. Springer-Verlag, 2011. S. 7
119. Swan, H. J. C., W. Ganz, J. Forrester, H. Marcus, G. Diamond, und D. Chonette. "Catheterization of the Heart in Man with Use of a Flow-Directed Balloon-Tipped Catheter." *New England Journal of Medicine* 283, 9 (1970) S. 447-451
120. Journal „Thoraxchirurgie“ 1972, Volume 20, S. 235-239
121. Zitiert nach Lüderitz, B. und G. Arnold. *75 Jahre: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie—Herz-und Kreislaufforschung*. Springer-Verlag, 2011. S. 7
122. Borst, H. G., W. Klinner, Å. Senning, W. Bircks, L. Brunner, H. Dalichau, J. von der Emde, G. Friehs, H. Hamelmann, und F. Helmer. *Herz und herznahe Gefäße - Allgemeine und spezielle Operationslehre*. Auflage 1. Berlin, Heidelberg: Springer, 1978.
123. Becker, A. E. und R. H. Anderson. *Cardiac Pathology*. Auflage 1. London: Gower Medical Publishing, 1983.
124. Wilcox, B. R. und R. H. Anderson. *Surgical Anatomy Of The Heart*. Auflage. London: Gower Medical Publishing Ltd., 1985
125. European Association for Cardio-Thoracic Surgery "The early history of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery - The first 30 years "
<http://www.eacts.org/wp-content/uploads/2016/06/EACTS30YearHistoryeBook.pdf>
 (aufgerufen am 16.01.2021)

126. Darke, S. G. "The European Society for Vascular Surgery and Journal Origins and Early Days." *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 27, 4 (2004) S. 352
127. Kirklin, J. K. und Barratt-Boyes B. G. *Cardiac Surgery*. Auflage: John Wiley & Sons, Inc., 1986

7.2 Chronologie der Entwicklung der Herzchirurgie in Düsseldorf

7.2.1 Chronologie der Entwicklung der Herzchirurgie in Düsseldorf

22.12.1930 – 31.3.1943

**Emil Karl Frey wird Direktor der Chirurgischen Klinik
der Medizinischen Akademie Düsseldorf**

*Thoraxchirurgische Entwicklungen: Palliative Maßnahmen bei Lungentuberkulose, Paraffin-
Plombe, Thorakoplastik, Pneumektomie*

1939

Erster Verschluss eines persistierenden Ductus
arteriosus Botalli in Deutschland

1939

Erste Herzbeutelöffnung wegen eitriger Perikarditis

1.7.1946 – 31.3.1970

**Ernst Derra wird Direktor der Chirurgischen Klinik der
Medizinischen Akademie Düsseldorf**

*Thoraxchirurgische Entwicklungen: Zunächst überwiegend Kriegsverletzungsfolgen:
Stecksplitter, Pleuraempyem, Empyemresthöhlen,
Thoraxfisteln*

1948

Intubationsnarkose, Beatmung, Curare zur Ruhigstellung
Einrichtung einer Fremdblutentnahmestelle in der Klinik
(Blutbank)

3. Mai 1949

Erste Operation eines persistierenden Ductus Botalli in
Düsseldorf nach dem Krieg

4. Mai 1949

Blalock-Taussig Operation bei Fallot'scher Tetralogie

18. Januar 1950

Dekortikation beim Panzerherz (sog. „Partielle
Perikardresektion“)

25. Januar 1950

Aortenisthmusstenosen-Resektion und End-zu-End-
Anastomosierung

13. Dezember 1950

Transatriale, digitale Kommissurotomie („Sprengrung“)
einer Mitralklappenstenose

1950

Herz-Stecksplitter-Entfernung

Entwicklung der Derra-Klemme zur Erleichterung von
Gefäß-Anastomosen

15. September 1952	Martin Zindler Assistenzarzt der Chirurgischen Klinik und Leiter des „Funktionsbereiches Anästhesie der Chirurgischen Klinik“ Erste operative Entfernung eines Herzwandaneurysmas Erste transventrikuläre instrumentelle Erweiterung einer Aortenklappenstenose
9. Februar 1955	Erste „Offene Herzoperation mittels Oberflächen-Hypothermie“ auf dem europäischen Festland: Verschluss eines Vorhofseptumdefekts, durchgeführt von Derra und Zindler
1958	Studienaufenthalt von Löhr, Ferbers und Sykosch an der Mayo Klinik in Rochester/ USA zur Herzchirurgie mittels extrakorporaler Zirkulation und Erwerb der ersten Herz-Lungen-Maschine des Typs „Mayo-Gibbon“ außerhalb der USA Umzug in die neue chirurgische Klinik mit einer Intensivstation mit 18 Betten
21. Februar 1959	Erste „Offene Herzoperation“ unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine in Düsseldorf
1960	Isolierte, Druck- und Volumengesteuerte Koronarperfusion
1961	Lokale Hypothermie des Herzens mit Eis Erste Aortenklappenersatz-Operation (Starr-Edwards-Kugelventil-Prothese)
6.10.1961	Implantation des ersten Herz-Schrittmachers in Deutschland durch Sykosch zusammen mit Effert
1962	Erste Mitralklappenersatz-Operation (Starr-Edwards-Kugelventil-Prothese)
1963	Operation einer hypertrophen, obstruktiven Kardiomyopathie (HOCM), damals: IHSS Erste Extirpation eines Herz-Tumors
1964	Bündelung der Pulmonalarterie bei großem VSD

1965	<p>Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine mit sog. Bubble-Oxygenator</p> <p>Doppelklappenersatz (Aorta- und Mitralklappe)</p> <p>Intraaortale Gegenpulsation zur Herzunterstützung (IABP mit der SYMBAS-Pumpe)</p> <p>Einführung der Mediastinoskopie</p> <p>Thoraxchirurgische Ambulanz: Bronchoskopie, Bronchographie und Mediastinoskopie</p>
1966	<p>Direktkanülierung der Aorta ascendens für den extrakorporalen Kreislauf</p> <p>Blalock-Hanlon-Operation (Atrioseptektomie) bei TGA</p> <p>Aorto-pulmonale Anastomose zwischen Aorta ascendens und rechter A. pulmonalis (Sog. „Waterston-Cooley-Operation“) bei Fallot-Tetralogie</p>
1967	<p>Aorto-pulmonale Anastomose zwischen Aorta descendens und linker A. pulmonalis (Sog. „Potts-Anastomose“)</p> <p>Lungenarterienembolektomie („Trendelenburg-Operation“)</p> <p>Vorhofumkehr-Operation bei TGA (Mustard-Operation)</p>
1969	<p>Aortenklappen- und Aorta ascendens-Ersatz mit Implantation der Koronararterien in die Gefäßprothese</p>
1. April 1970	<p>Wolfgang Bircks wird Direktor der Chirurgischen Klinik B der Universität Düsseldorf, spätere: Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie</p>
1970	<p>Erste koronare Herzoperation: Implantation der A. mammaria in das Myokard, sog. „Indirekte Revaskularisation“ („Vineberg-Operation“)</p>
9. Januar 1971	<p>Bircks Mitbegründer der „Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie“ in Frankfurt am Main</p>

- 1971 Erste direkte koronare Revaskularisationsoperation (Aortokoronarer Venenbypass)
Einführung einer extrakorporalen Zirkulation mit Membranlunge („Bramson-Membranoxygenator“)
Erfolgreiche „Extrakorporale Membran-Langzeit-Perfusion“, 4. Patient weltweit
Überbrückung einer Aortenbogenunterbrechung mit der linken A. carotis communis
Isotope Herzschrittmacher
Ventrikel-Aneurysma-Resektion wegen intractabler Tachykardien
Erster sog. „Dreifach-Klappenersatz“: Prothetischer Ersatz von Aorten-, Mitral- und Trikuspidalklappen
Autologe Aortenklappenersatz-Operation durch Fascia lata, Technik nach Senning
- 1972 2. OP-Saal für Operationen mit Herz-Lungen-Maschine
Postoperative Hämodialyse in eigener Regie in Kooperation mit der Abtlg. für Nephrologie der 1. Med. Klinik der Universität
Intraoperative Unterstützungspfusion unter Entlastungsbedingungen bei schlagendem Herzen wegen Herzinsuffizienz
Intraoperative, druckkontrollierte periphere Abfluss-Messung nach Anlegen der peripheren aorto-koronaren Venen-Bypass-Anastomose
Arterio-koronarer Bypass mit der linken Arteria thoracica interna
- 1973 Aktuelle Technik der Intraaortalen Ballonpulsation (IABP) perioperativ
- 1974 Weltweit erste randomisierte Herz-Klappenstudie von mechanischen Aortenklappen-Prothesen (Starr-Edwards-, Lillehei-Kaster- und Björk-Shiley-Prothesen) zusammen mit der Klinik für Kardiologie der Universität

