

Aus dem Institut für Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Heiner Fangerau

Kooperation und Konkurrenz in der endokrinologischen
Forschung am Beispiel der Identifizierung von
Schilddrüsenhormonen

Dissertation

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

vorgelegt von
Alischa Quindeau
2019

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. Jörg Vögele, M.A.

Zweitgutachterin: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. pol. Svenja Caspars

Zusammenfassung

Diese Arbeit lehnt sich an moderne wissenschaftstheoretische Ansätze an, die der Frage nachgehen, unter welchen Bedingungen medizinisches Wissen generiert wird. Dies wird an der Entdeckung des zweiten Schilddrüsenhormons Trijodthyronin exemplifiziert. Zeitgleich isolierten 1952 zwei Forschergruppen - ein Team um R. Pitt-Rivers in London und eines um J. Roche in Paris - das Hormon. Diese Arbeit analysiert den Wissenschaftsprozess mit Hilfe von theoretischen Konstrukten von L. Fleck, K. Knorr-Cetina und H. Fangerau. Im Zentrum steht das von Fleck etablierte Denkkollektiv. Hierbei handelt es sich um Wissenschaftler, die ähnliche Ansichten und Methoden teilen. Nach Fleck ermöglicht erst die kollektive gedankliche Wechselwirkung die Erkenntnisbildung. Auch Knorr-Cetina und Fangerau sehen den Wissenschaftsfortschritt als sozialen Prozess. Diese Arbeit zeigt Denkkollektive auf und analysiert sie.

Mit Hilfe der bibliometrischen Methode der Zitationsanalyse, die Fangerau als Hypothesengenerator beschreibt, wird das Denkkollektiv zunächst quantitativ rekonstruiert. Mittels des *Science2Science*-Programms werden Zitationen der einzelnen Autoren und der Artikel, die zur Entdeckung führten, graphisch dargestellt. In einem zweiten Schritt wird dies um eine qualitative Analyse durch klassische Literaturrecherche ergänzt; als Grundlage dienen insbesondere Publikationen der genannten Wissenschaftler und biographische Informationen.

Aus den Studien von Fleck, Knorr-Cetina und Fangerau lassen sich eine Reihe von Faktoren herausarbeiten, die ein Denkkollektiv ausmachen. Unterschieden werden einerseits interne Faktoren, hier das Studiendesign sowie Interaktionen zwischen den Forschern und die Interdisziplinarität. Daneben wird die Forschungstätigkeit der Wissenschaftler analysiert. Durch beides kann eine gedankliche Nähe oder Ferne abgebildet werden. Andererseits werden externe Faktoren beleuchtet, hier politische und kulturelle Aspekte. Politische Aspekte umfassen die Stellung der Wissenschaftler und die Institutionen, in denen sie gearbeitet haben. Unter den kulturellen Aspekten ist besonders der Einfluss der unterschiedlichen Sprachen bedeutend. Zuletzt wird der Frage nach Kooperation und Konkurrenz zwischen den Forschergruppen nachgegangen.

Die Analysen ergeben als zentralen Befund, dass man die englischen und französischen Forscher einem Denkkollektiv zuordnen kann. Dies wird anhand folgender interner Faktoren deutlich: Die Autoren arbeiten an ähnlichen Zielen und verwenden ähnliche Methoden (Studiendesign). Zitationsbeziehungen sind vorhanden und besitzen ein hohes Maß an Gegenseitigkeit (Interaktion). Die Wissenschaftler nutzen Ressourcen und Institutionen gemeinsam (Interaktion). Die Forschungsschwerpunkte der einzelnen Autoren weisen einen hohen Grad an Überlappung auf. Die Autoren bzw. die Artikel richten sich an dieselbe Zielgruppe. Auch anhand der ausgearbeiteten externen Faktoren kann die These unterstützt werden, dass sie einem gemeinsamen Denkkollektiv angehören: Alle Wissenschaftler arbeiteten an wichtigen Zentren der biochemischen Schilddrüsenforschung, alle waren Mitglieder der *European Thyroid Association* und besuchten gemeinsam Kongresse. Die Bedeutung der unterschiedlichen Sprachen der Wissenschaftler ist besonders hinsichtlich der Verbreitung der neuen wissenschaftlichen Tatsache relevant. Hier zeigt sich, dass besonders den auf Englisch veröffentlichenden Forschern die Entdeckung zugesprochen wird. Daran anschließend lässt sich die Frage nach einem Wettbewerb zwischen den Forscherteams untersuchen: Hierbei spielen der ‚*context of validation*‘ und die Reputation der Zeitschriften, in denen veröffentlicht werden soll, eine große Rolle. Ein damaliger Mitarbeiter beschrieb die Situation als ‚*compétition féroce*‘, als wilden Wettkampf.

Die Bedeutsamkeit von Denkkollektiven zeigt sich besonders eindrücklich ex negativo am Fall einer australischen Forschergruppe, die das Hormon schon deutlich früher beschrieb, denen aber nicht die Anerkennung zuteilwurde, Trijodthyronin entdeckt zu haben.

Summary

This work is based on modern epistemological approaches that focus the issue in which conditions medical knowledge is generated. This will be shown using exemplarily the discovery of the second thyroid hormone triiodothyronine. In 1952, two research teams - R. Pitt-Rivers' team in London and J. Roche's team in Paris - isolated the hormone at the same time. This work analyses the scientific research process with the help of theoretical constructs by L. Fleck, K. Knorr-Cetina and H. Fangerau. It centres around the idea of a "Denkkollektiv" as established by Fleck. This idea is about scientists who share similar opinions and methods. According to Fleck only this collective interaction of thoughts and ideas makes insight and knowledge possible. Equally, Knorr-Cetina and Fangerau see scientific progress as a social process. This work presents "Denkkollektive" and analyses them.

At first, the "Denkkollektiv" is quantitatively reconstructed with the help of the bibliometric method of the citation analysis that Fangerau describes as a generator of hypothesis. By means of the *Science2Science* programme the citations of the individual authors and the articles that led to their discovery are graphically presented. In a second step, a qualitative analysis is added, based on classical literature research, using mainly the publications of these scientists and biographical information about them.

Based on the studies by Fleck, Knorr-Cetina and Fangerau several factors that make up a "Denkkollektiv" can be identified: On the one hand, internal factors - the study design as well as the interactions between the researchers and multidisciplinary. The research work of the scientists is also analysed to show a theoretical proximity or distance. On the other hand, external factors are described - in this case political and cultural aspects. Political aspects comprise the status of the scientists and the institutions in which they have worked. The analysis of the cultural aspects shows the importance of the influence of different languages. Finally, the question of cooperation and rivalry between the research teams is considered.

The central result of the analysis is that the English and the French scientists can be related to one "Denkkollektiv". The following internal factors show this: The authors pursue similar goals and use similar methods (study design). The relations of the citations exist and display a great deal of interaction and mutuality. The scientists use resources and institutions together (interaction). The research focuses of the individual authors are to a great extent identical. The authors, respectively the articles, address the same audience. The hypothesis that these scientists belong to the same "Denkkollektiv" can further be supported by the analysis of the external factors: all scientist work at important centres of biochemical thyroid research, all of them were members of the *European Thyroid Association* and attended congresses together. The importance of the different languages of the scientists is relevant regarding the spread of the new scientific fact. It can be seen that mainly those scientists who publish in English are considered the originators of the discovery. Following this, the question of whether there is a competition between the research teams can be analysed: Here, the "context of validation" and the reputation of the journals in which the findings shall be published, play an important role. A former member of the staff described the situation as "compétition féroce", a ferocious competition.

The importance of "Denkkollektiven" can be shown most impressively ex negativo when looking at an Australian research team that described the hormone considerably earlier - yet it didn't get the recognition of having found triiodothyronine.

Abkürzungsverzeichnis

Abb. – Abbildung

bzw. – beziehungsweise

CNRS – *Centre national de la recherche scientifique*

et al. – und andere

INSERM – *Institut national de la santé et de la recherche médicale*

NIMR – *National Institute of Medical Research*

s.o. – siehe oben

T3 - Trijodthyronin

T3/T4- Ratio – Trijodthyronin/Thyroxin-Ratio

z.T. – zum Teil

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache.....	5
2.1 Denkkollektiv und Denkstil	5
2.2 „Context of Discovery“ und „Context of Validation“	9
2.3 Nationale Stile.....	13
2.4 Entwicklung der Fragestellung	14
3. Quellen und Methoden	18
3.1 Quantitative Methoden.....	19
3.2 Qualitative Methoden.....	21
3.3 Web of Science.....	22
3.4 Grenzen der Quellen	23
3.5 Grenzen der Methode „Zitationsanalyse“	24
4. Quantitative und qualitative Analyse bezogen auf Autoren	26
4.1 Graphische Analysen.....	26
4.2 Rosalind Pitt-Rivers	31
4.3 Jack Gross	35
4.4 Jean Roche	37
4.5 Serge Lissitzky	43
4.6 Raymond Michel.....	45
4.7 Anteil der Schilddrüsenforschung.....	47
5. Quantitative und qualitative Analysen bezogen auf Artikel	49
5.1 Zitationsanalysen.....	49
5.2 Wie kam es zur Entdeckung von T3?.....	59
5.3 Analyse der Schlüsselartikel	66
6. Die Entdeckung vor der Entdeckung.....	69
7. Diskussion	75
7.1 Fragestellung.....	75
7.2 Methode	76
7.3 Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Analysen	78
7.3.1 Interne Faktoren	78
7.3.2 Externe Faktoren	82
7.3.3 Konkurrenz.....	83
7.4 Schluss	84
8. Literaturverzeichnis.....	86
9. Anhang.....	93

1. Einleitung

Diese Arbeit lehnt sich an moderne wissenschaftshistorische und wissenschaftstheoretische Ansätze an, die der grundlegenden Frage: „Wie funktioniert Wissenschaft?“ nachgehen. In der vorliegenden Arbeit soll dies am Beispiel der Erforschung von Schilddrüsenhormonen, genauer der Erforschung von Trijodthyronin, gezeigt werden.

Gerade die genauen Mechanismen der Schilddrüsenhormone sind noch nicht allzu lange Gegenstand der Forschung, obwohl Fehlfunktionen schon seit langer Zeit bekannt sind. Ursächlich dafür waren fehlende technische Hilfsmittel zur Analyse der vielfältigen und nicht vollständig aufgeklärten Funktionen der Schilddrüse.

Schon im Altertum ist den Menschen eine krankhafte Veränderung der Schilddrüse aufgefallen, wie sie besonders eindrücklich in Form der Kropfkrankheit zu sehen ist. Beispielsweise beschrieb Plinius der Ältere diese Erkrankung in seinen Werken und hatte einen „Zusammenhang von Ovarienfunktion und Schilddrüsentätigkeit beobachtet“.¹ Obwohl zu dieser Zeit die genauen Mechanismen und physiologischen Grundlagen noch lange nicht bekannt waren, wurde eine systemische Wirkungsweise vermutet. Catull beschrieb in seinen Carmina 64 „Peleus und Thethis“ einen Unterschied in der Vermessung des Halsumfangs der Frau vor und nach der Hochzeitsnacht, auch wenn dieser noch nicht mit der Schilddrüse in Verbindung gebracht wurde.² Nachdem beobachtet werden konnte, dass sich die Größe der Schilddrüse verändert, wurde versucht dieses Phänomen mittels eines Fadens, der um den Hals gewickelt wurde, greifbarer zu machen.

Zunächst waren die Versuche, die Krankheit zu klassifizieren, eher deskriptiver Art. So beschrieb beispielsweise Carl Adolf von Basedow im Jahr 1840 einen Symptomkomplex, den er an Patienten beobachtet hatte. Dieser wurde später als Merseburger Trias bekannt.³ Nach und nach versuchten die Wissenschaftler den Grund für ihre Beobachtungen herauszufinden.

¹ Bornhauser, S. (1951): Zur Geschichte der Schilddrüsen- und Kropfforschung im 19. Jahrhundert. Aarau: Sauerländer: 7.

² Medvei, V.C. (1993): The History of Clinical Endocrinology: A Comprehensive Account of Endocrinology from Earliest Times to the Present Day. 2. Aufl., Carnforth: The Parthenon Publishing: 32.

³ v. Basedow, C. (1840): Exophthalmus durch Hypertrophie des Zellgewebes in der Augenhöhle. Wochenzeitschrift für die gesamte Heilkunde 13,14. In: (1986): Schilddrüse: Pionierarbeiten aus eineinhalb Jahrhunderten. Berlin: Henning: 37-55.

Um die Phänomene erklären zu können, fehlte ihnen jedoch zunächst ein grundlegendes Prinzip: die hormonelle Sekretion. Zu jener Zeit war der Mechanismus dieser Botenstoffe noch nicht bekannt. Erste Forschung auf dem Gebiet erfolgte an Sexualhormonen mit dem Versuch die beobachteten Symptome zu reproduzieren oder zu beseitigen. 1849 transplantierte A. A. Berthold den Hoden von Hähnen an eine andere Körperstelle und stellte fest, dass sie „in Ansehung der Stimme, des Fortpflanzungstriebes, des Wachstums der Kämme und Bartlappen „Männchen“ bleiben.“⁴ Daraus lässt sich schließen, dass nicht eine nervöse Struktur für die Funktion zuständig sein konnte - da diese durchtrennt worden war-, sondern es musste eine „innere Sekretion“⁵ im Sinne von Hormonen geben.

Auch andere Wissenschaftler versuchten die „Hormontheorie“ zu belegen, doch gab es auch viele Gegner, weshalb es erst Brown-Séguard vor der Pariser *Société de Biologie* am 1. Juni 1889 gelang, mit seiner Theorie zur inneren Sekretion zu überzeugen.⁶ Einen anderen wissenschaftlichen Durchbruch erzielte Eugen Baumann, als er 1895 den Jodgehalt der Schilddrüse nachweisen konnte.⁷ Seitdem spielt Jod eine wichtige Rolle in der Diagnostik und Therapie von Schilddrüsenerkrankungen. Dies ist bedingt durch die Möglichkeit der Nutzung von radioaktiv markiertem Jod und dessen Nachweis durch radiologische Verfahren. Anfang des 20. Jahrhunderts erlebte die endokrinologische Forschung einen ungemeinen Fortschritt. Es befassten sich zunehmend mehr Wissenschaftler mit der Isolierung und Bestimmung von Hormonen. Einen Grundstein legte 1910 Edward Calvin Kendall, der Thyroxin, das erste Schilddrüsenhormon, isolierte. 1926/27 stellte Charles Robert Harington die chemische Bauformel von Thyroxin auf und synthetisierte es.⁸ Diesem Impuls folgten weitere Projekte. Errungenschaften wie die Einführung der Papierchromatographie trieben die Bemühungen auf Ebene der Hormonforschung weiter voran. Dies war besonders für die Entdeckung des zweiten Schilddrüsenhormons von Bedeutung. Vor allem das Labor von Charles Harington in London und seine Forschergruppe beschäftigten sich weitergehend mit den Schilddrüsenhormonen. Ihnen fiel bei ihren Versuchen ein zweiter jodierter Stoff auf, der von der Schilddrüse synthetisiert zu sein schien. 1952 gelang es Rosalind Pitt-Rivers, einer engen Mitarbeiterin

⁴ Biedl, A. (1910): Innere Sekretion: Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie. Berlin: Urban & Schwarzenberg: 5.

⁵ Biedl (1910): 5.

⁶ Sawin, C.T. (1988): Defining Thyroid Hormone: Its Nature and Control. In: McCann, S.M., Endocrinology: People and Ideas, New York: Oxford University Press: 155 f..

⁷ Wallraff, J. (1953): Organe mit innerer Sekretion: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Endokrinologie für Studierende und Ärzte. München: Urban & Schwarzenberg: 99.

⁸ Wallraff (1953): 99.

Haringtons, gemeinsam mit ihrem Kollegen Jack Gross aus Montreal, Trijodthyronin zu isolieren und zu synthetisieren.⁹

Ungefähr zeitgleich arbeitete auch das französische Forscherteam Raymond Michel, Jean Roche und Serge Lissitzky in Paris an der Bestimmung von Trijodthyronin. Auch ihnen gelang es 1952 Trijodthyronin zu identifizieren.¹⁰

In diesem Zusammenhang stellt sich für die vorliegende Arbeit die Frage, ob es eine Zusammenarbeit zwischen den internationalen Forschern gab, die an einer ähnlichen Fragestellung zu arbeiten schienen. Des Weiteren bleibt zu untersuchen, ob diese nun kooperierender und/oder konkurrierender Art war und welche Mittel und Wege es zu dieser Zeit gab, sich adäquat auszutauschen. Die folgende Untersuchung soll zeigen, ob diese Wissenschaftler einem gemeinsamen Denkkollektiv angehörten und in wie weit und in welcher Form sie sich gegenseitig beeinflussten. Dabei werden theoretische Konzepte von Ludwik Fleck, Karin Knorr-Cetina und Heiner Fangerau herangezogen.

In seiner Schrift „Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache“ aus den 1930er Jahren beschreibt Ludwik Fleck sogenannte Denkkollektive. Es handelt sich hierbei um Forschergruppen, die ähnliche Ansichten oder Methoden teilen und dadurch den Wissenschaftsfortschritt fördern. Die Forschergemeinschaften formen und entwickeln sich stetig neu. Gemeinsam oder auch unabhängig voneinander arbeiten sie an ähnlichen Fragestellungen. Durch ähnliche Erkenntnisse und wechselseitigen Einfluss gehören sie einem Denkstil an. Sie durchleben gemeinsam einen dynamischen Prozess aus Um- und Weiterdenken und prägen so einen gemeinsamen Denkstil.¹¹

Karin Knorr-Cetina analysiert in ihrem Hauptwerk „Die Fabrikation von Erkenntnis“ von 1981 den Erkenntnisprozess in einem großen amerikanischen Labor und stellt die These auf, dass die Wissensakquirierung maßgeblich von den Forschern und deren Interaktionen und Ressourcen abhängt. Wissenschaft ist demnach nicht in erster Linie ein objektiver Prozess, der leicht reproduzierbar ist. Vielmehr betrachtet sie den Erkenntnisprozess als technischen und sozialen Konstruktionsprozess, der von vielfältigen Arbeitsbedingungen der Forscher abhängig ist. Sie prägt den Begriff des „Laboropportunismus“. In diesem Zusammenhang beschäftigt sie sich

⁹ Gross, J., Pitt-Rivers R. (1954): Triiodothyronine in Relation to Thyroid Physiology. New York: Recent Progress in Hormon Research X: 109. In: (1986): Schilddrüse: Pionierarbeiten aus einhalb Jahrhunderten. Berlin: Henning: 253.

¹⁰ Galton, V.A. (2013): The History of 3,5,3'-Triiodothyronine. In: Thyroid 23: 9-13.

¹¹ Fleck, L. (2015 [Orig.-Ausg. 1935]): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Aufl.10, Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Verlag.

auch mit der Normierung oder der Suche nach normierten Prozessabläufen in experimentellen Laboren.¹²

Fangerau analysierte 2010 das Leben und Werk von Jaques Loeb mit Hilfe von Zitationsanalysen und Auswertung informeller Korrespondenz des Wissenschaftlers. Damit haben seine Ausführungen auch Eingang in diese Arbeit, insbesondere das Konzept des Zitierens als Reputationssystem und die Frage wie nationale Stile den Wissenschaftsprozess beeinflussen.¹³

Als empirische Methode zur Untersuchung der Fragestellung der vorliegenden Arbeit dient, ähnlich wie bei Fangerau, die bibliometrische Methode der Zitationsanalyse. Diese beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen zitierten und zitierenden wissenschaftlichen Publikationen; an Übereinstimmungen lassen sich Hinweise auf enge Beziehungen zwischen den Wissenschaftlern ablesen. Ziel ist eine quantitative Rekonstruktion eines Denkkollektivs: Lassen sich die englischen und französischen Forscher, die etwa zeitgleich Trijodthyronin identifizierten, als ein Denkkollektiv beschreiben? Durch die Auswertung der Veröffentlichungen und wechselseitigen Zitierungen soll eine Analyse der Forschungsarbeit der englischen und französischen Forscher vorgenommen werden. Hierdurch wird sowohl pro als auch retrospektiv – vom Zeitpunkt der Entdeckung des Hormons aus betrachtet – ein Geflecht aus Zitationen anhand der Publikationen hergestellt.

Von der quantitativen Analyse ausgehend wird die Arbeit der Forscherteams qualitativ, also inhaltlich verglichen. Die Publikationstätigkeit in verschiedenen Journalen wird rekonstruiert, um beispielsweise zu verdeutlichen, wie groß der Kenntnisstand der Forscher von der Arbeit der jeweils anderen war, beziehungsweise inwieweit sie sich aufeinander beziehen. Ergänzend zu den wissenschaftlichen Publikationen werden Texte wie Interviews, Texte von Mitarbeitern sowie Veröffentlichungen der *European Thyroid Association* zu den einzelnen Forschern herangezogen, um anhand dieser Quellen Informationen über die Kooperationsbeziehungen zu bekommen, die allein durch die Zitationsanalyse nicht sichtbar sind. Es wird darüber hinaus versucht mit noch lebenden Zeitzeugen in Kontakt zu treten, um ein genaueres Bild von der Arbeit der Wissenschaftler zu bekommen. Die Analyse der wissenschaftlichen Arbeit wird durch die Hinzuziehung biographischer Aspekte, wie den beruflichen Werdegang und die Forschungsschwerpunkte der Wissenschaftler, erweitert.

¹² Knorr-Cetina, K. (1991 [Orig.-Ausg. 1981]): Die Fabrikation von Erkenntnis: zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft.

¹³ Fangerau, H. (2010): *Spinning the scientific web: Jaques Loeb (1859-1924) und sein Programm einer internationalen biomedizinischen Grundlagenforschung*. Berlin: Akademie Verlag. Habilitationsschrift.

2. Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache

2.1 Denkkollektiv und Denkstil

Als Begründer der Lehre von Denkkollektiv und Denkstil im Jahr 1935 liefert Ludwik Fleck mit seinem Konzept die theoretische Grundlage dieser Arbeit. Modifiziert und auf die experimentelle Forschung angewandt durch Karin Knorr-Cetina bilden ihre Konzepte eine wichtige Erweiterung. Auch Heiner Fangerau bediente sich der Konzepte von Ludwik Fleck und liefert die methodische Grundlage dieser Arbeit. Im Folgenden werden die Konzepte der drei Wissenschaftler vorgestellt und so modifiziert, dass sie auf das Thema dieser Arbeit, Schilddrüsenforschung und die Entdeckung von Trijodthyronin, angewendet werden können.

Die wissenschaftstheoretischen Ausführungen Ludwik Flecks waren zu seiner Zeit wenig beachtet. Erst durch die Wiederentdeckung von Thomas Kuhn, der Fleck in seinem Vorwort erwähnt,¹⁴ werden die Ansichten Flecks Thema der Wissenschaftsforschung und stellen bis heute die Grundlage aktueller Diskussionen dar: Erkenntnisse stellen für ihn Konstrukte dar, die die Wissenschaftler selbst erschaffen. Hierbei legt er besonderen Wert auf die sozialen Komponenten dieses Prozesses.

„Will man eine Entdeckung als solche untersuchbar machen, so muss man sich auf den sozialen Standpunkt stellen: d.h. sie als soziales Geschehen betrachten“.¹⁵

Dieses Zitat aus Flecks Hauptwerk „Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache“ von 1935 beschreibt sehr gut das Ziel seiner Arbeit und bildet damit auch die Basis der vorliegenden Arbeit. Damit schreibt Fleck als Erster eine wissenschaftstheoretische Abhandlung zur Frage „Wie wird Wissenschaft gemacht?“. Am Beispiel der Etablierung des Syphilisbegriffs zeigt er Faktoren auf, welche auf die Erkenntnisbildung in der Wissenschaft einwirken.

Fleck führt in seiner Schrift den Begriff des Denkkollektivs ein. Für ihn ist „das Erkennen (...) die am stärksten sozialbedingte Tätigkeit des Menschen (...) und die Erkenntnis ist das soziale Gebilde katexochen.“¹⁶ Er definiert das Denkkollektiv als „Gemeinschaft der Menschen, die im Gedankenaustausch oder in gedanklicher Wechselwirkung stehen“.¹⁷ Innerhalb des

¹⁴ Kuhn, T. (2014 [Orig.-Ausg. 1962]): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. The Structure of Scientific Revolutions. 24. Aufl., Frankfurt am Main: Suhrkamp: 8.

¹⁵ Fleck (2015): 102.

¹⁶ Fleck (2015): 58.

¹⁷ Fleck (2015): 54.

Denkkollektivs wird Wissenschaft gemacht, ein Individuum allein ist nicht in der Lage erkenntnisbildende Prozesse zu gestalten. Erst die „kollektive gedankliche Wechselwirkung“¹⁸ ermöglicht die Erkenntnisbildung. Allen gemeinsames Ziel ist „das Herausarbeiten dieses festen Bodens der Tatsachen“.¹⁹ Hierbei bewegen sich die Ideen und Errungenschaften der Forschung zwischen den Wissenschaftlern und auch interessierten Nicht-Fachleuten und formen sich so zu einem Denkstil, der das Kollektiv verbindet.