1975	3. OP-Saal für Operationen mit Herz-Lungen-Maschine
1977	Einrichtung intraoperativer kardiologischer Diagnostik (Kardio-Angiographie) im Herz-Op. 3, zusammen mit der Klinik für Kardiologie der Universität Modifikation der De Vega-Valvuloplastik der Trikuspidalklappe bei Trikuspidalinsuffizienz nach Bircks
1978	Intraoperatives „Mapping“ zur Behandlung diverser maligner Tachykardien, zusammen mit der Klinik für Kardiologie der Universität Myokardprotektion mit Bretschneider-Kardioplegie
1979	Aortenklappenersatz bei florider, akuter bakterieller Endokarditis Herzchirurgie bei Patienten mit dialysepflichtiger terminaler Niereninsuffizienz, perioperative Hämodialyse in Kooperation mit der Abtlg. für Nephrologie der 1. Med. Klinik der Universität
1980	Einführung der unmittelbar präoperativen Eigenblutspende 2-3 Tage vor elektiven herzchirurgischen Eingriffen
1981	Mitralkappenimplantation mit Erhalt des posterioren Mitralklappensegels (Technik nach C.W. Lillehei)
1983	Extrakorporale Kohlendioxid-Elimination bei respiratorischer Insuffizienz mit Kolobow-Membran-Oxygenator (partielle Langzeit-Perfusion)
1984	Implantation eines sequentiellen Herz-Schrittmachers Erste Implantation eines automatischen Defibrillators
1985	Anatomische Korrektur der TGA (Sog. „Arterielle Switch Operation“, ASO) „Sandwich-Technik“ bei akuter Dissektion der Aorta ascendens
1987	Erste Düsseldorfer Herztransplantation, multiprofessionelle universitäre Kooperation

- 1988 Testung und Anwendung passagerer bipolarer
epimyokardialer Schrittmacher-Elektroden
Myokardprotektion mittels retrograder Kardioplegie
- 1990 Frühpostoperative Offenheits-Kontrolle des LIMA-
Bypass durch selektive und nicht selektive DSA
Transvenöse Schrittmacher-Elektroden Applikation bei
einem Neugeborenen mit totalem AV-Block
- 1991 Intravenöse Implantation von Defibrillator-Elektroden
und subcutane Elektrode
- 1992 Intraoperative transösophageale Echokardiographie bei
Erwachsenen zur Funktionsüberprüfung nach Klappen-
Rekonstruktionen und HOCM-Patienten
- 30. September 1992** **Emeritierung von Professor Dr. Wolfgang Bircks**
Unter seiner Leitung wurden 19568 Eingriffe mit Herz-
Lungen-Maschine durchgeführt

7.2.2 Kurzbiografie Frey

27. Juli 1888	Geboren in Kaufbeuren
1907	Abitur am Wilhelms-Gymnasium in München
1913	Medizinisches Staatsexamen an der Ludwig-Maximilians-Universität München
1913-1914	Medizinalpraktikant am Pathologischen Institut bei Bormann und in der Klinik für Innere Medizin bei Stoevesandt in Bremen
1914	Assistenzarzt in der Chirurgischen Privatklinik von Albert Krecke in München
30. Juli 1914	Approbation
31. Juli 1914	Promotion mit der Arbeit: „Zur Frage der Entstehung und Behandlung der Fistula ani“ an der LMU München
Erster Weltkrieg	
1914 - 1918	Chirurg einer Bayerischen Sanitätskompanie, Entlass aus dem Kriegsdienst als Stabsarzt der Reserve
1918-1927	Assistenzarzt bei Sauerbruch in der Chirurgischen Klinik der LMU München
1924	Habilitation mit der Schrift: „Über die Funktion der Herznerven und die Herznervenwirkung“
1927-1930	Erster Oberarzt Sauerbruchs in der Chirurgischen Klinik der Charité in Berlin
1930	Isolation des Hormons Kallikrein gemeinsam mit Werle und Kraut
22. Dezember 1930	Berufung zum Direktor der Medizinischen Akademie Düsseldorf
5. Juni 1931	Antrittsvorlesung: „Wege und Ziele der neueren Chirurgie“
1939	Erfolgreiche Operation eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli
1.6.1939 – 31.3.1943	Rektor der Medizinischen Akademie Düsseldorf
Zweiter Weltkrieg	
1939-1945	Dienst beim Heer als Oberstabsarzt der Reserve, anschließend Oberfeldarzt und Oberstarzt

- | | |
|---------------|--|
| 1941 | Ablehnung einer Berufung auf den Lehrstuhl der Universität Marburg |
| 1943 | Ruf auf den Lehrstuhl für Chirurgie der LMU München |
| 1. April 1943 | Lehrstuhlinhaber der Chirurgischen Klinik der LMU München |

Emil Karl Frey und der Nationalsozialismus¹⁴⁰³

- | | |
|-----------------|---|
| 1939 | Mitgliedschaft NSDAP |
| 18. August 1942 | Ernennung zum a.o. Mitglied des wissenschaftlichen Senats des Heeressanitätswesens durch Hitler |
| 1944 | Wiss. Beirat des Bevollmächtigten für das Gesundheitswesen Karl Brandt |

Nachkriegszeit

- | | |
|----------|---|
| 1951 | Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und Ehrenmitglied |
| 1958 | Emeritierung LMU München |
| 6.8.1977 | Gestorben in Gmund am Tegernsee |

¹⁴⁰³ vergleiche Klee, E. *Das Personenlexikon zum Dritten Reich*. Auflage. Koblenz: Edition Kramer, 2012, S. 164-165

7.2.3 Kurzbiografie Ernst Derra

6. März 1901	Geboren in Passau
1921	Abitur am humanistischen Gymnasium in Passau
1923	Medizinische Vorprüfung an der Ludwig-Maximilians-Universität München Fortsetzung des Studiums in Heidelberg und Wien
Juli 1926	Staatsexamen Ludwig-Maximilians-Universität in München
1926	Medizinalassistent an der Medizinischen Universitätsklinik in Innsbruck unter Anton Steyer
5. August 1927	Promotion zum Thema „Aminosäurenausscheidung bei Leberkranken, verglichen mit Cholesterin, Milchsäure- und anderen Untersuchungen“ an der Universität Leipzig
1927-1929	Medizinalassistent und Wissenschaftlicher Assistent an der Medizinischen Universitätsklinik in Leipzig unter Paul Morawitz
1929	Beginn der Ausbildung zum Chirurgen an der Chirurgischen Klinik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn unter Freiherr von Redwitz
1. September 1936	Habilitation mit der Arbeit „Das Operationstrauma in seiner Einwirkung auf die Lungenatmung, capillaren Gasaustausch und zirkulierende Blutmenge“
1937	Ernennung zum Dozenten und
1938	zum Oberarzt der Chirurgischen Universitätsklinik in Bonn
1943	Ernennung zum außerplanmäßigen Professor
1.11.1945 - 31.8.1946	Chefchirurg des Marienhospitals auf dem Venusberg in Bonn
Sommer 1946	Berufung auf den Lehrstuhl für Chirurgie und zum Direktor der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf
1. September 1946	Beginn der Tätigkeit in Düsseldorf
3. März 1949	Unterbindung eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli
5. Mai 1949	Erste Blalock-Taussig Operation
31. Mai 1951	Mitgründer der „European Society for Cardiovascular Surgery“ (ESCVS) in Turin

1953	Ablehnung eines Rufes auf das Ordinariat der Chirurgischen Klinik der Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
9. Februar 1955	Beginn der „Offenen Herzchirurgie“ in Düsseldorf: Erste erfolgreiche Operation in Oberflächenhypothermie auf dem europäischen Festland
1957	Erster Chirurg als Präsident der „Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung“ (DGK)
1958	Tagungspräsident der „European Society for Cardiovascular Surgery“ (ESCVS) in Düsseldorf
1958-1960	Präsident der ESCVS
21. Februar 1959	Erste Operation mit der Herz-Lungen-Maschine in Düsseldorf
10. Dezember 1959	Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie
1955-1956	Prorektor der Medizinischen Akademie
1960-1961	Rektor der Medizinischen Akademie
16. November 1965	Erhebung der Medizinischen Akademie zur Universität
1962 - 1963	Präsident der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (DGCH)
1966	Erhalt des großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland
31. März 1970	Emeritierung
3. Mai 1979	Festakt zum 30. Jubiläum der ersten kardiovaskulären Operation in Düsseldorf nach dem Krieg
9. Mai 1979	Gestorben in Haag/Oberbayern

Ernst Derra und der Nationalsozialismus

Zu den besonderen Umständen der Lebensphase Ernst Derras während der Zeit des Nationalsozialismus gehört, dass seine Anstellung an der Universität Bonn von der Mitgliedschaft in der NSDAP (1937-1945) und im NS-Fliegerkorps (1938-1945) abhängig gemacht wurde. Es ist sehr gut dokumentiert, dass sowohl die Versuche von Redtwitz wie die der Verwaltung, dies zu umgehen, scheiterten.¹⁴⁰⁴ Zum Hintergrund seiner Entscheidungen geben die Ausführungen von Forsbach wesentliche Informationen.