Alle Akteure eines Denkkollektivs verbindet ein gemeinsamer Denkstil, schon „Worte und Sitten verbinden bereits zu einem Kollektiv“.²⁰ Doch wichtiger bei der Definition des Denkstils ist, dass die Anhänger eines Kollektivs gemeinsame „Elemente, Glaubens- und Aberglaubenssätze“²¹ innehaben. Auf dieser Basis versuchen sie inhaltlich adhärent und logisch konsequent Wissenschaft zu betreiben und Neuerungen, ob in Form von neuen Theorien oder neuen Forschungsergebnissen, zu erklären und dann in ihren Denkstil aufzunehmen. Durch diese Gebundenheit an einen bestimmten Denkstil wird der Wissenschaftsfortschritt auch immer in eine bestimmte Richtung geleitet. „Jede formulierte Problemstellung enthält bereits die Hälfte ihrer Lösung. Jede zukünftige Überprüfung fährt immer nur auf vorhandenen gedanklichen Geleisen zurück“.²² Daraus lässt sich leicht ableiten, dass Ideen oder Forschungsergebnisse, die widersprüchlich mit den Grundsätzen des jeweiligen Denkstils sind, nur schwer zu etablieren sind. Von einer anderen Seite betrachtet, ist es vorauszusehen, dass die Richtung der Problemlösung festgelegt ist. So entsteht aus dem Denkstil ein „Denkzwang und noch mehr: die Gesamtheit geistiger Bereitschaften, das Bereitsein für solches und nicht anderes Sehen und Handeln“.²³ Natürlich hat das Denkkollektiv trotzdem Strategien, um mit widersprechenden Ideen aus anderen Denkkollektiven umzugehen: Die sogenannte „Beharrungstendenz“, die er als „aktive Vorgehensweise, die in einige Grade zerfällt“²⁴ definiert, um mit Neuerungen umzugehen und den Denkstil zu festigen. Dieser Konstruktivismus darf nicht als beliebiger Prozess verstanden werden, es wird viel eher versucht die Welt mit Hilfe des eigenen Denkstils erklärbar zu machen.

Hieran wird deutlich, dass „zwischen den Auffassungen und ihren Beweisen in der Wissensgeschichte kein formal-logisches Verhältnis“ besteht.²⁵ Allein schon die Anpassung

¹⁸ Fleck (2015): 59.

¹⁹ Fleck (2015): 125.

²⁰ Fleck (2015): 58.

²¹ Fleck (2015): 61.

²² Fleck (2015): 53.

²³ Fleck (2015): 85.

²⁴ Fleck (2015): 40.

²⁵ Fleck (2015): 40.

von neuen Theorien in den jeweiligen Denkstil erfordert unterschiedliche Herangehensweisen und Lösungsansätze. Es gibt also keine allgemein gültigen Lösungsansätze, vielmehr schlagen sich soziale, methodologische, historische und pragmatische Faktoren im Denkstil nieder. Geringe Modifikationen des Denkstils sind so durch die Assimilation von anderen Positionen nicht nur möglich, sondern auch nötig zum Fortbestand des Kollektivs und werden häufig durch personelle Änderungen innerhalb des Kollektivs begünstigt. Auch dadurch, dass „ein Individuum eben mehreren Denkkollektiven an(gehört)“²⁶, wird die Erweiterung und Verschiebung der Wissensbestände eines Denkkollektivs gefördert.

Das Denkkollektiv wird geprägt durch eine „Stimmungskameradschaft“²⁷, welche zur Stärkung des intrakollektiven Zusammengehörigkeitsgefühls führt und aus „Vertrauen zu den Eingeweihten, deren Abhängigkeit von der öffentlichen Meinung, gedankliche Solidarität Gleichgestellter, die im Dienste derselben Idee stehen“²⁸, besteht.

Innerhalb der Struktur des Denkkollektivs entsteht eine starke Abhängigkeit der verschiedenen Kreise voneinander. So ist z.B. der Forscher abhängig von der Meinung und Anerkennung durch die Fachgesellschaften, um seine Wissenschaftsfortschritte zu etablieren. Genauso sind die Fachgesellschaften vom Wohlwollen des allgemein gebildeten und interessierten Publikums abhängig. „Jeden intrakollektiven Denkverkehr beherrscht also ein spezielles Abhängigkeitsgefühl“.²⁹ Durch diese wechselseitigen Abhängigkeiten „entsteht im Allgemeinen die innere Geschlossenheit des Denkstils und dessen Beharrungstendenz“.³⁰

Weiterhin beschreibt Fleck, welche wichtige Rolle sogenannte „Präideen“ in der Erkenntnisbildung spielen.³¹ Eine Präidee ist eine Theorie, welche schon seit langer Zeit zur Erklärung von gewissen Beobachtungen herangezogen wird. Die Präidee muss nicht einer konsequenten Logik folgen, häufig treibt sie aber den Erkenntnisprozess voran. Sie muss auch nicht „richtig“ sein, doch aber lässt sich ihre Bedeutung für den Erkenntnisprozess nicht leugnen. Hierbei kann man den Prozess der Entdeckung der Hormone als Beispiel anführen. Schon lange bevor Hormone als tatsächliches Konzept etabliert werden konnten, hatten die Wissenschaftler verschiedene Theorien, auf welche Weise der Körper diese Signale versenden

²⁶ Fleck (2015): 61.

²⁷ Fleck (2015): 140.

²⁸ Fleck (2015): 140.

²⁹ Fleck (2015): 140.

³⁰ Fleck (2015): 139.

³¹ Fleck (2015): 37.

könnte, unter anderem, dass es eine „innere Sekretion“³² von Botenstoffen gebe, die nicht mit dem Nervensystem zusammenhänge.

In diesem Zusammenhang sind auch Flecks Ausführungen zur „Verklärung des Erkenntnisprozesses“ wichtig. Fleck legt dabei am Beispiel der „Lehre von den Epidemien“ aus dem Gebiet der Bakteriologie dar, inwieweit ein Wissenschaftler die Umstände verschweigt, unter welchen er zu seinen Ausführungen gekommen ist. „Sie (,Diese Darstellung‘) beschreibt so, als ob von vorneherein definitive Begriffe und Vorstellungen vorhanden wären(...) und als ob deren bloße ‚folgerichtige‘ Anwendung die Entdeckung vollbrächte“.³³ Ähnlich verhält es sich mit Zeitschriftenartikeln, die häufig nur einen kurzen Abriss des letztendlichen Versuchsaufbaus enthalten und den Weg, der zu diesem geführt hat, gänzlich verschweigen.

Fleck betont die Kontinuität innerhalb der Erkenntnisbildung. Für ihn ist wissenschaftlicher Fortschritt ein beständiger Denkstilwandel. Etwas anders stellt dies Thomas Kuhn dar, der Fleck jedoch in seinem Vorwort als einen, der „viele meiner eigenen Gedanken vorwegnimmt“, beschreibt.³⁴ Thomas Kuhn bewirkte mit seiner Schrift „Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ von 1986 eine Veränderung des Denkens in der Betrachtung von Wissensproduktion.

Während Fleck den Begriff des Denkkollektivs und des Denkstils prägte und den wissenschaftlichen Prozess eher als einen dynamischen Prozess charakterisierte, skizziert Kuhn diesen Prozess als eine Folge von revolutionsartigen Paradigmenwechseln. Den Denkstil repräsentieren bei Kuhn die Paradigmen. Weiterhin unterscheidet er die Normalwissenschaft von den revolutionären Phasen.³⁵ Zunächst herrscht die Normalwissenschaft vor, diese wird gestört durch das Einbringen eines neuen Paradigmas in den Wissenschaftlerkreis, woraufhin es zur revolutionären Phase kommt. Eine Denkstiländerung vollzieht sich hierbei jedoch weniger durch eine Assimilation von neuen Positionen, sondern vielmehr dadurch, dass sich zwei Paradigmen unvereinbar einander gegenüberstehen: Sie sind inkommensurabel. Dieser Konflikt kann nur über einen Kommunikationsverlust des alten Denkkollektivs aufgelöst werden. Darauf folgt eine Umorientierung der beteiligten Wissenschaftler. Es entstehen im Prinzip zwei neue Denkkollektive.³⁶

³² Biedl (1910): 5.

³³ Fleck (2015): 153.

³⁴ Kuhn (2014): 8.

³⁵ Kuhn (2014): 20 f..

³⁶ Kuhn (2014): 79 f..

2.2 „Context of Discovery“ und „Context of Validation“

Karin Knorr-Cetina hingegen hat ihre Studien an einem experimentellen Labor in den USA durchgeführt und kommt dort zu ähnlichen Schlussfolgerungen wie bereits Fleck, auf den sie sich jedoch nicht explizit bezieht. Sie bestätigt dessen Grundthese von Wissensproduktion als soziales Geschehen und weist auf den Konstruktionscharakter wissenschaftlicher Fortschritte hin. Sie exemplifiziert dies in „Die Fabrikation von Erkenntnis“ von 1981 am Beispiel der Forschungsarbeit, wie sie in experimentellen Laboren betrieben wird. Ihre Hauptquellen sind Thomas Kuhn und Bruno Latour. Latour nimmt schon 1979 in seiner Studie „*Laboratory Life: The construction of scientific facts*“ eine sozial-konstruktivistische Position ein.³⁷

Knorr-Cetina legt das Hauptaugenmerk auf situative Faktoren: Sie fordert, dass bei der Betrachtung jeglicher Wissensprodukte der „*context of discovery*“³⁸ zu berücksichtigen ist. Sonst erliegt man der Gefahr, Wissenschaft als etwas Neutrales und Objektives zu betrachten. „Situationspezifität und Interessensstrukturen“³⁹ formen die Erkenntnis in einer Weise, dass sie nicht mehr ohne den Prozess als solchen verstanden werden kann, sie ist und bleibt kontextspezifisch. Vielmehr entsteht oftmals, etwa bei Artikeln einer Zeitschrift, also am Ende einer Forschungsarbeit, der Eindruck einer „Ent-Kontextierung“.⁴⁰ Damit ist klar, dass die Wissenschaft, so wie sie heute im Labor betrieben wird, nicht als von rein deskriptiver Natur beschrieben werden kann. Sie stellt keine Abbildung der Realität dar, sondern „ist hochgradig vorkonstruiert, wenn nicht zur Gänze artifiziell“.⁴¹

Knorr-Cetina betrachtet auf der einen Seite die „Handlungsarenen“, in welchen die Forscher agieren und auf der anderen Seite die Praxis der Forscher selbst.⁴² Diese Unterscheidung erinnert an die Differenzierung von Denkkollektiv einerseits und Denkstil andererseits.

Zunächst zur Praxis der Forscher: Wissenschaftler stehen immer vor der Wahl unterschiedlicher Möglichkeiten, einer grundlegenden Indeterminiertheit.⁴³ Sie müssen etwa vor einer Studie die Wahl der Methode und der Gerätschaft treffen. In weiter fortgeschrittenen Versuchsstadien sind Entscheidungen zu treffen, wie etwa kleine Veränderungen beispielsweise in Bezug auf technische Instrumente oder Reagenzien, die den ganzen Versuchsaufbau verändern können. Damit wird die Indeterminiertheit von den Wissenschaftlern beseitigt. Häufig werden diese

³⁷ Latour, B., Woolgar, S. (1979): *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage Publications.

³⁸ Knorr-Cetina (1991): 22.

³⁹ Knorr-Cetina (1991): 25.

⁴⁰ Knorr-Cetina (1991): 211.

⁴¹ Knorr-Cetina (1991): 23.

⁴² Knorr-Cetina (1991): 154.

⁴³ Knorr-Cetina (1991): 34 f..

Entscheidungen von den Wissenschaftlern getroffen, ohne sie zu hinterfragen; die Entscheidungen erhalten dadurch einen intuitiven Charakter. Allein dadurch kann der Erkenntnisprozess nicht mehr als ein objektiver Prozess gesehen werden. Häufig werden diese „Selektionen“, die individuelle Entscheidungen sind, als das dargestellt, „was man ‚normalerweise‘, ‚natürlicherweise‘, oder ‚logischerweise‘ tun würde“ oder sie werden als Gegebenheiten hingenommen, obwohl sie hoch willkürlicher Natur sind.⁴⁴ Überdies kann man den Ergebnissen von Studien nicht ansehen, ob Entscheidungskriterien „im Prozess der Forschung revidiert, ignoriert oder umgeworfen wurden“.⁴⁵ Wenn überhaupt verweisen die Wissenschaftler selbst meist „auf variierende Umstände“.⁴⁶ Diese Selektionen müssten häufiger expliziert und als diskussionswürdig dargestellt werden.

„Selektionen“ werden wiederum beeinflusst durch lokale Idiosynkrasien, welche quasi einen Rahmen darstellen, innerhalb dessen Entscheidungen getroffen werden können.⁴⁷ Hierfür bedient sich Knorr-Cetina des Begriffs der „Indexikalität“ aus den Sozialwissenschaften, welchen sie verwendet, „um ... die situationale Kontingenz und die lokale Ansässigkeit wissenschaftlicher Operationen“⁴⁸ zu charakterisieren. „Diese Indexikalität stellt wissenschaftliche Produkte als durch bestimmte Akteure an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit fabriziert und verhandelt dar.“⁴⁹ In der Folge wird klar, dass man wissenschaftliche Operationen nur an einem spezifischen Ort und in einer bestimmten Situation verstehen kann. Als Beispiel kann man hier anführen, dass ein Wissenschaftler angibt, dass er den Versuchsaufbau ganz anders gewählt hätte, aber die Gegebenheiten des Labors es angeboten hätten, den Versuch so durchzuführen, wie er im wissenschaftlichen Artikel dann auch beschrieben wird.⁵⁰ Damit stellt sich natürlich die Frage der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse in einem anderen Kontext, besonders in einer Zeit, in welcher sich die Labormedizin gerade erst entwickelte und labortechnische Standards noch nicht gegeben waren. Schon das Labor an sich stellt „eine lokale Ansammlung materialisierter früherer Selektionen“⁵¹ dar. Trotz allem ist es auf Grund der „Kommunikation, Kooperation und Konkurrenz“⁵², durch welche

⁴⁴ Knorr-Cetina (1991): 163.

⁴⁵ Knorr-Cetina (1991): 163.

⁴⁶ Knorr-Cetina (1991): 32.

⁴⁷ Knorr-Cetina (1991): 63.

⁴⁸ Knorr-Cetina (1991): 64.

⁴⁹ Knorr-Cetina (1991): 64.

⁵⁰ Knorr-Cetina (1991): 66.

⁵¹ Knorr-Cetina (1991): 28.

⁵² Knorr-Cetina (1991): 27.

die Wissenschaftler in Verbindung stehen, sowie vergleichbaren Laborbedingungen möglich, zu ähnlichen Ergebnissen zu kommen.

Ein wichtiger Grund für die Entstehung der Indexikalität ist der sogenannte Laboropportunismus. Hier trifft die beschriebene Indeterminiertheit auf ein Konzept, das auch das alltägliche Rasonieren prägt.⁵³ Die Wissenschaftler benutzen, was ihnen gerade am einfachsten erscheint, und nutzen so die vorhandenen Gegebenheiten. „Es ist die Genese der Forschungsergebnisse, die opportunistisch ist.“⁵⁴ Dabei bezieht sich Knorr-Cetina nicht nur auf Ressourcen wie zum Beispiel die Gerätschaften, die im Labor vorhanden sind, oder welche Maßnahmen gerade durch äußere Gegebenheiten unterstützt werden, sondern auch auf zwischenmenschliche Beziehungen. Die Wissenschaftler kalkulieren genau, mit wem sich Kooperationen lohnen.⁵⁵

Weiterhin machen die Wissenschaftler ihre „Selektionen“ stark davon abhängig, wie sie die erwartete Reaktion der Fachgesellschaft einschätzen. Hierbei sind auch die Publikationsstrategien, die eine Arbeitsgruppe verfolgen, als wichtiges Ziel zu nennen, welches die Arbeit auf Grund von Erwartungen schon im Voraus beeinflusst. Diesen Umstand bezeichnet Knorr-Cetina als „*context of validation*“.⁵⁶

Nun zu den Handlungsarenen, in welchen die Wissensproduktion stattfindet: Knorr-Cetina kritisiert den Begriff der Spezialistengemeinden, wie er durch Kuhn und andere Zitationsstudien geprägt wurde,⁵⁷ in welchem eine Gruppierung von Spezialisten bestimmend für den Erkenntnisprozess ist. Sie sieht hier eher die Handlungsarenen der verschiedenen Forscher als maßgeblich. Sie fasst den Begriff der Spezialistengemeinde einerseits enger und andererseits weiter, als in den bisherigen Definitionen. In engerem Sinne meint, dass sich meist nur wenige zentrale Personen aktiv an dem Erkenntnisprozess beteiligen. Diese Personen müssen aber nicht zwingend aus demselben „Spezialistenkreis“ stammen, was die Erweiterung des Begriffs der Spezialistengemeinde impliziert.

Innerhalb der Handlungsarenen spielt nicht wie bei Fleck der gemeinsame Denkstil die tragende Rolle, sondern hier sind „Transaktionen“⁵⁸ zwischen den Wissenschaftlern maßgeblich. Unter

⁵³ Knorr-Cetina (1991): 273.

⁵⁴ Knorr-Cetina (1991): 65.

⁵⁵ Knorr-Cetina (1991): 144.

⁵⁶ Knorr-Cetina (1991): 28-31.

⁵⁷ Knorr-Cetina (1991): 127.

⁵⁸ Knorr-Cetina (1991): 156.

Transaktionen versteht Knorr-Cetina einerseits „Ressourcenbeziehungen“⁵⁹ und andererseits Entscheidungsverschiebungen.⁶⁰ Es geht also bei der Definition von Handlungsarenen viel eher darum, auf welche Weise die Wissenschaftler untereinander agieren, und weniger welchem theoretischen Konzept sie folgen. Als Ressourcen kann es sich laut Knorr-Cetina um „symbolische, finanzielle oder anderweitige Ressourcen“⁶¹ handeln. Diese Ressourcen versucht jeder Wissenschaftler oder jede Institution optimal für sich zu nutzen. Die Ressourcen werden meist von verschiedenen Parteien genutzt oder gebraucht, weshalb es hier oft zu Konflikten kommen kann, die durch „Interessenfusionen“⁶² gelöst werden müssen. Die Ressourcenbeziehungen können ein Geben und Nehmen sein, man kann aber auch die Arbeit, die Wissenschaftler geleistet haben, welche dann von Anderen weiterverwendet und weiterentwickelt wird, als Ressource benennen. Hieran wird besonders deutlich, dass die Ressourcen eine gewisse „Konvertierbarkeit“⁶³ besitzen müssen, damit sie andere Forscher für ihre Zwecke nutzbar machen können. Nur so können Erkenntnisgewinne wirklich Bedeutung erlangen.⁶⁴ Es ist die Transformation die den wissenschaftlichen Wandel darstellt.⁶⁵

Schließlich beschäftigt sich Knorr-Cetina eingehend mit dem wissenschaftlichen Artikel, der veröffentlicht wird und damit die Wissensproduktion aus dem Labor an eine breitere Öffentlichkeit bringt. In der Literatur wird eine große Diskrepanz zwischen dem reellen Forschungsablauf und der Darstellung desselben im wissenschaftlichen Papier beschrieben.⁶⁶ Bourdieu beispielsweise zeigt, dass das wissenschaftliche Papier auch soziale Strategien repräsentiert.⁶⁷ Medawar hingegen schreibt, dass das wissenschaftliche Papier „nicht nur verdecken, sondern in aktiver Weise falsch darstellen“⁶⁸ würde. Mit Hilfe von literarischen Strategien wie einer neutralen Sprache, in Form von Autorenplural oder Verwendung des Passivs, wird versucht eine objektivierende Wirkung auf den Leser zu erzielen.

Der nächste Schritt, die Rezeption des wissenschaftlichen Papiers beziehungsweise des Forschungsergebnisses, erinnert zum Teil an Flecks Konzept der Etablierung von Neuerungen in einen bestehenden Denkstil. Auch wenn bei Knorr-Cetina nicht aktive Strategien der

⁵⁹ Knorr-Cetina (1991): 157.

⁶⁰ Knorr-Cetina (1991): 162.

⁶¹ Knorr-Cetina (1991): 158.

⁶² Knorr-Cetina (1991): 161.

⁶³ Knorr-Cetina (1991): 160.

⁶⁴ Knorr-Cetina (1991): 243.

⁶⁵ Knorr-Cetina (1991): 244.

⁶⁶ Knorr-Cetina (1991): 177.

⁶⁷ Bourdieu, P. (1975): The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason. In: Social Science Information 14: 22 f..

⁶⁸ Medawar 1969, zitiert nach Knorr-Cetina (1991): 177.

Wissenschaftler die Eingliederung von Innovationen in die bisherige Forschung leisten, so macht sie doch deutlich, dass der Prozess der Wissensakzeptierung ein „Prozess selektiver Inkorporation früherer Resultate in die laufende Forschungsproduktion“⁶⁹ sei. Somit kann in diesem Zusammenhang nicht von unabhängigen Bewertern und einem objektiven Meinungsbildungsprozess gesprochen werden, da es sich bei den Urteilenden um Fachleute handelt, die meist selbst in die Materie verstrickt sind, z.B. als Konkurrenten um ähnliche Ressourcen.

2.3 Nationale Stile

Heiner Fangerau analysiert in seiner Habilitation *„Spinning the scientific web“* von 2007 das Leben und Werk von Jaques Loeb mit der Frage, wie Ende des 19. Jahrhunderts und Anfang des 20. Jahrhunderts die Medizin zur Lebenswissenschaft wurde.⁷⁰ Hierbei legt er ein besonderes Augenmerk auf die soziale Dynamik, die der Etablierung von Wissen innewohnt. Er folgt inhaltlich Latour, der den „Kreislauf der Wissenschaft“ anhand von „fünf Tätigkeitstypen analysiert: Instrumente, Kollegen, Verbündete, Öffentlichkeit und schließlich Bindeglieder oder Knoten...“.⁷¹ Fangerau erweitert diesen Kreis jedoch noch spezifisch um die Transferprozesse zwischen den einzelnen Forschern und betont auch die Bedeutung des gezielten Transfers von Wissen.⁷² Zwar folgt nicht jede Transferaktion einer beabsichtigten Logik, doch will Fangerau zeigen, inwieweit Wissenschaftler versuchen die Verbreitung von Wissen oder anderen Ressourcen zu lenken und damit Einfluss auf den weiteren Forschungsprozess zu nehmen. „Strategisches Kalkül“ bezeichnet den Sachverhalt nur annäherungsweise, dennoch kann man oft die Intentionen der Wissenschaftler aus ihren formellen und informellen Beziehungen herauslesen.

Fangerau teilt ebenfalls das Konzept der Transformierung von Wissen, welches bei Knorr-Cetina beschrieben ist. Hierbei entsteht neues Wissen durch „vom einen an den anderen Ort überführte(s) Kulturgut“⁷³, welches dann in Wechselwirkung mit der vorherrschenden Normvorstellung etabliert werden kann.

Eine Besonderheit bei der Betrachtung der Karriere Loeb's stellt seine Emigration von Deutschland in die USA dar; aus diesem Grund bietet sich nach Fangerau die Untersuchung

⁶⁹ Knorr-Cetina (1991): 31.

⁷⁰ Fangerau (2010) 7.

⁷¹ Latour zitiert nach Fangerau (2010): 18.

⁷² Fangerau (2010): 7.

⁷³ Fangerau (2010): 8.

von unterschiedlichen nationalen Stilen an. Schon Harwood hat 1993 in seiner Studie „*Styles of Scientific Thought*“ beschrieben, wie sich Kultur und landesspezifische Eigenheiten auf die Wissenschaft auswirken und inwieweit sich nationale Stile entwickeln können.⁷⁴ Zusätzlich beschreibt Fangerau ein Konzept der „nationalen Identitäten“⁷⁵, dies meint eine gemeinsame Grundlage, einen „intellektuellen Kontext“⁷⁶, auf dem wissenschaftliche Entscheidungen basieren. Wenn die Wissenschaftler eine gemeinsame Herkunft haben und so eine nationale Identität besitzen, ist es möglich, dass sie Entscheidungen aufgrund von ähnlichen Erklärungsansätzen treffen. Sie sind „intellektuell verbunden“ und die Wissenschaftsstile „determinieren, wie und mit welchen Mitteln ein Forscher in diesem Umfeld agieren kann“.⁷⁷ Mit dem Konzept der nationalen Stile wird das Denkstil-Konzept von Fleck weiter spezifiziert.

Auch Richard Whitley, auf welchen sich Fangerau bezieht, setzte sich Ende des 20. Jahrhunderts mit den sozialen Aspekten der Wissenschaften auseinander. In seiner Schrift „*The Intellectual and Social Organization of Sciences*“ beschreibt er das soziale Netzwerk, das ein Wissenschaftler um sich herum aufbaut, als Reputationssystem. Dieses Netzwerk wird für die Anerkennung des Denkkollektivs benötigt und stellt eine Rechtfertigung für weitere Projekte dar. Das Ansehen eines Wissenschaftlers innerhalb eines Denkkollektivs ist somit bestimmend für die Karriere des Einzelnen.⁷⁸ Aus diesem Grund ist der Wissenschaftler aktiv in die Gestaltung seines sozialen Netzwerkes involviert und man kann aus der Analyse der formellen und informellen Kontakte Bestrebungen des Forschers entnehmen.