¹⁴⁰⁴ Persönliche Mitteilung Ernst Derra jr. an Prof. Dr. A. Krian, Juli 2021

Insbesondere werden auch die Zwänge geschildert, die zwischen grundlegenden Voraussetzungen für die berufliche Tätigkeit an der Universität Bonn und den dafür unabdingbar verlangten politischen Aktivitäten bestanden. Forsbach fasst zusammen, dass Derra sich „durch den Parteieintritt 1937 den politischen Verhältnissen angepasst hatte“. Er fährt fort: „Derra scheint aber einer derjenigen gewesen zu sein, die man ohne Vorbehalte als nur nominelles NSDAP- Mitglied bezeichnen kann“.¹⁴⁰⁵ Diese Einschätzung wurde 1946 im Rahmen der sog. „Entnazifizierungsverfahren“ durch die „Entlastung“ geteilt.¹⁴⁰⁶

Quellen:

Derra, E. "Das Operationstrauma in seiner Einwirkung auf Lungenatmung, capillaren Gasaustausch und zirkulierende Blutmenge." *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* 246, 9 (1936) S. 697-714

Forsbach, R. *Die Medizinische Fakultät der Universität Bonn im „Dritten Reich“*. München: R. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2006

Halling, T. "Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren." *Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren* (2006)

Halling, T. und J. Vögele. *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*. Hrsg. T. Halling und J. Vögele. Auflage. Düsseldorf: düsseldorf university press, 2007.

Irmer, W. *Zum 65. Geburtstag des Direktors der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf, Dr. med. Dr. med. h. c. Ernst Derra, c. ö. Professor für Chirurgie*. Auflage. Bonn: [Stodieck-Dr.], 1966

Killian, H. *Meister der Chirurgie und die Chirurgeschulen im deutschen Raum: Deutschland, Österreich, deutsche Schweiz*. Auflage. Stuttgart: Thieme, 1951.

Lingmann, H. *Die Geschichte der Chirurgischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1907 bis 1965*. Auflage 1. Düsseldorf: Triltsch, 1968.

Schadewaldt, H. und W. Bircks. "Dreißig Jahre Kardiovaskuläre Chirurgie in Düsseldorf." In *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*, S. 183-209: Triltsch Druck und Verlag Düsseldorf, 1979.

¹⁴⁰⁵ R. Forsbach, *Die Medizinische Fakultät der Universität Bonn im „Dritten Reich“* (München: R. Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2006, S. 376-389

¹⁴⁰⁶ T. Halling und J. Vögele, *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf: 1907 - 2007*, Hrsg. T. Halling und J. Vögele (Düsseldorf: düsseldorf university press, 2007), S. 154

7.2.4 Kurzbiografie – Wolfgang Bircks

7. September 1927	Geboren in Rommerskirchen, (Niederrhein)
April 1946	Abitur am Quirinus-Gymnasium Neuss
Juli 1944 – September 1945	Wehrdienst und Kriegsgefangenschaft
1946-1947	Arbeit in der Krankenpflege, unter anderem in der Chirurgischen Klinik der Friedrich-Wilhelms- Universität Bonn bei von Redwitz
1947-1953	Medizinstudium an den Universitäten Bonn, Freiburg, Hamburg und Düsseldorf
30.06.1953	Medizinisches Staatsexamen an der Universität Düsseldorf
15.07.1953	Promotion mit der Arbeit „Über die Behandlung der Dysmenorrhoe mittels synthetischer Spasmolytika“
1953-1954	Weiterbildungsassistent am Institut für Pathologie der Universität Düsseldorf unter Hubert Meessen
1954-1955	Weiterbildungsassistent in der Klinik für Innere Medizin unter Hanns Wirtz am St. Martinuskrankenhaus in Düsseldorf
1955-1958	Weiterbildungsassistent in der Klinik für Chirurgie unter Dr. August Achilles am St. Martinuskrankenhaus in Düsseldorf
Ab 1958	Weiterbildung in Thorax- und Kardiovaskularchirurgie an der Klinik für Chirurgie der Universität Düsseldorf unter Ernst Derra
1963	Oberarzt der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf und Leiter der Arbeitsgruppe für offene Herzchirurgie
1964	Habilitation mit der Arbeit „Über das Risiko herzchirurgischer Eingriffe“
1968-1985	Genehmigung des Sonderforschungsbereiches (SFB)30 „Kardiologie“

1968	Ablehnung einer H3-Professur für Herzchirurgie in München
1970	Direktor der Chirurgischen Klinik B, der späteren Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie der Universität Düsseldorf
9.1.1971	Mitbegründer der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)
1974	Beginn der randomisierten Herzklappenstudie
1976-1978	Präsident der DGTHG und Ausrichter der 5. Jahrestagung der Fachgesellschaft in Bad Nauheim
1980	Tagungspräsident der European Society for Cardiovascular Surgery (ESCVS) in Düsseldorf
1984	Erstimplantation eines Defibrillators (ICD) in Deutschland
1984	Bundesverdienstkreuz am Bande
1986-1997	Genehmigung des Kardiovaskulären SFB 242
1988-1990	Präsident der European Society for Cardiovascular Surgery (ESCVS)
1990	Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (Herz-, Kreislaufforschung) (DGK)
1992	Emeritierung

Quellen:

Bircks, W. "Das Risiko herzchirurgischer Eingriffe: Untersuchungen anhand von 4500 Operationen wegen kardiovaskulärer Erkrankungen in der Chirurgischen Klinik Düsseldorf aus den Jahren 1947-1961." Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 1963

Bircks, Wolfgang. "Über die Behandlung der Dysmenorrhoe mittels synthetischer Spasmolytica." 1953.

Bircks, W. "„Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung." (1992) S. 1-21

Krian, A. „Laudatio“ Festsymposium 90. Geburtstag Prof. Dr. Dr.h.c. Wolfgang Bircks 15.9.2017, Heinrich-Heine- Universität Düsseldorf, Archiv der DGTHG Berlin

7.2.5 Kurzbiographie Martin Zindler

28. April 1920	Geboren in Straußberg
1940-1942	Medizinstudium Universität Breslau
20. Juli 1942	Med. Vorprüfung („Physikum“) in Breslau
April 1945	„Notbestellung“ an der Universität München
5. Februar 1946	Staatsexamen Universität Hamburg
20. Januar 1949	Promotion Universität München „Über deform geheilte typische Radiusbrüche mit ungenügender Gebrauchsfähigkeit“
1.3.1946 - 17.4.1950	Chirurgische Abteilung des Krankenhaus München Schwabing
6.5.1950 - 31.5.1951	Dep. of Anesthesiology, Medical College of Alabama (Prof. Dr. A. McNeal)
1.6. 1951 - 30.11.1951	Dep. of Anesthesiology, Hospital of the Univ. of Pennsylvania (Prof. Dr. R. Dripps), Philadelphia
1.12.1951 - 31.1.1952	Dep. of Anesthesia, Children´s Hospital (Dr. M. van Deming), Philadelphia
1.2.1952 - 31.7.1952	Dep. of Anesthesiology, Hospital of the Univ. of Pennsylvania (Prof. Dr. R. Dripps), Philadelphia
Ab 15.September 1952	Verantwortlicher Assistenzarzt für die Anästhesie an der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf
1953	Mitbegründer der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie
9. Februar 1955	Erste Herzoperation mittels Oberflächenhypothermie auf dem europäischen Festland
1956	Gemeinsam mit dem Chirurgen Baumgartl Konstruktion eines Hypothermiegeräts
1956 – 1959	Präsident der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie
18. Dezember 1958	Habilitation „Künstliche Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechung. Untersuchungen über physiologische Veränderungen. Entwicklung einer Methode, Ergebnisse bei 100 Vorhofseptumdefekt-Operationen“
Am 8. Juli 1959	Ernennung zum Oberarzt der Chirurgischen Klinik

23. Februar 1962	Berufung auf das Extraordinariat für Anästhesiologie (mit Vertretung des Lehrstuhls) und zum Direktor der Abteilung für Anästhesiologie
Ab 15. März 1962	Zentrale anästhesiologische Versorgung aller Kliniken der Universität Düsseldorf
20. September 1966	Berufung zum Ordinarius für Anästhesiologie der Universität Düsseldorf
1971	Erste Deutsche Abteilung für „Experimentelle Anästhesiologie“ an der Universität Düsseldorf
1987	Emeritierung
1990	Verleihung der Ehrennadel der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)
1995	Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der DGAI
1995	Auszeichnung mit dem Bundesverdienstkreuz
14.06.2021	Gestorben in Düsseldorf

Quellen:

Lingmann, H. *Die Geschichte der Chirurgischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1907 bis 1965*. Auflage. Düsseldorf: Tritsch, 1968

Universitätsklinikum, Düsseldorf. "Klinik für Anästhesiologie - Geschichte des Lehrstuhls." zuletzt verändert 19.01.2006, 01.03.2021.

<https://web.archive.org/web/20080420173743/http://www.uniklinik-duesseldorf.de/deutsch/unternehmen/kliniken/klinikfransthesiologie/geschichtedeslehrstuhls/page.html>.

Zindler, M. "Künstliche Hypothermie für Herzoperationen mit Kreislaufunterbrechung: Untersuchungen über physiologische Veränderungen; Entwicklung einer Methode; Ergebnisse bei 100 Vorhofseptumdefekt-Operationen." 1958.