2.4 Entwicklung der Fragestellung

Um der Frage „Wie funktioniert Wissenschaft“ nachzugehen, wird in dieser Arbeit die Entdeckung von Trijodthyronin betrachtet. Um 1950 konnte in zwei Laboren in England und Frankreich ein neues Schilddrüsenhormon identifiziert werden. Durch eine genaue Rekonstruktion der damaligen Ereignisse und Umstände wird sich dem Prozess der Entstehung von wissenschaftlichen Tatsachen im Anschluss an Fleck genähert. Dieser wissenschaftliche Prozess wird als soziales Geschehen betrachtet. Wissenschaftliche Tatsachen entstehen nämlich nicht in einem wertfreien Raum, wie es die experimentelle Forschung suggeriert. Es sind viel mehr soziale Interaktionen und Gegebenheiten, die den Erkenntnisprozess maßgeblich

⁷⁴ Harwood, J. (1993): *Styles of Scientific Thought*. Chicago. University of Chicago Press.

⁷⁵ Fangerau (2010): 70.

⁷⁶ Fangerau (2010): 70.

⁷⁷ Fangerau (2010): 71.

⁷⁸ Whitley, R. (1984): *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*. New York. Oxford University Press: 25 f..

mitbestimmen. In dieser Arbeit werden Denkkollektive in Anlehnung an Fleck aufgezeigt. Im Unterschied zu Fleck werden hier aber Forschergruppen in ihrer sozialen Dynamik untersucht.

Nach Ludwig Fleck formulierten auch Karin Knorr-Cetina und Heiner Fangerau die Erkenntnisbildung als einen sozialen Prozess und bilden mit ihren Studien die Basis dieser Arbeit. Während Fleck allgemein über die Entstehung wissenschaftlicher Tatsachen schreibt, hat sich Knorr-Cetina spezifisch mit den Erkenntnisbedingungen in experimentellen Laboren befasst. Fleck beschreibt den sozialen Prozess der Erkenntnisbildung mit dem Begriff des Denkkollektivs. Fangerau exemplifiziert die Ausführungen des Denkkollektivs von Fleck an der Biographie eines Wissenschaftlers. Er erweitert Flecks Konzept unter anderem um die Idee von nationalen Stilen. Dies ist insofern für diese Arbeit interessant, da sich der Vergleich von nationalen Stilen anbietet, weil die Entdeckung in zwei unterschiedlichen Ländern gemacht wurde.

In dieser Arbeit wird untersucht, inwieweit es sich bei den Forscherteams der Entdeckung von Trijodthyronin um ein Denkkollektiv gehandelt hat. Sowohl in London als auch in Paris wurde das Hormon kurz hintereinander von verschiedenen Forscherteams identifiziert. Kernfrage der vorliegenden Arbeit ist, ob sich diese Wissenschaftler in ein gemeinsames Denkkollektiv einordnen lassen. Wussten sie um die Forschung der jeweils anderen? Gab es Verbindungen zwischen den Forschern? Kannten sie sich vielleicht bereits von wissenschaftlichen Kongressen oder haben sie gemeinsam in Herausbergremien von internationalen Fachzeitschriften gesessen?

Um diese Frage zu beantworten, werden die Forscherteams unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet und überprüft, inwiefern sie als ein Denkkollektiv bezeichnet werden können. Aus den Studien von Fleck, Knorr-Cetina und Fangerau lassen sich eine Reihe von Faktoren herausarbeiten, die ein Denkkollektiv ausmachen. Für diese Arbeit werden sie in interne und externe Faktoren unterteilt. Unter internen Faktoren werden verstanden:

1. Das Studiendesign
2. Interaktionen zwischen den Forschern, eventuell Interdisziplinarität

Der erste Punkt Studiendesign umfasst Methoden und Ziele der Wissenschaftler. Dazu werden die beiden Schlüsselartikel der Forscherteams analysiert. Als Schlüsselartikel werden diejenigen Veröffentlichungen verstanden, in denen zum ersten Mal Trijodthyronin identifiziert wird. Die Frage ist, ob man Unterschiede im Studiendesign in den beiden Laboren herausarbeiten kann. Durch die Analyse dieser Artikel kann eine eventuell unterschiedliche

Herangehensweise in den Laboren festgestellt werden. Denn die Ziele, die die Wissenschaftler verfolgten, bestimmen maßgeblich ihre Methoden. Durch eine Analyse der Methoden kann man eventuell auf ihre Ziele Rückschlüsse ziehen. Auch der Weg, auf welchem sie zu der Entdeckung kamen, stellt einen wichtigen Aspekt dar. Durch die Analyse dieses Weges kann man den Denkstil rekonstruieren. Die Entscheidungen (Selektionen), die damals den Prozess vorantrieben, sollen mit Hilfe einer solchen Rekonstruktion dargestellt werden.

Um Punkt 2, die Interaktionen zwischen den Forschern, darzustellen, wird zunächst die Koautorenschaft der Wissenschaftler untersucht. Interaktionen zwischen den Forschern schlagen sich unter anderem in Zusammenarbeit und damit in Koautorenschaften nieder. Mit Hilfe der Computersoftware *Science2Science* lassen sich Netzwerke graphisch darstellen. Damit können in einem ersten Schritt gedankliche Nähe oder Ferne abgebildet werden.

In einem zweiten Schritt wird dies mit einer Analyse der Forschungstätigkeit überprüft. Es wird untersucht, wie viel und mit wem die Wissenschaftler veröffentlichten. Eine Analyse der Zeitschriften, in denen die Wissenschaftler publizierten, kann eine Einschätzung zur Disziplin, in welcher sie praktizierten, geben. Anhand bestimmter Indices, die die Zitationshäufigkeit abbilden, kann zudem der Einfluss und Stellenwert der Forschung der Wissenschaftler dargestellt werden. Des Weiteren bildet der Anteil, den die Schilddrüsenforschung innerhalb ihrer gesamten Forschungsleistung dargestellt, eine gedankliche Nähe oder Ferne ab. Durch die Analyse der Forschungstätigkeit kann somit eine eventuelle Interdisziplinarität der Wissenschaftler herausgearbeitet werden.

Unter externen Faktoren werden

1. Politische Aspekte
2. Kulturelle Aspekte

untersucht, die Denkkollektive beeinflussen und dadurch formen und prägen.

Um politische Aspekte, die den Erkenntnisprozess damals beeinflussten, identifizieren zu können, muss die Situation zunächst in einen geschichtlichen Kontext eingebettet werden. Hierzu werden die Institutionen und deren Aufgabenfelder skizziert. Außerdem wird die Stellung der Wissenschaftler innerhalb dieser Institutionen beschrieben. Auf diese Weise kann man auf die Rolle der einzelnen Wissenschaftler innerhalb des Denkkollektivs schließen.

Unter dem zweiten Punkt, kulturelle Aspekte, wird geprüft, ob bei diesem Prozess nationale Stile, wie sie von Fangerau beschrieben werden, eine Rolle spielten. Es wird analysiert, ob es Unterschiede in der Herangehensweise gab, die auf nationale Gegebenheiten zurückzuführen

waren. Dies ist besonders interessant, wenn man die internationale Herkunft der Forscher bedenkt. Zudem wird der Einfluss der unterschiedlichen Sprachen diskutiert.

Um die Formung und Entwicklung von Denkkollektiven noch etwas eingehender zu betrachten, werden zwei weitergehende Aspekte der Interaktionen der Forscher beleuchtet. Dabei geht es um die Frage, inwieweit es sich in diesem Prozess um Kooperation oder Konkurrenz gehandelt hat. Hierfür wird der Austausch zwischen den Wissenschaftlern hinsichtlich des Projektes der Identifizierung von Trijodthyronin analysiert. Fand hier überhaupt ein Austausch statt und wenn ja in welcher Form?

Um die Frage nach einem Wettkampf zu beantworten, werden einerseits die Quellen ausgewertet, in denen die Forscher ihre eigene Arbeit schildern und eventuell Hinweise auf eine Wettbewerbssituation geben. Andererseits werden Einschätzungen von Wissenschaftlern, die mit der Situation von damals vertraut waren, aber nicht direkt an der Veröffentlichung beteiligt waren, herangezogen. Auch der Prozess der Veröffentlichung kann Hinweise auf eine Wettbewerbssituation geben, da sie im Prinzip das Ziel beider Gruppen darstellt.

Nach dem Entstehungsprozess ist der nächste Schritt die Entwicklung wissenschaftlicher Tatsachen. Hiermit ist die Rezeption und Verbreitung der wissenschaftlichen Tatsache gemeint. In dieser Arbeit handelt es sich hierbei um den Prozess der Verbreitung von dem Wissen der Existenz eines neuen Schilddrüsenhormons. Eine neue Entdeckung eines experimentellen Labors verlässt dieses meist in Form eines wissenschaftlichen Artikels, der in einer Fachzeitschrift veröffentlicht wird. Aus diesem Grund wird eine Zitationsanalyse der Schlüsselartikel durchgeführt. Durch die Analyse von wem und in welchem Kontext die Artikel zitiert wurden, kann der erste Schritt der Etablierung der wissenschaftlichen Tatsache rekonstruiert werden. Dies dient auch der Erfassung des Denkkollektivs oder der Denkkollektive, in welchen sich die fünf Wissenschaftler befanden. Auch hier soll der Einfluss der unterschiedlichen Sprachen berücksichtigt werden und herausgearbeitet werden, inwieweit die Wissenschaftler selbst die Verbreitung förderten.

3. Quellen und Methoden

Um der Frage nach einem Denkkollektiv nachzugehen sollen klassische quellenanalytische Methoden und Methoden aus der Bibliometrie verwendet werden. Bibliometrische Analysen sind seit einigen Jahren Gegenstand aktueller Forschung und gewinnen durch immer weiterentwickelte Verfahren zunehmend an Bedeutung. Die Bibliometrie stellt ein Gebiet der Szientometrie dar, welches sich mit der quantitativen Erfassung von Publikationsleistungen befasst.⁷⁹

Eugene Garfield beschreibt seinen *Citation Index* als guten Startpunkt für die Evaluation, Interpretation und Erklärung für historische Forschung.⁸⁰ Garfield gründete 1960 das *Institute for Scientific Information*, das seit 1963 den *Science Citation Index* herausgibt.⁸¹ Der *Citation Index* wurde von Garfield entwickelt, um einen umfassenden und interdisziplinären Index zu erhalten, der die Zitationen von Veröffentlichungen wiedergibt und damit deren Vernetzung darstellen kann. Der *Citation Index* kann nach Garfield insbesondere Ereignissequenzen und Beziehungsnetzwerke nachzeichnen.⁸² Garfield stellt zwei Größen auf, die durch den *Citation Index* abgebildet werden können: die Zitationsrate und die Anzahl der Verknüpfungen. Die Zitationsrate entspricht seinen Ausführungen nach der Qualität des Artikels. Hierfür führt er an, dass die Häufigkeit von Zitationen mit der Auszeichnung mit dem Nobelpreis korreliert.⁸³ Eine Verbindung von verschiedenen Artikeln kann auch über die sogenannte Kozitation nachvollzogen werden. Hierbei wird dargestellt, wie häufig Artikel A mit Artikel B gemeinsam von einem Artikel C zitiert wird. Die Anzahl der Verknüpfungen kann über eine sogenannte Kozitations-Analyse dargestellt werden.⁸⁴ Mit Kozitations-Analysen kann man Denkkollektive abbilden.⁸⁵ In dieser Arbeit soll durch eine Kozitations-Analyse der englischen und französischen Forscher der Frage nach einem gemeinsamen Denkkollektiv nachgegangen werden. Fangerau macht über Kozitations-Netzwerke eine thematische Nähe der Publikationen und deren Autoren sichtbar. Innerhalb des Gesamtwerkes eines Autors sieht er in der

⁷⁹ Krichel, M., Halling, T., Fangerau, H. (2012): Anerkennung in den Wissenschaften sichtbar machen: Wie die Bibliometrie durch die soziale Netzwerkanalyse neue Impulse erhält. In: Österreichische Zeitschrift für Geisteswissenschaften Jahrgang [Historische Netzwerkanalysen]: 182 f.

⁸⁰ Garfield, E. (1979): *Citation Indexing: Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities*. New York: John Wiley & Sons: 96.

⁸¹ Ball, R. (2014): *Bibliometrie: einfach-verständlich-nachvollziehbar*. Berlin: De Gruyter Saur: 8.

⁸² Garfield (1979): 96.

⁸³ Garfield (1979): 62 f..

⁸⁴ Small, H. (1973): *Co-Citation in the Scientific Literature: A New Measurement of the Relationship Between Two Documents*. In: *Journal of the American Society for Information Science* 24: 265 – 269.

⁸⁵ Krichel, Halling, Fangerau (2012): 184.

wiederholten Kozitation eines anderen Autors „einen Zusammenhang, der in der Regel in dem geteilten Inhalt ihrer gemeinsam zitierten Werke“ zu sehen ist.⁸⁶

Schon Derek de Solla Price beschreibt in seinem Werk „*Little Science, Big Science*“ unter anderem die Bedeutung von Zitationen. Für ihn manifestiert die Zitätenliste ein Verbundsystem.⁸⁷ Auch sieht er in der Häufigkeit der Zitation die Nützlichkeit der Arbeit repräsentiert. Trotzdem bemerkt er, dass die Wissenschaftler unterschiedliche Ziele mit ihren Veröffentlichungen verfolgen.⁸⁸

Weiterhin beschäftigt sich Price auch mit Mehrfachentdeckungen. Er merkt an, dass diese „bemerkenswert häufig“⁸⁹ sind und jeder versucht einen Aufsatz zu veröffentlichen, um einen Besitzanspruch geltend zu machen. Trotzdem ist er der Meinung, dass gerade Mehrfachentdeckungen, die auf verschiedene Weisen gemacht wurden, wünschenswert sind für die Forschung, da sie so ertragreicher und nutzvoller für die Forschergemeinde sind.⁹⁰

Auch Kuhn verweist auf häufige Mehrfachentdeckungen und hält sie oft für wissenschaftlich notwendig. Sie sind „ein Hinweis sowohl auf die stark traditionsbewusste Natur der Normalwissenschaft wie auch auf die Vollständigkeit, mit der jene traditionelle Einstellung den Weg für ihre eigene Veränderung bahnt“.⁹¹ Zeitgleiche Entdeckungen werden also leichter vom umgebenden Denkkollektiv angenommen als Einzelentdeckungen.

3.1 Quantitative Methoden

Als erste bibliometrische Analyse gilt die Studie von Cole and Eales von 1917, sie enthält jedoch noch keine Analyse von Zitationen. Stattdessen veröffentlichten sie eine statistische Analyse zu Büchern der vergleichenden Anatomie im Laufe der Zeit.⁹² Die erste bibliometrische Analyse, die Zitationen auswertete, stammt von Gross und Gross.⁹³ Hierbei werteten diese Zitationen aus einer Zeitschrift für Chemie aus, um herauszufinden, welche die zu dieser Zeit wichtigen Zeitschriften aus diesem Fachgebiet waren.

⁸⁶ Fangerau (2010): 137.

⁸⁷ Price, D.J. de Solla (1974): *Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung*. Frankfurt: Suhrkamp: 76.

⁸⁸ Price (1974): 89 f..

⁸⁹ Price (1974): 77.

⁹⁰ Price (1974): 77 f..

⁹¹ Kuhn (2014): 78.

⁹² Cole, F., Eales, N. (1917): *The History of Comparative Anatomy. Part 1: A Statistical Analysis of the Literature*. In: *Science Progress* 11: 578-596.

⁹³ Gross, P., Gross, E. (1927): *College Libraries and Chemical Education*. In: *Science* 66: 385-389.

Fangerau sieht im Zitieren unterschiedliche Motive. Diese reichen von der einfachen Verbreitung von Informationen bis hin zur „sozialen Komponente innerhalb des wissenschaftlichen Reputationssystems“.⁹⁴ Er geht weiterhin davon aus, dass die Wissenschaftler, in seinem Fall Jaques Loeb, die Zitationen sehr bewusst setzen und somit auf das Denkkollektiv, das sie umgibt, rückgeschlossen werden kann.⁹⁵

Die Zitationsanalyse stellt eine objektive Form der Analyse dar. Während bei der Suche, zum Beispiel über Schlagwörter, immer noch eine Instanz – die Indexierung durch eine unabhängige Person - zwischengeschaltet ist, wertet die Zitationsanalyse nur das aus, was der Autor in seinem Text angegeben hat bzw. was andere Autoren angegeben haben. Stock bezeichnet dies als „kontextunabhängige Stabilität“⁹⁶ und in diesem Sinne eine objektive Analyse. Über diese Angaben des Autors können dann andere Artikel, die in direkter Verbindung zu dem untersuchten Artikel stehen, identifiziert werden. Gegenstand aktueller Untersuchungen ist die Frage nach dem Zitierverhalten. Unbestritten ist jedoch, dass unabhängig aus welchem Grund eine andere Arbeit zitiert wird, es eine wie auch immer geartete Verbindung zwischen Zitierendem und Zitiertem besteht. Über diese Verbindungen können Denkkollektive sichtbar gemacht werden.⁹⁷

Stock hinterfragt die Positionen, die in Zitationsanalysen auch themenspezifisch inhaltliche Beziehungen abgebildet sehen. Auch wenn Stocks Ausführungen, dass Themengebiete nicht pauschal abgebildet werden können, plausibel erscheinen, kann doch durch ergänzende Methoden eine gemeinsame Beschäftigung mit zusammenhängenden Themenkomplexen erkannt werden, wie sie etwa im Sinne eines Denkkollektivs besteht. Dies zeigt Fangerau mit der Analyse von Kozitations-Netzwerken.⁹⁸

Um den Einfluss von Artikeln zu ermitteln kann der H-Index berechnet werden, indem die Zitationen der Artikel verglichen werden. Der H-Index wurde vom kalifornischen Physiker Jorge Hirsch entwickelt. Die Artikel werden, bezogen auf ihre Zitationshäufigkeit, in absteigender Reihenfolge aufgelistet. An der Stelle wo sich Rangnummer und Zitationshäufigkeit entsprechen, kann der H-Index ablesen werden.⁹⁹ Ist dies zum Beispiel bei 20 der Fall, werden 20 Artikel des Autors mindestens 20-mal zitiert. Ein hoher H-Index

⁹⁴ Fangerau (2010): 132.

⁹⁵ Fangerau (2010): 135.

⁹⁶ Stock (1985): Die Bedeutung der Zitatanalyse: 305.

⁹⁷ Fangerau (2010): 135 f..

⁹⁸ Fangerau (2010): 137 f..

⁹⁹ Havermann, F. (2013): Methoden der Infometrie. In: Umlauf, K., Fühles-Ubach, S., Seadle, M. (Hrsg.): Handbuch Methoden der Bibliotheks- und Informationswissenschaft. Berlin: De Gruyter: 364.

bedeutet, dass viele Artikel des Autors häufig zitiert werden, ein niedriger, dass seine Veröffentlichungen weniger zitiert werden. Dem gegenübergestellt wird die mittlere Zitationsrate pro Artikel. Diese wird berechnet, indem die Summe aller Zitationen durch die Anzahl der Artikel dividiert wird. Unterschiede zwischen den beiden Parametern werden ausgewertet und diskutiert.

Die Forschungstätigkeit der einzelnen Wissenschaftler wird ebenso quantitativ analysiert. Es werden zunächst Output und Resonanz jedes einzelnen Forschers bestimmt. Output auf Basis der Veröffentlichungen pro Jahr und Resonanz anhand der Zitationen pro Jahr.¹⁰⁰ Daran wird eine Analyse der Zeitschriften, in denen die Wissenschaftler am häufigsten veröffentlichten, angeschlossen. Hierdurch erhält man einen Eindruck der Forschungsleistung eines jeden Einzelnen. Auch welchen Anteil der Forschungsleistung die Schilddrüsenforschung einnimmt, wird operationalisiert, ausgezählt und in prozentualen Anteilen verglichen.

3.2 Qualitative Methoden

Die Artikel, die auf dem Weg zur Entdeckung von Trijodthyronin relevant waren, werden auch inhaltlich analysiert. So werden die Methoden und Herangehensweisen der einzelnen Forscherteams rekonstruiert. Auf diese Weise wird die Frage nach dem Denkstil bearbeitet. Die inhaltliche Analyse soll die von Fangerau et al. als „Hypothesengenerator“¹⁰¹ bezeichnete Zitationsanalyse unterstützen und die inhaltlichen Lücken, die eine Zitationsanalyse hinterlässt, schließen. Nur so können die Graphiken der Zitationsanalysen mit inhaltlicher Substanz gefüllt werden.¹⁰² Durch die Analyse von Übersichtsarbeiten der einzelnen Forscher zum Thema Schilddrüse werden der Forschungsstand und damit auch der Denkstil näher bestimmt. Darüber hinaus sind biographische Informationen zu den Wissenschaftlern für die Analyse ihrer Forschungstätigkeit nützlich; es können persönliche Mitteilungen von Forschern, Nachrufe oder Ähnliches ausgewertet werden.

Um die Situation von damals noch besser einschätzen zu können, wurden Wissenschaftler kontaktiert, die mit der Situation von damals vertraut waren. Sie können ihre subjektive Einschätzung zu den damaligen Umständen geben.

¹⁰⁰ Ball (2014): 23-24.

¹⁰¹ Krischel, Halling, Fangerau (2012): 203.

¹⁰² Krischel, Halling, Fangerau (2012): 202.

3.3 Web of Science

Um die veröffentlichten Artikel der untersuchten Forscher zu ermitteln, wird das *Web of Science* zur Recherche benutzt. Das *Web of Science* ist eine Datenbank, die 1960 vom *Institute for Scientific Information* erstellt wurde und inzwischen zu *Clarivate Analytics* gehört.¹⁰³ In dieser Datenbank sind bibliographische Angaben inklusive der Zitationen eingetragen. Das *Web of Science* beinhaltet 2010 ca. 9000 Zeitschriften. Eine Analyse aus dem Jahr 2005 belegte, dass 75% der zitierten und mehr als 25% der veröffentlichten Artikel in nur 3000 von ca. 7500 untersuchten Zeitschriften enthalten waren.¹⁰⁴ Dies unterstreicht das Bradford'sche Gesetz, dass die meisten wichtigen Artikel in nur wenigen Zeitschriften veröffentlicht werden. Danach sind zwischen 500 und 1000 verschiedene Zeitschriften nötig, um 95% der wichtigen Literatur eines Faches zu erfassen.¹⁰⁵ Weitet man diese Regel jedoch auf mehrere Fachgebiete aus, sind die Zeitschriften nicht einfach zu summieren, da es einen großen Anteil an Überlappungen gibt. Viele interdisziplinäre Zeitschriften veröffentlichen die wichtigsten Artikel für mehrere Fachgebiete.¹⁰⁶ Der *Science Citation Index* beinhaltet im Jahr 2013 3757 Zeitschriften aus 100 Disziplinen, den Hauptteil bilden hier Naturwissenschaften, Medizin und Ingenieurwissenschaften. Der *Science Citation Index Expanded* beinhaltet 8628 Zeitschriften aus 150 Disziplinen.¹⁰⁷ Damit eine Zeitschrift im *Web of Science* gelistet ist, unterliegt sie strengen Auswahlkriterien: Zu diesen gehören Pünktlichkeit der Veröffentlichung, redaktionelle Inhalte, internationale Vielfalt und eine Zitationsanalyse. Hierbei wird einerseits der *Impact Factor* der Zeitschrift und andererseits die Zitierungshäufigkeit der Autoren evaluiert.¹⁰⁸ Durch diese Beschränkungen werden nur ca. 5 % aller herausgegebenen Zeitschriften im *Web of Science* aufgeführt.¹⁰⁹ Der *Science Citation Index Expanded* kann für Veröffentlichungen ab 1900 bestimmt werden.¹¹⁰ Besonderen Wert legt das *Web of Science* auch auf seine Interdisziplinarität. Der *Social Sciences Citation Index* ist auch 1900, der *Arts and Humanities Citation Index* ab 1975 gegeben.¹¹¹

¹⁰³ Clarivate Analytics News (2018): Back to the Future: Institute for Scientific Information Re-established Within Clarivate Analytics [online: <https://clarivate.com/blog/news/back-future-institute-scientific-information-re-established-within-clarivate-analytics/>, abgerufen am 10.6.18]

¹⁰⁴ Testa J (2010): Der Thomson Reuters-Auswahlprozess für Zeitschriften. Thomson Reuters [online: <http://docplayer.org/4549345-Auswahlprozess-fuer-zeitschriften.html>], abgerufen am 17.1.16]

¹⁰⁵ Bradford, S. (1934): Sources of Information on Specific Subjects. In: *Engineering* 137: 85–86.

¹⁰⁶ Garfield (1979): 21 f..

¹⁰⁷ Ball (2014): 78.

¹⁰⁸ Testa (2010): Thomson Reuters.

¹⁰⁹ Ball (2014): 80.

¹¹⁰ Web of Science Databases 2018 [online: <https://clarivate.com/products/web-of-science/databases/>, abgerufen am 1.6.18]

¹¹¹ Web of Science Databases 2018 [online: <https://clarivate.com/products/web-of-science/databases/>, abgerufen am 1.6.18]

Das *Web of Science* kann den H-Index, die mittlere Zitationsrate oder auch die Selbstzitationen berechnen. Zusätzlich hat es eine Analysefunktion, mit welcher Angaben wie die veröffentlichenden Zeitschriften, am häufigsten zitierende Autoren oder die Sprachen innerhalb eines Sets ermittelt werden können. Durch die andauernde Digitalisierung von historischen Quellen unterliegt die Datenbank einer ständigen Erneuerung.