7.2.6 Dokumente zur Geschichte der Düsseldorfer Herzchirurgie



Abb. 11 Rheinische Post, 16.11.2020, Stadtarchiv Düsseldorf

Zweite Herz-Lungen-Maschine steht

Bisher 4500 Herzoperationen in der Chirurgie — Bald kürzere Wartezeiten für Schwerkranke

Die vom DGB gestiftete zweite Herz-Lungen-Maschine für die Chirurgische Klinik kann bald zum Segen schwerkranker Menschen eingesetzt werden. Der Hausherr der Neuen Chirurgie, Professor Dr. Ernst Derra, hatte den Spender, den DGB-Vorstand, zur Besichtigung des technischen Wunderwerks der modernen Medizin eingeladen. Oberbürgermeister Müller, Beig. Dr. v. Bönninghausen, Verwaltungsdirektor Schöne und Journalisten hörten mit Genugtuung, daß mit der zweiten Herz-Lungen-Maschine bald die Wartezeiten für die Kranken verkürzt werden: Derzeit sind etwa 1400 Patienten untersucht und vergemerkt. Bisher wurden in Düsseldorf, einem Herz-Zentrum von Weltruf, etwa 4500 Herzoperationen — darunter 1100 Eingriffe mit Hypothermie (Unterkühlung) — ausgeführt, die aber nur etwa 30 Prozent der Arbeit ausmachen. Der größere Anteil gehört der allgemeinen Chirurgie! Professor Derra: „Wir können nicht nur am Herzen basteln.“

unterhalb des OP, wo es „laut hergeht“, überwacht ein erfahrenes Team jede Phase. Für eine normale Operation arbeiten 17 Kräfte. Das Team ist noch weit größer, wenn besondere wissenschaftliche Untersuchungen stattfinden. „Noch immer sind Experimente nötig. Es gibt hierfür noch keine Standard-Methode, wie etwa bei der Magen-Resektion“, erläuterte Professor Derra, „die gesamte Herz-Lungen-Technik ist noch in der Entwicklung.“

Eine Spritze 1100 Mark

Es versteht sich, daß die Anwendung solcher Methoden teuer ist. Man rechnet für eine Operation etwa 4000 Mark. Einen Teil zahlen die Versicherungen, die Stadt schießt einen Anteil dazu. In Spezialfällen wird bei der Herz-Lungen-Maschine eine Spritze verwendet, die 1100 Mark kostet! Allein die Reinigung macht 137 Mark aus. Angesichts solcher Aufwendungen für die Kranken ist es verständlich, daß die deutsche Zollverwaltung nachträglich noch 13 000 Mark Zollgebühren für die Einfuhr der Maschine aus den USA kassieren will. Sportflugzeuge, so hörte man, können zollfrei eingeführt werden.

Wie alles, was Menschen benötigen, bereitet die neue Maschine auch Sorgen. Zwar sind — dank der jahrelangen Bemühungen Professor Derras um die gründliche Ausbildung — genügend Ärzte vorhanden. Aber es fehlt an Hilfspersonal, vor allem an Krankenschwestern. Und es fehlt an Blut.

Daher soll in Kürze wieder eine Werbekampagne zur Blutspende gestartet werden. Die 7000 registrierten Blutspender, die für die städtischen Krankenanstalten bereitstehen, dürften nicht mehr ausreichen. Für die Unterbringung des Spenderblutes ergeben sich auch gewisse Schwierigkeiten, die aber bald mit Umstellung auf ein anderes Konservierungsverfahren gelöst werden dürften.

Im Namen des DGB-Vorstandes wünschte der Vorsitzende, Willi Richter, daß die neue Herz-Lungen-Maschine recht bald zum Segen der Kranken eingesetzt werden könne. Oberbürgermeister Müller dankte den Spendern im Namen des Rates und der Verwaltung.

Das zu Weltruf gelangte Herz-Zentrum an der Akademie hat nun noch bessere Arbeitsmöglichkeiten zum Wohle der Menschen, die mit solchen Wunderwerken der Technik am Leben erhalten bleiben: Mit der neuen Maschine können auch erworbene Herzfehler erfolgreich behandelt werden. Khw.

Herzlichen Glückwunsch!

Wir bitten um Verständnis, daß wir Mitteilungen für diese Rubrik nur schriftlich entgegennehmen können

86 Jahre alt wird heute: Otto Schmohl, Sohnstraße 40.

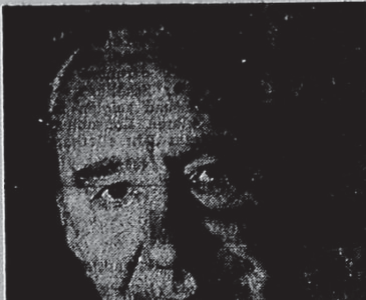
81 Jahre: Konrad Pannhausen, Brend'amour-Straße 63.

80 Jahre: Robert Schmidt, Schloßstraße 19.

Silberjubiläum des Handwerks

Pauloskar Cierpinsky 65 Jahre alt

Am 30. Januar 1962 vollendet das Vorstandsmitglied der Gemeinnützigen Wohnungsbau-Gesellschaft Niederrhein „Handwerksbau“ AG, Pauloskar Cierpinsky, Hauptgeschäftsführer a. D. der Handwerkskammer, sein 65. Lebensjahr. Zugleich kann er auf eine 25jährige ununter-



Mit der ersten Maschine wurden seit 1958 etwa 500 Eingriffe vorgenommen, die vielen Menschen das Leben retteten. Professor Derra gab bei der Besichtigung der beiden zum Vergleich nebeneinander stehenden Maschinen einen Überblick über die Fortschritte der chirurgischen Operationstechnik, die heute so weit sei, daß etwa 90 Prozent aller Menschen mit schweren Herzschäden geholfen werden könne. Voraussetzung dazu sei allerdings, daß die Diagnose rechtzeitig komme. Bisher konnte man jeden Tag nur eine Operation vornehmen. Es klingt nach so großartigen Ergebnissen heute wie ein makabrer Scherz, daß Prof. Derra und seine Mitarbeiter im Anfang heimlich arbeiten mußten, weil man an unzulässige Experimente glaube.

Vorteile der neuen Maschine

Wie jede Neuentwicklung, hat die zweite Maschine, auf die man über zwei Jahre warten mußte, Vorteile: Sie braucht u. a. weniger Blut, und das Blut bleibt durch besondere Einrichtungen besonders rein. Vor allem aber können die Chirurgen in der Zeit, wenn die erste Maschine, nämlich nachmittags, in einem umständlichen Verfahren gereinigt werden muß, ihre segensreiche Tätigkeit fortsetzen.

„Für uns Chirurgen ist so eine Herz-Lungenmaschine ein Instrument wie jedes andere auch“, sagte Oberarzt Dr. Löh, Spezialist für diese Operationstechnik, der die komplizierten Vorgänge erläuterte, die sich während der drei bis fünf Stunden Operationszeit abspielen. Zum Beispiel müssen die Ärzte für jeden Patienten „eine Lunge nach Maß“ herstellen, damit der Eingriff überhaupt gelingt. Die Maschine muß bis in die feinsten Lebensvorgänge in die der Apparat ja hilfsweise für eine gewisse Zeit eingreift, abgestimmt werden.

Der gesamte Operationsverlauf wird registriert: In einem besonderen Kontrollraum

Abb. 12 Rheinische Post, 30.01.1962, Stadtarchiv Düsseldorf



4 km Eisenbahn-Hochdamm

Bald Hochlegung der „Ostbahn“-Strecke — „Eine Art S-Bahn nach Garath“ — Nach Neuß elektrisch

Die Bundesbahn-Signale für die Verwirklichung großer Bauvorhaben im Düsseldorf-Gebiet zeigen grünes Licht: Auf einer Pressekonferenz, an der Vizepräsident Koosters von der Direktion Wuppertal und die leitenden Baufachleute der Bundesbahn mit Oberrat Strietzel an der Spitze teilnahmen, wurde gestern abend erklärt, daß die Bundesbahn schon in den nächsten Tagen mit ihren Planvorstellungen für die künftige Höherlegung des Streckenabschnitts zwischen Rath und der „Abzweigung Hardt“, viereinhalb Kilometer südlich davon, an die Stadt herantraten werde. Das Projekt werde 22 bis 25 Millionen Mark kosten, die Finanzierung werde schwierig sein. Aber: „Wir sind guten Mutes“, meinten die Eisenbahner und sie ständen wegen der Höherlegung der „Ostbahn“-Strecke, die endlich die Beseitigung des Stauflächenproblems und der anderen niveaugleichen Übergänge mit sich bringen würde, mit der Hauptverwaltung der Bundesbahn in ständiger Verbindung. Wichtige Vorhaben von großem Interesse:

● Die Elektrifizierung der Düsseldorf- oder von Düsseldorf abgehenden Strecken macht weitere Fortschritte. Schon ist der Stand der Arbeiten so weit fortgeschritten, daß auf der Strecke Düsseldorf Hauptbahnhof—Neuß vom nächsten Fahrplan ab elektrisch gefahren wird! Hier und auf der rechtsrheinischen Strecke sind jetzt 2500 Mastfundamente in Beton hergestellt worden und ebenso viele Masten aufgestellt. Zur Zeit werden die Fahrleitungen montiert.

● Auf der Strecke Duisburg-Wedau über Düsseldorf nach Köln-Kalk ist die Bundesbahn nun auch im Düsseldorf-Gebiet soweit.

● Auf der Strecke von Düsseldorf nach Osten, Richtung Wuppertal—Schwerte, ist die Elektrifizierung ebenfalls schon weit gediehen. Hier wird allerdings noch lange nicht wie auf der „Ostbahn“ schon im nächsten Sommerfahrplan elektrisch gefahren werden, sondern voraussichtlich erst 1964. Aber schon 1963 sollen die Züge auf der Steilstrecke zwischen Erkrath und Hochdahl elektrisch nachgeschoben werden!

Das ist wesentlich billiger und schneller als die Dampflokschieberei.

● Deshalb wird auf dem Kraftwerk Lausward auch bald ein dritter Bahnstromturbosatz aufgestellt werden. Dieses Kraftwerk speichert bekanntlich wesentlich die Elektrifizierung im Düsseldorf-Raum.

Und weitere Düsseldorf-Einzelheiten der von Oberrat Dr. Diemer geleiteten Pressekonferenz:

● In Derendorf wird vielleicht noch in diesem Jahr, spätestens aber 1962, ein Gleisbildstellwerk gebaut. Die Planungsarbeiten sind soweit abgeschlossen.

● Die Uhrenzentralen für die Bundesbahn-Normalzeit, die der astronomischen Zeit nahekommt, wenn nicht entspricht, werden erneuert. Bis etwa Mitte 1962 werden sie fertig sein. Damit werden alle Uhren auf den Strecken von Duisburg-Wedau nach Düsseldorf-Rath und von Düsseldorf nach Wuppertal ferngesteuert werden.

● Schließlich: Auch von der Bundesbahn aus ist der Termin zum Wiederaufbau der kriegszerstörten Brücke Jülicher Straße über den Bahnhof Derendorf genannt worden. Voraussichtlich wird Anfang nächsten Jahres, wie die Eisenbahner sagen, mit dem Wiederaufbau begonnen werden.

● Derendorf — der Güterbahnhof — wird weiter ausgebaut. Er soll noch wirtschaftlicher arbeiten.

● Der Bau von Bundesbahn-Wohnungen wird zielbewußt weiter vorangetrieben. Die ausländischen Gastarbeiter — nur Italiener — haben feste Wohnungen, fühlen sich wohl, und viele haben ihre Verträge nun für das dritte Jahr erneuert. Etliche italienische Familienväter haben ihre Familien nachkommen lassen.

● Der Düsseldorf Hauptbahnhof steht nach wie vor an der Spitze sämtlicher Bahnhöfe innerhalb des Direktionsbezirks Wuppertal, was die Zahl der verkauften Fahrkarten anbelangt. Waren es 1960 während der Zeit vom 1. Januar bis 31. Oktober 3 249 562, so sind es jetzt, 1961, weit über 60 000 mehr gewesen, nämlich 3 316 485.

● Allen Weihnachtsurlaubern empfiehlt die Bundesbahn, auf den Strecken nach Süden möglichst die Züge unmittelbar vor Weihnachten (am 22. und 23. Dezember) nicht zu benutzen, sofern nicht Platzkarten vorbestellt wurden. Es wird damit gerechnet, daß ab Düsseldorf sehr viele italienische Gastarbeiter in die Ferien in ihre Heimat fahren, so daß die Züge schon deshalb sehr voll sein werden. Die Italiener-Sonderzüge waren nur schwach besetzt.

Sportler sind „sauer“ ODS zurückgeworfen

„Wir sind tief enttäuscht!“ Temperamentvoll, wie es seine Art ist, nahm Dr. Tenfelde, der Vorsitzende des Ortsverbandes Düsseldorf Sportvereine (ODS), zu dem Beschluß des Finanzausschusses Stellung, die vom Sportdezernenten Heusler gewünschten Mittel für Sporthalle, Bezirkssport-Anlagen und Eisstadion-Umbau zu streichen. Zur heutigen Ratssitzung möchte der ODS den Ratsfraktionen eine Stellungnahme zuleiten, in der der Standpunkt der Sportler dargelegt wird.

„Diese drastische Kürzung hat uns, was die Verwirklichung unserer Wünsche angeht, praktisch auf den Stand von 1951 zurückgeworfen. Gegen diese Sportfremdeheit des Finanzausschusses werden wir Sportler energisch Front machen. Wenn schon in Zeiten einer Hochkonjunktur die gewiß nicht übertriebenen Forderungen der Sportler so mißachtet werden, was wird uns dann erst erwarten, wenn es einmal einen wirtschaftlichen Rückschlag gibt!“

Als Sprecher der großen Düsseldorf Sportgemeinde erinnerte Dr. Tenfelde weiter daran, daß ihm der inzwischen verstorbene Oberbürgermeister Vomfelde damals, als der ODS wegen der Sporthalle „auf die Straße“ gehen wollte, versichert habe, er sei überzeugt, daß die von den Sportlern gewünschte Sporthalle einer der ersten Großbauten sei, der in Düsseldorf in nächster Zeit durchgeführt würde.

„Und nun dies“, meinte der ODS-Vorsitzende mit Empörung. „Mit diesem Beschluß hat sich die Stadt Düsseldorf, die auf sportlichem Sektor ohnedies hinter vielen Nachbarstädten zurücksteht, neuerlich heftig blamiert!“
H. H.

Der Rat der Stadt hatte, wie bekannt, kürzlich die Stadtverwaltung beauftragt, im Einvernehmen mit der Bundesbahn dieses Projekt technisch und finanziell zu planen. „Schon in den nächsten Tagen“ also werden sich Bahn und Stadt wieder hierüber aussprechen und — vielleicht? — schon Termine für einen Baubeginn festlegen. Die Höherlegung der Strecke wird etwa zwei bis zweieinhalb Jahre dauern. Der Damm, ein reiner Erdamm, keine Stützen, ohne Stahlkonstruktion, wird hart östlich der gegenwärtigen Strecke errichtet werden; die Grundstücksfragen sind größtenteils bereits geklärt oder doch vorgeklärt.

Auch das „Garath-Problem“ wird sozusagen von Monat zu Monat „spruchreifer“. Die Stadt erwartet, wie auf der Bundesbahn-Pressekonferenz mitgeteilt wurde, Ende Januar einen Vorentwurf, wie sich die Bundesbahn hier Lösungen vorstellt. Es geht um die „Anbindung“ der künftigen Trabantenstadt an Düsseldorf. Der viergleisige Ausbau des Streckenabschnitts zwischen Hauptbahnhof und Garath bietet von der Grundstücksfrage her keine Schwierigkeiten. Das Gelände gehört der Bundesbahn. Aber der Vorstand der Deutschen Bundesbahn hat die Direktion Wuppertal beauftragt, nun die Einzelplanungen für den viergleisigen Ausbau bis Garath und ein entsprechendes Betriebsprogramm mit Kostenvorschlag aufzustellen.

Mit der Stadt wird eingehend hierüber diskutiert, besonders über die Finanzierung. „Wir denken uns auf dieser Strecke eine Art S-Bahn, die in zwölf Minuten und in einem rhythmischen Verkehr in sechs- bis acht Minuten Zeit wie die Straßenbahn die Düsseldorf-Innenstadt und die neue Trabantenstadt verbindet.“

Schon kommen Anregungen der südlichen Nachbarn wie Langenfeld, später eine solche Nahschnell-Verbindung über Garath hinaus weiterzuführen. Aber das scheint noch sehr Zukunftsmusik.

Zweite Herz-Lungen-Maschine

DGB-Stiftung für Akademie — Wesentliche Erleichterung

Eine neue Herz-Lungen-Maschine hat der Deutsche Gewerkschaftsbund der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie gestiftet. Die Zusammensetzung des komplizierten Gerätes wird etwa 14 Tage in Anspruch nehmen. Dann stehen Prof. Derra, dem Direktor der Klinik, zwei dieser wertvollen Maschinen zur Verfügung.

Das neue Gerät ist nach Plänen der Mayo-Klinik, einem der berühmtesten Institute der Vereinigten Staaten, konstruiert, und bietet der überlasteten Düsseldorf-Klinik eine wertvolle Hilfe. Der Ruf dieser Klinik und ihres Leiters zieht Patienten aus aller Welt an. Mehr als 1200 Fälle sind bereits vorgemerkt. Prof. Derra hofft, in absehbarer Zeit einen weit größeren Kreis von Patienten behandeln zu können.