3.4 Grenzen der Quellen

Problematisch stellen sich einerseits die uneinheitliche Benennung zum Beispiel von Autoren oder Ländern dar. Autoren werden manchmal mit zweiten Namen gelistet und manchmal ohne. (Beispiel: RV Pitt-Rivers, R Pitt-Rivers) Auch eine Schreibweise mit und eine ohne Bindestrich ist bei Pitt-Rivers vorhanden. Eine weitere Problematik stellen Schreibfehler im *Web of Science* dar, die die Programme nicht erkennen können (Beispiel: Lissitzky S - Lisztzk S).

Andererseits sind im *Science Citation Index* nur die Namen der Erstautoren gelistet. Gruppen von Wissenschaftlern können hier also nicht identifiziert werden. Durch die Nennung von nur Initialen und Nachname ist bei häufigen Namen – wie z.B. Michel oder Roche – eine Identifizierung der Autoren nicht möglich.¹¹² An der Etablierung einer eindeutigen *Researcher ID* wird gearbeitet.¹¹³

Ein weiteres Problem ist die unterschiedliche Einordnung von Artikeln in den Datenbanken. Manche Artikel der untersuchten Autoren werden nur in der Datenbank *Medline* gelistet und nicht in der *Web of Science Core Collection*, weshalb sie nicht zur Zitationsanalyse brauchbar sind.

Dadurch, dass die Zitationen pro Artikel nur einmal indexiert werden, ist eine quantitative Auswertung der Zitationen nicht möglich. Häufiger zitierte Artikel werden ebenso nur einmal aufgeführt wie eine einzige Zitation. Diese haben jedoch eventuell einen näheren Zusammenhang zum Artikel, als Artikel, die nur einmal zitiert wurden. Eine Aussage über einen näheren Zusammenhang können hierbei auch Zitationskopplungen machen, welche allerdings nicht im *Citation Index* berücksichtigt werden. Des Weiteren ist durch den *Citation Index* nicht ersichtlich welche Funktion das Zitat inhaltlich einnimmt. Handelt es sich um eine negative Zitation, also soll eine Aussage des zitierten Artikels widerlegt werden, oder handelt es sich eventuell sogar um eine Selbstzitation.¹¹⁴

¹¹² Stock (1985): Die Bedeutung der Zitatanalyse: 311.

¹¹³ Ball (2014): 90.

¹¹⁴ Garfield (1979): 244.

Erste Veröffentlichungen von Pitt-Rivers aus den Jahren 1931 und 1932, mit welchen sie ihren Mastertitel erlangte und die im *Journal of Chemical Society* erschienen sind,¹¹⁵ sind im *Web of Science* nicht aufgeführt. Der erste Artikel, der unter ihrem Namen erscheint, ist von 1948 „*The Oxidation of Diiodotyrosine Derivates*“.¹¹⁶ Dementsprechend kann die Produktivität von Pitt-Rivers in den dazwischenliegenden 17 Jahren nicht beurteilt werden. Genau in diesen Jahren muss sie sich von einer Assistentenstelle in leitende Positionen im Labor hochgearbeitet haben. Sie fing 1937 bei Harington im Labor als „*research student*“ an.¹¹⁷ Hier muss auf die Datenlage des *Web of Science* verwiesen werden, da hier wahrscheinlich die Digitalisierung noch nicht abgeschlossen ist.

3.5 Grenzen der Methode „Zitationsanalyse“

Knorr-Cetina übt Kritik an Zitationsstudien. Ihrer Meinung nach ist die Bedeutung, die diesen Studien beigemessen wird, zu hoch. Diese Zitationsstudien ignorieren nämlich, aus welchen Gründen zitiert oder eben nicht zitiert wird.¹¹⁸ Die Zitationen spiegeln meist nicht die tatsächlichen sozialen Beziehungen wider, sondern sind ein Konstrukt literarischer Mittel, wie Knorr-Cetina in Kapitel fünf und sechs bei ihren Ausführungen zum wissenschaftlichen Papier näher beleuchtet. Hier macht sie anhand eines Beispiels deutlich, inwieweit Interessensfusionen oder -konflikte innerhalb des wissenschaftlichen Papiers ausgetragen werden können. Das wissenschaftliche Papier kann somit auch einen „Abgrenzungsprozess“¹¹⁹ gegen Wissenschaftler darstellen, die sich um ähnliche Ressourcen bemühen.

Auch Fangerau et al. bewerten die Zitationsstudien und Netzwerkrekonstruktionen nicht unkritisch. Das Hauptproblem dieser Art von Analysen ist es, dass sie „interpretationsbedürftige, schematisierte Graphen“¹²⁰ darstellen. Nur für sich gestellt haben sie wenig Aussagekraft, es bedarf auch immer einer qualitativen Analyse der Artikel, um die Graphen in einen Sinnzusammenhang einzubetten. Weiterhin problematisch ist auch die reduktionistische Komponente dieser Netzwerkdarstellungen. Es muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen der meist großen Komplexität der Netzwerke und einer verständlichen Darstellungsweise.¹²¹ In dieser Arbeit wird versucht dieser Schwierigkeit zu

¹¹⁵ Tata, J.R. (1994): Rosalind Venetia Pitt-Rivers. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 39: 330.

¹¹⁶ Pitt-Rivers, R. (1948): *The Oxidation of Diiodotyrosine Derivates*. In: *Biochemical Journal* 43: 223-231.

¹¹⁷ Tata (1994): 331.

¹¹⁸ Knorr-Cetina (1991): 152.

¹¹⁹ Knorr-Cetina (1991): 232.

¹²⁰ Krischel, Halling, Fangerau (2012): 202.

¹²¹ Krischel, Halling, Fangerau (2012): 202.

begegnen, indem die Datensets auf Veröffentlichungen der Forscher als Teams beschränkt werden.

Es wird ihnen sehr wohl eine nützliche Rolle zugesprochen, um gerade Wissenschaftlergruppen „multirelational“¹²² zu beurteilen. Innerhalb der Netzwerke kann man so genannte „Anerkennungsrelationen“¹²³ ablesen. Um welche Art der Anerkennung es sich handelt „Vertrauen, persönliche Beziehungen, intellektueller Austausch oder Reputation“¹²⁴ machen die quantitativen Analysen allerdings keine Aussage. Ebenfalls kann ohne eine qualitative Analyse nicht herausgearbeitet werden, ob es sich um eine negative Zitation handelt, also ob eine Person zitiert wird um seine Aussage zu widerlegen oder in Kontrast zu eigenen Erkenntnissen zu stellen.

Fangerau et al. beschreiben die Zitationsnetzwerke als einen „Hypothesengenerator“, der besonders auch dafür geeignet ist, Interdisziplinarität in wissenschaftlichen Netzwerken darzustellen.¹²⁵

¹²² Krischel, Halling, Fangerau (2012): 201.

¹²³ Krischel, Halling, Fangerau (2012): 201.

¹²⁴ Krischel, Halling, Fangerau (2012): 201.

¹²⁵ Krischel, Halling, Fangerau (2012): 203.

4. Quantitative und qualitative Analyse bezogen auf Autoren

In der vorliegenden Arbeit wird zunächst eine graphische Analyse der Autoren und ihrer Koautorenschaften durchgeführt. Daraufhin werden die einzelnen Autoren und ihre Forschungsschwerpunkte mit Hilfe der Datenbank des *Web of Science* analysiert. Hierbei werden zunächst ihr Output und ihre Resonanz ermittelt. Erweitert durch biographische Informationen soll ein möglichst genaues Bild der Wissenschaftler und ihrer Forschungsarbeit gezeichnet werden. Da die Wissenschaftler in dem untersuchten Zeitraum verschiedene Positionen inne hatten, werden die Institutsleiter Roche und Pitt-Rivers etwas ausführlicher behandelt, während ihre Mitarbeiter verkürzter dargestellt werden.

Um eine Einschätzung zu erhalten, in welchen wissenschaftlichen Feldern die untersuchten Wissenschaftler forschten und welchen Anteil dabei die Schilddrüsenforschung hatte, wird dies über eine grobe Analyse der im *Web of Science* gelisteten Artikel herausgearbeitet. Hierbei wird die Zeitspanne von 1945 bis 1965 in allen Datenbanken des *Web of Science* untersucht. Dabei fällt zunächst auf, dass Jean Roche in diesen 20 Jahren mit Abstand die meisten Artikel veröffentlicht hat. Mit 727 Veröffentlichungen steht er weit vor den anderen Forschern; Rosalind Pitt-Rivers veröffentlichte 77 Artikel, Raymond Michel 431, Serge Lissitzky 173 und Jack Gross 193. Um den Einfluss der verschiedenen Wissenschaftler einschätzen zu können, wird zudem der H-Index und die mittlere Zitationsrate innerhalb dieser 20 Jahre ermittelt.

4.1 Graphische Analysen

Die folgenden Graphen wurden mit dem *Science2Science-Tool* erstellt. Dieses *Tool* bietet die Möglichkeit Daten aus dem *Web of Science* unter verschiedenen Gesichtspunkten darzustellen. Bei den folgenden Graphen wurden als Datengrundlage die Artikel aller fünf Autoren aus dem *Web of Science* benutzt: Jack Gross, Rosalind Pitt-Rivers, Jean Roche, Raymond Michel und Serge Lissitzky.

Abb. 1: Koautoren-Analyse

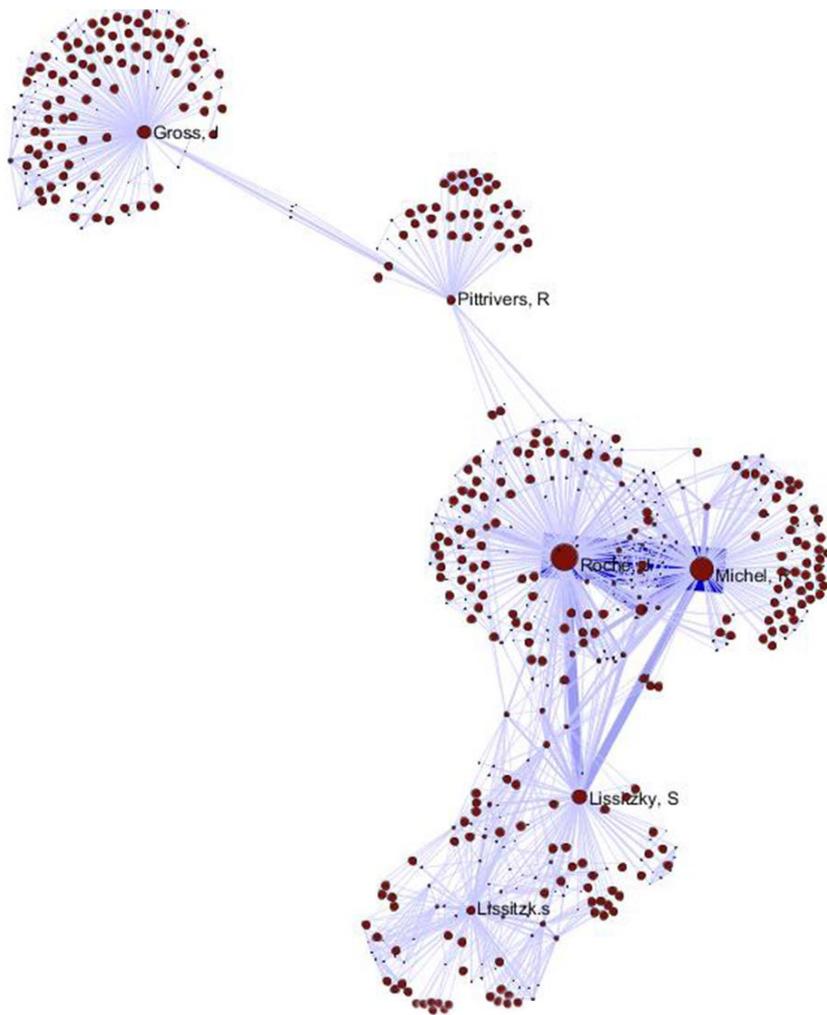


Abb. 1: Koautoren-Analyse; graphische Darstellung der Koautoren aus dem *Science2Science* Programm

Zunächst wurden die Koautorenschaften innerhalb dieses Sets untersucht. In Abb. 1 sehen wir Punkte und Kanten, über die die Autoren verbunden sind. Die Punkte stehen für Autoren und die Kanten spiegeln ihre gemeinsamen Arbeiten wider. Die Dicke der Kanten stellt die Häufigkeit dar, mit der die Autoren gemeinsam veröffentlicht haben. Die Größe der Punkte spiegelt die Anzahl der Veröffentlichungen wider. Hier fällt eine besonders enge Zusammenarbeit zwischen Roche und Michel auf. Auch Lissitzky hat häufiger mit Roche und Michel veröffentlicht. Ein Problem ist der Schreibfehler, unter welchem Lissitzkys Arbeiten zum Teil im *Web of Science* gelistet sind. Das Programm stellt sie als unterschiedliche Autoren dar. Interessant ist auch zu sehen, dass Gross und Lissitzky nicht direkt mit den Wissenschaftlern aus den jeweils anderen Ländern zusammengearbeitet haben. Hier gibt es nur die Verbindung über Pitt-Rivers, Roche und Michel. Die Anzahl der Koautoren spiegelt in etwa

auch die Anzahl der Veröffentlichungen wider. Es gab also niemanden, der vorrangig nur mit einem bestimmten Autorenkreis veröffentlicht hat, die Autoren haben alle im Verhältnis zu ihren Veröffentlichungen mehr oder weniger mit ähnlich vielen anderen Autoren zusammengearbeitet. Problematisch ist die optische Vergleichbarkeit, da die französischen Autoren sehr viel mehr Artikel veröffentlicht haben und somit auffälliger in der Graphik erscheinen. Warum die Franzosen im Vergleich zu den anderen Autoren an so viel mehr Veröffentlichungen beteiligt waren, kann nur spekuliert werden. Eine Begründung kann darin liegen, dass die Zeitschriften, in denen sie veröffentlichten meist lokalere, weniger renommierte Zeitschriften waren. In diesen wurden Forschungsstände mitgeteilt und in ihnen war es wahrscheinlich leichter zu veröffentlichen, als in einer Zeitschrift mit aufwendigem *Peer-Review* Prozess.