Die neue Herz-Lungen-Maschine ist moderner und handlicher als das bisher benutzte Gerät. Seine besondere Konstruktion erlaubt auch die Operation von Kleinkindern. Es war seit langem der sehnliche Wunsch der Düsseldorf-Chirurgen, eine zweite Herz-Lungen-Maschine zu bekommen, um die Wartezeit für die Leidenden verkürzen zu können und gleichzeitig eine größere Anzahl von Kranken zu behandeln. Herz-Lungen-Maschinen gehören zu den modernsten Hilfsmitteln der Chirurgie, da ihre technische Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, dienen auch die in Düsseldorf gewonnenen Erfahrungen einer weiteren Vervollkommnung dieses Instrumentes, das früher als unmöglich angesehene große Eingriffe im Brustkorb gestattet.

Abb. 13 Rheinische Post, 14.12.1961, Stadtarchiv Düsseldorf

Der Ministerpräsident
des Landes Nordrhein-Westfalen
- Geschäftsbereich Hochschulwesen -
H I B 3 43-43/1

4 Düsseldorf, den 27. Februar 1970
Vollinger Straße 49
Fernsprech-Nr. 38231
Durchwahl 3035.....
Fernschreiber: E32987 knsw d
Postfachteil 1103

Herrn Professor
Dr. Wolfgang B i r c k s
D ü s s e l d o r f

Sehr geehrter Herr Professor !

Im Namen der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen habe ich Sie mit Urkunde vom heutigen Tage zum ordentlichen Professor ernannt.

Mit Wirkung vom Tage der Aushändigung der Urkunde verleihe ich Ihnen an der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf die Stelle eines ordentlichen Professors mit der Verpflichtung, das Fach " Chirurgie, insbesondere Kardiochirurgie " in Forschung und Lehre angemessen zu vertreten und an den in Betracht kommenden akademischen und staatlichen Prüfungen als Prüfer teilzunehmen.

Gleichzeitig bestelle ich Sie zum Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik und Poliklinik Düsseldorf.

Im Übrigen darf ich auf den Inhalt der in Durchschrift beigelegten Berufungsvereinbarung vom 16.1./6.2.1970 Bezug nehmen.

Anlg.: 1 Ernennungsurkunde
1 Durchschrift der Berufungsvereinbarung

Mit den besten Empfehlungen

Heinz Kühn
(Heinz Kühn)

Herr
Wissenschaftlicher Rat und Professor

Dr. Wolfgang B i r c k s

wird
zum

ORDENTLICHEN PROFESSOR

ernannt.

Düsseldorf, den 27. Februar 1970
Im Namen der Landesregierung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Der Ministerpräsident

H I B 3 43-43/1

Heinz Kühn

Vereinbarung

Herr Wissenschaftlicher Rat und Professor Dr. Wolfgang B i r c k s, Neus, ist bereit, den Lehrstuhl für Chirurgie, insbesondere Kardiochirurgie, an der Universität Düsseldorf sofort zu übernehmen.

Mit ihm wird folgendes vereinbart:

1. Herr Prof. Dr. Bircks ist bereit und verpflichtet, die mit dem Lehrstuhl verbundenen Aufgaben wahrzunehmen, insbesondere das Fach in Forschung und Lehre angemessen zu vertreten und nach Kräften an der Weiterentwicklung der Universität und an den in Betracht kommenden staatlichen und Hochschulprüfungen als Prüfer mitzuwirken.
2. Herr Prof. Dr. Bircks erhält nach Maßgabe seines Besoldungsdienstalters Dienstbesüge in der Besoldungsgruppe M 4 der Besoldungsordnung M für Hochschullehrer des Besoldungsgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen in der jeweils geltenden Fassung (SGV, NW 20320).
Hinzu treten Ortszuschlag und ggfs. Kinderszuschläge.
Herr Prof. Dr. Bircks erhält ein Kolleggeldpauschale von 5.000,- DM jährlich, das in zwölf gleichen Teilbeträgen monatlich im voraus mit den Dienstbesüßen gezahlt wird.
3. Es besteht kein Anspruch auf dauernde Beibehaltung der von der Universität zur Verfügung gestellten Räume, Stellen für Personal und Sachmittel.
4. Diese Vereinbarung wird unter der Bedingung abgeschlossen, daß die vorgesehene Ernennung zum ordentlichen Professor an der obengenannten Hochschule vollzogen wird.

Düsseldorf, den 16. Jan. 1970 Neus, den 6. II. 1970

Der Ministerpräsident
des Landes Nordrhein-Westfalen
- Geschäftsbereich Hochschulwesen -

Im Auftrag
gez. Dr. Plancken

gez. Dr. Bircks



Beglaubigt
M. Plancken
Angestellte

Abb. 14 Benennungsurkunde Prof. Dr. med. Wolfgang Bircks, UAD 3/9 645 (1)

7.3 Entwicklungsstufen des multiprofessionellen, herzmedizinischen Netzwerks in Düsseldorf

7.3.1 Frühe herzmedizinische Zusammenarbeit ab 1907

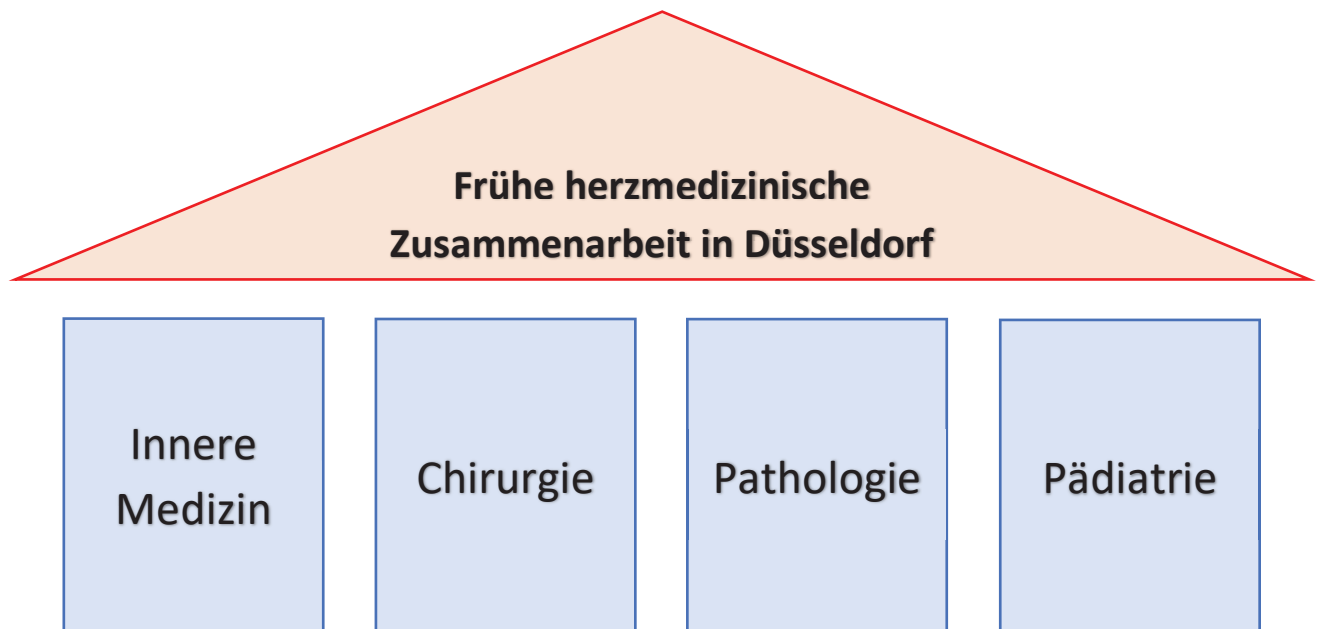


Abb. 15 Basis der frühen herzmedizinischen Zusammenarbeit (eigene Darstellung)

7.3.2 Weiterentwicklung der herzmedizinischen Zusammenarbeit – beginnende Spezialisierung

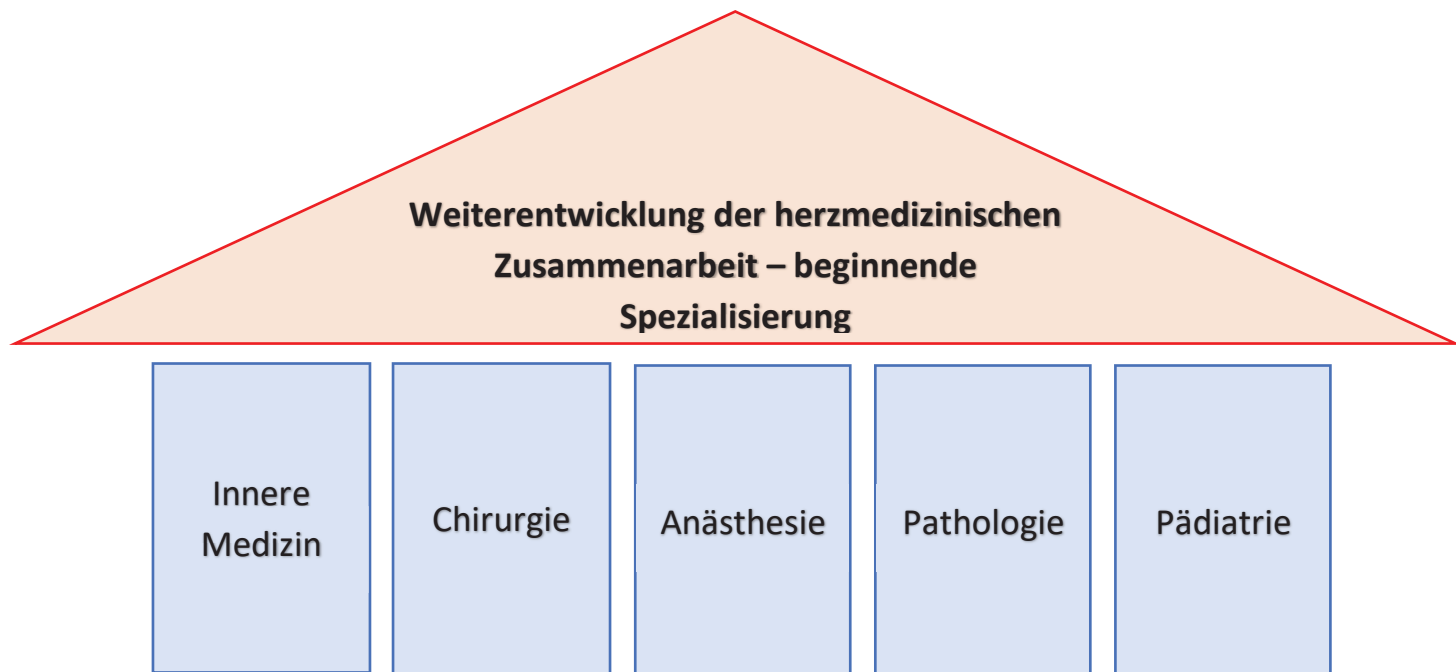


Abb. 16 Weiterentwicklung der herzmedizinischen Zusammenarbeit (eigene Darstellung)

7.3.3 Netzwerk eines interdisziplinären Herzzentrums in Düsseldorf

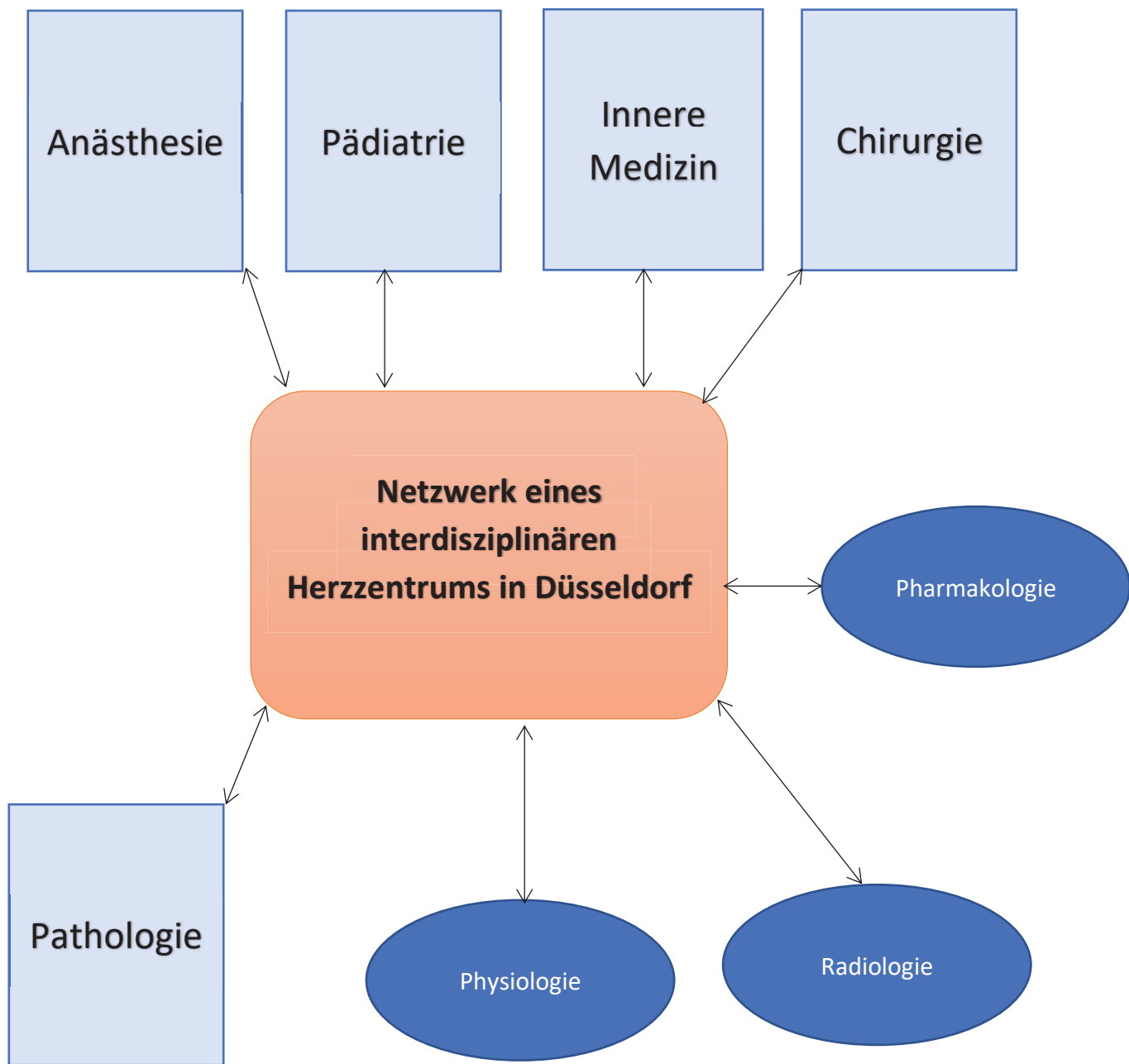


Abb. 17 Entwicklung eines interdisziplinären Netzwerks (eigene Darstellung)

7.3.4 Multiprofessionelles Netzwerk im Sinne eines Herzzentrums in Düsseldorf

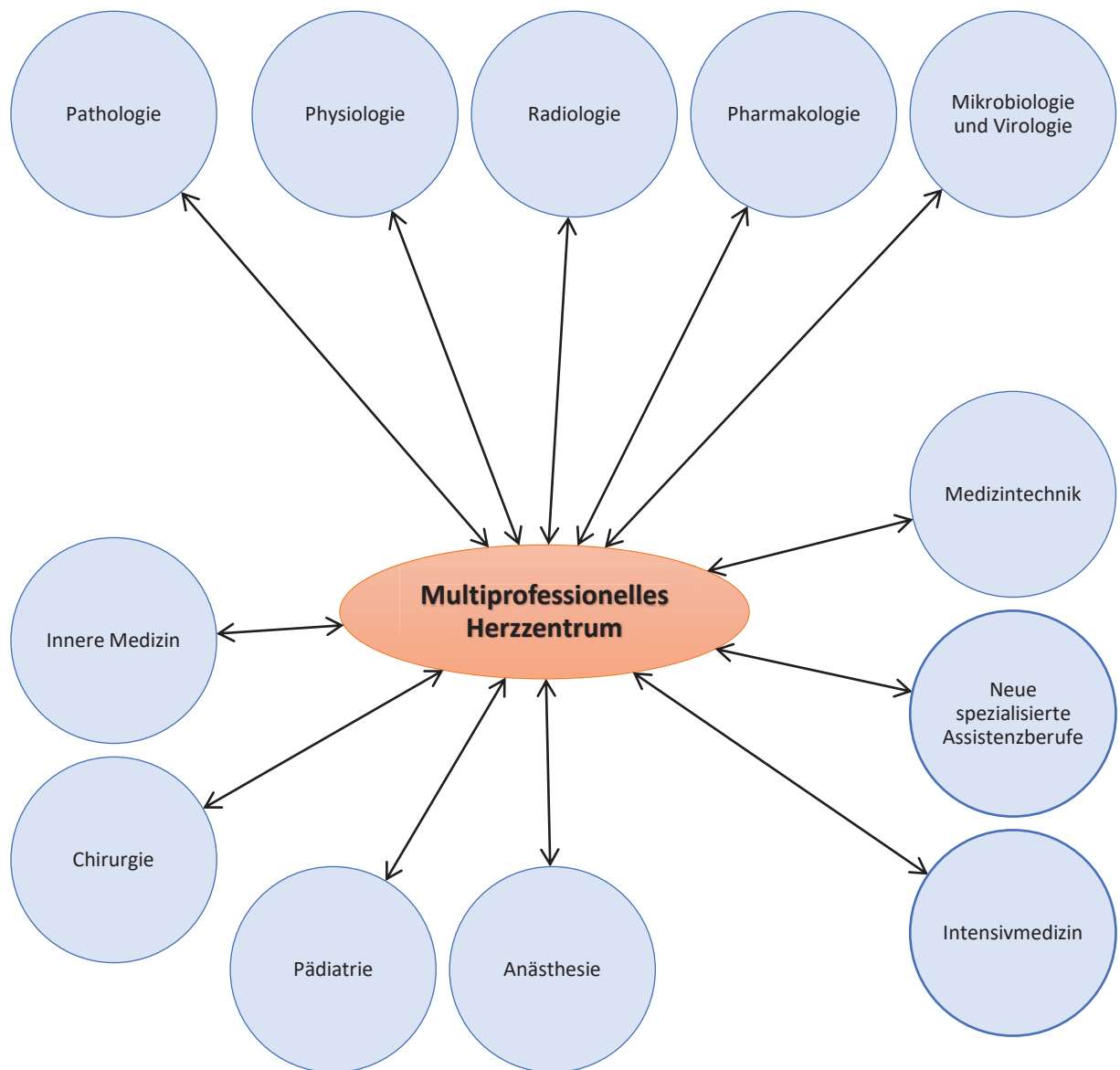


Abb. 18 Entwicklung eines multiprofessionellen Netzwerks (eigene Darstellung)

7.4 Bildnachweise

Abb. 3: Emil Karl Frey

Katrin.Brendler@bkm.bund.de 
AW: Urheberrecht Bild Emil Karl Frey
An: louisa.farghaly@rwth-aachen.de

Eingang - Exchange 15. Juli 2021 um 13:31



Sehr geehrte Frau Farghaly,

Hiermit erteile ich Ihnen die Genehmigung das Foto zu verwenden, bitte aber um den Verweis, das zum einen, dass Herr Frey von 1975 - 1977 Mitglied des Orden Pour le mérite war und die Bildrechte beim Archiv des Orden Pour le mérite liegen.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei Ihrer Dissertation zu diesem spannenden Thema.

Mit besten Grüßen

Katrin Brendler
Referat K 21
Sekretariat Orden Pour le mérite für Wissenschaften und Künste
bei der Beauftragten der Bundesregierung für Kultur und Medien
Köthener Straße 2
10963 Berlin
Telefon: +49 (0)30 18 / 681 - 44270
Telefax: +49 (0)30 18 / 681 - 544270
E-Mail: Katrin.Brendler@bkm.bund.de
Internet: www.kulturstaatsministerin.de & www.orden-pourlemerite.de

Abb. 4: Ernst Derra

Ernst Derra 

12:21

[Details](#)



AW: Unterlagen

An: Arno Krian Prof. Dr., Kopie: louisa Farghaly

Sehr geehrte Frau Farghaly,

hiermit erhalten Sie meine Erlaubnis, das unten angehangene Bild meines Vaters, Prof. Dr. med. Ernst Derra, in ihrer Dissertation „Die Geschichte der Herzchirurgie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf - Ein Beispiel für Spezialisierung und Multiprofessionalität in der Medizin“ zu verwenden.

Sollten Sie noch eine schriftliche Freigabe von mir benötigen, melden Sie sich bitte erneut.

Mit freundlichen Grüßen
Derra

Gesendet von [Mail](#) für Windows 10

[Mehr anzeigen](#) von Arno Krian Prof. Dr.

Abb. 7: Wolfgang Bircks

Am 16.07.2021 um 17:52 schrieb Wolfgang Bircks <wolfgang.bircks@t-online.de>:

Betr.: Dissertation "Die Geschichte der Herzchirurgie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf"
von Louisa Farghaly.

Hiermit erteile ich die ausdrückliche und ausschließliche
Genehmigung zum Abdruck meines Photos in der oben genannten
Dissertation.
Die Bildrechte liegen bei mir.

Neuss, den 16.07.2021
W. Bircks

Wolfgang Bircks Prof. Dr.med. Dr.h.c.
Mörke-Straße 11 - - - D-41464 Neuss
Tel.: +49-(0)2131-42331 Fax...-499547
eMail: wolfgang.bircks@t-online.de

● Wolfgang Bircks @

16. Juli 2021 um 19:07

WB

Neuer Versuch

An: Arno Krian,

Antwort an: wolfgang.bircks@t-online.de

Arno,
hier erneuter Versuch der Übermittlung eines anderen Photos, für das meine Einwilligung natürlich auch gelten soll.
Gruß Wolfgang

Wolfgang Bircks Prof. Dr.med. Dr.h.c.
Mörke-Straße 11 - - - D-41464 Neuss
Tel.: +49-(0)2131-42331 Fax...-499547
eMail: wolfgang.bircks@t-online.de



8 Quellen

Medizinische und medizinhistorische Bibliothek der Universität Düsseldorf

UAD – Universitätsarchiv Düsseldorf

- UAD Bestand 1/2
Medizinische Akademie und Städtische Krankenanstalten Düsseldorf
- UAD Bestand 3/9
Universitätsklinikum und Krankenanstalten Düsseldorf – Verwaltung

UAD 1/2 Nr. 905

Krankenhausausschuss Düsseldorf

- 12.12.1967 Einrichtung einer Blutbank Städt. Krankenanstalten Düsseldorf
11.11.1968 Einrichtung eines Lehrstuhls für Chirurgie, insbesondere Kardiochirurgie

UAD 3/9 Nr. 645 (1)

Universität Düsseldorf - Vorschläge, Beschlüsse zur Besetzung und Neugliederung der Chirurgie

- 20.02.1969 Vorschläge zur Wiederbesetzung des „Lehrstuhls für Chirurgie“
und die erstmalige Besetzung des „Lehrstuhls für Chirurgie-
Insbesondere Kardio-chirurgie“, Präsentation der Vita „Bircks“
21.04.1969 Vorschlag zur Besetzung des Lehrstuhls „Chirurgie-
insbesondere Kardiochirurgie“: Bircks, Einstimmig
26.04.1969 und 29.04.1969 Beratung und Vorschläge zur Gliederung der Chirurgie

UAD 3/9 Nr. 645 (2)

- 31.10.1967 Derra an Dekan: Antrag auf Neugliederung der Chirurgie mit Einrichtung
eines Lehrstuhls „Chirurgie – insbesondere Kardiochirurgie“
27.11.1967 Schreiben des Senats an Derra: Zustimmung zu dem Antrag v. 31.10.1967
08.12.1967 Schreiben von Derra an Dekan: In Ergänzung des Antrags v.31.10.1967 soll
bei der Neugliederung der Chirurgie die „Einheit des Gebietes“ gewahrt
bleiben

1968 Mitteilung, dass das Kultusministerium in den Haushaltsverhandlungen für
1969 dem Vorschlag der Universität Düsseldorf eines Ordinariats für
„Chirurgie -insbesondere Kardiochirurgie“ zugestimmt und die Einrichtung
„vorerst genehmigt“ hat. Voraussetzung ist die Zustimmung der Stadt
Düsseldorf
22.03.1968 Schreiben des Verwaltungsdirektors der Stadt Düsseldorf: Zustimmung für
1969
05.02 1970 Schreiben Kremer an den Dekan der Med. Fakultät der Univ. Düsseldorf:
„Zukünftige Geschäftsordnung der Chirurgischen Klinik der Universität
Düsseldorf“
Vereinbarungen Kremer-Bircks

Chirurgische Klinik A: Allgemeinchirurgie, Gefäßchirurgie
Chirurgische Klinik B: Kardiochirurgie, Gefäßchirurgie des Brustraums,
Lungenchirurgie

Stadtarchiv der Stadt Düsseldorf

- Lokalteil der Rheinischen Post der Jahrgänge
 - o 1961
 - o 1962
 - o 2020

ADGTHG Archiv der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie
Berlin

- 06.11.1992 Bircks, W. „Subjektives Erleben Chirurgie“ - Abschiedsvorlesung."
- 12.09.2006 „Life Interview“ Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. Wolfgang Bircks: DVD und
Transkript
- 14.02.2017 Krian, A. „Chirurgie der TGA – Geschichte einer erfolgreichen
multidisziplinären Zusammenarbeit " *46. Jahrestagung DGTHG – 49.
Jahrestagung DGPK, Leipzig*
- 15.09.2017 Krian, A. „Laudatio anlässlich des Festsymposiums des 90. Geburtstags von
Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. W. Bircks." *Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf*
- 26.04.2017 Krian, A. „Vortrag – Die Ulrich Karsten-Stiftung", Hamburg

Zeitzeugen

- Prof. Dr. med. Dr. h.c. Wolfgang Bircks, Neuss
- Dr. med. Ernst Derra jr., Düsseldorf
- Prof. Dr. med. Arno Krian, Düsseldorf
- Prof. Dr. med. Hagen Dietrich Schulte, Neuss

9 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Arno Krian, der mir das Thema der Dissertation überließ und dessen außergewöhnlicher Einsatz und persönliche Betreuung die Fertigstellung der Arbeit ermöglichten. Ich bin dankbar für die intensive, fachliche Unterstützung, die ich durch ihn erfahren habe, und die persönliche Ebene unserer Kommunikation.

Ebenso danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Heiner Fangerau für seine fachlichen Anregungen, konstruktive Kritik und seine konstante Hilfe.

Herrn Ulrich Koppitz danke ich für die Unterstützung bei der Literaturrecherche zur kardiochirurgischen Historie.

Außerdem danke ich meinen Eltern, meiner Schwester, meiner Oma und meiner Patentante Regina von ganzem Herzen, die mich mit Geduld und Zuneigung trotz turbulenter Zeiten bei jedem Schritt der Fertigstellung der Arbeit tatkräftigt unterstützt und motiviert haben.