Abb. 2: Pitt-Rivers Koautoren

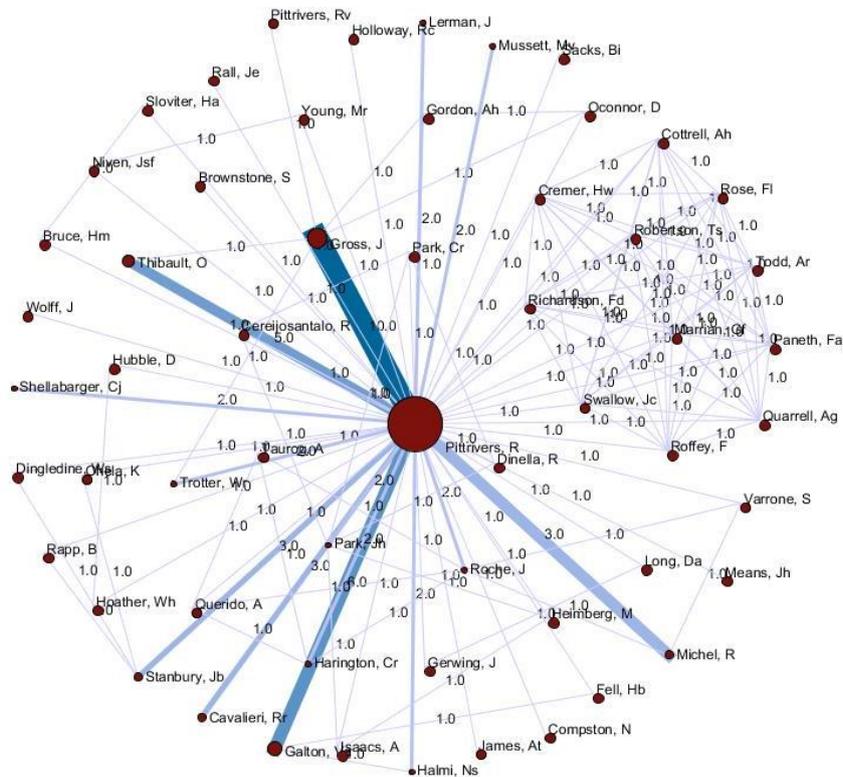


Abb. 2: Pitt-Rivers Koautoren; graphische Abbildung aus dem *Science2Science* Programm

Bei der getrennten Betrachtung von Pitt-Rivers Koautoren-Netzwerk fallen zwei Dinge in Abb. 2 ins Auge: Einerseits die intensivere Zusammenarbeit mit Gross oder auch mit Michel, Thibault oder Galton, andererseits das Netzwerk im rechten oberen Quadranten. Hier sehen wir zwischen den verschiedenen Koautoren von Pitt-Rivers eine ausgeprägte Vernetzung. Hierbei handelt es sich um einen Artikel: „*Chemistry at the Edinburgh Ba Meeting*“, in diesem sind alle

als Koautoren genannt.¹²⁶ Mit Odette Thibault forschte Pitt-Rivers beispielsweise in Paris an der Latenzzeit der Schilddrüsenhormone.¹²⁷ Valerie Galton ist Professorin für Physiologie und Neurobiologie in Dartmouth¹²⁸ und forschte als junge Wissenschaftlerin gemeinsam mit Pitt-Rivers an Schilddrüsenhormonen in London.¹²⁹ Leider gibt es auch hier das Problem der unterschiedlichen Schreibweisen: Im linken oberen Quadranten ist Pitt-Rivers noch mit ihrem zweiten Namen Venetia aufgeführt.

Interessant ist es auch sich die Koautorenschaften aufgesplittet auf die Zeit anzusehen, um zu analysieren inwieweit es hier zu Veränderungen kommt.

Abb. 3: Pitt-Rivers Koautoren 51-55

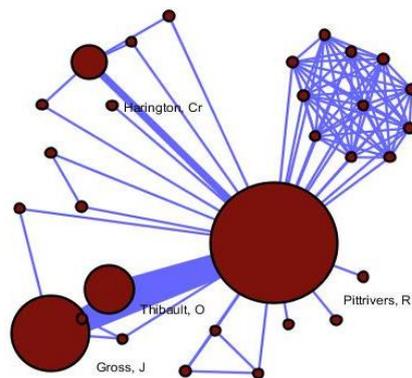


Abb. 3: Pitt-Rivers Koautoren 51-55; graphische Darstellung aus dem *Science2Science* Programm, Koautorenschaften aufgesplittet auf die Zeit

Aus Abb. 3 kann man erkennen, dass die Zeit um die Entdeckung von Trijodthyronin geprägt war durch die Zusammenarbeit mit Gross und Harington. Zu dieser Zeit erschien auch der Artikel zur Konferenz in Edinburgh.

¹²⁶ Paneth, F., Todd, A., Cremer, H., Roffey, F., Swallow, J., Marrian, G., Rose, F., Pitt-Rivers, R., Richardson, F., Cottrell, A., Quarrell, A., Robertson, T. (1951): Chemistry at the Edinburgh Ba Meeting. In: *Chemistry Industry* 35: 732-740.

¹²⁷ *Tata* (1994): 338.

¹²⁸ Ingbar, S., Galton, V. (1963): Thyroid. In: *Annual Review of Physiology* 25: 361-384.

¹²⁹ *Tata* (1994): 346.

Abb. 4: Pitt-Rivers Koautoren 56-60

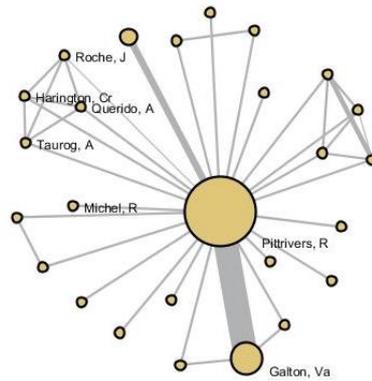


Abb. 4: Pitt-Rivers Koautoren 56-60; graphische Darstellung aus dem *Science2Science* Programm, Koautorenschaften aufgesplittet auf die Zeit

Abb. 4 zeigt, dass in den Jahren von 1956 bis 1960 die Forschung mit Galton sehr intensiv war und auch die Kollaborationen mit den Franzosen.

Abb. 5: Pitt-Rivers Koautoren 61-65

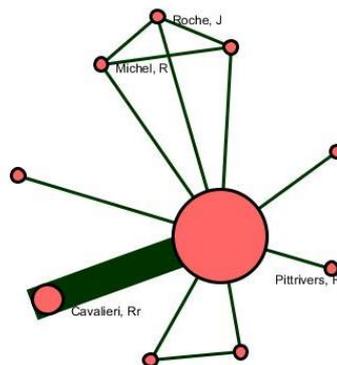


Abb. 5: Pitt-Rivers Koautoren 61-65; graphische Darstellung aus dem *Science2Science* Programm, Koautorenschaften aufgesplittet auf die Zeit

Bis 1965 arbeitete Pitt-Rivers dann nochmal mit den Franzosen und auch mit Cavalleri zusammen, wie aus Abb. 5 hervorgeht. Auch Cavalleri beschäftigte sich mit Schilddrüsenforschung.¹³⁰

¹³⁰ Cavalleri, R. (1993): Rosalind Pitt-Rivers, A Personal Tribute. In: *Thyroid* 3: 77-79.

Abb. 6: Roche Koautoren

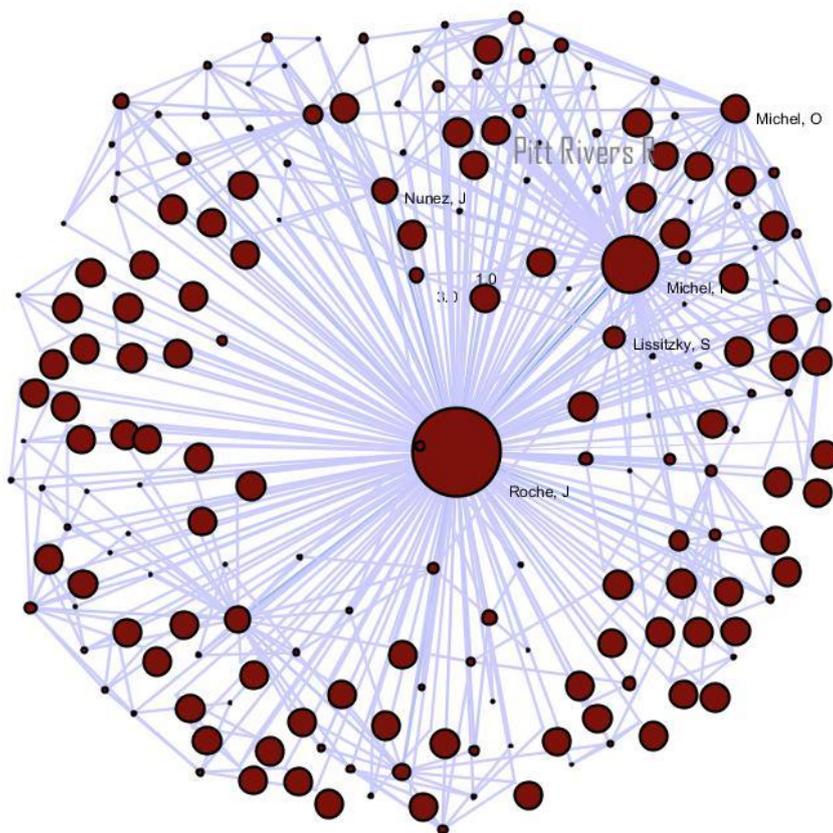


Abb. 6: Roche Koautoren; graphische Darstellung aus dem *Science2Science* Programm

Bei der Analyse der Abb. 6 fällt bei Roche eine intensivere Zusammenarbeit zwischen den Koautoren auf. Hier kann man fast verschiedene Arbeitsgruppen erkennen, wie eine um Michel zu sehen ist. Auch hieran erkennt man, dass Roche zu seiner Zeit eine herausragende Stellung gehabt haben muss, da er wahrscheinlich Leiter der meisten Projekte war und deshalb in den Veröffentlichungen als Autor aufgeführt wurde. Aber auch hier fällt die besonders enge Zusammenarbeit mit Michel auf.

4.2 Rosalind Pitt-Rivers

Rosalind Pitt-Rivers machte zunächst ihren *Bachelor of Science* am Bedford College. 1931 machte sie ihren *Master in Chemie*. Danach verbrachte sie, nach der Geburt ihres Sohnes, einige Jahre im Kreise der Familie. 1937 begann sie an der Fakultät für Biochemie unter der Leitung von Charles Harington am University College in London zu arbeiten.¹³¹ Harington konnte 1927 die Struktur von Thyroxin bestimmen und ihm gelang es in einem nächsten Schritt Thyroxin

¹³¹ Tata (1994): 330 f..

zu synthetisieren.¹³² Harington hatte großen Einfluss in Folge seiner Entdeckung und prägte auch Pitt-Rivers Denken. Die Bewunderung, die sie für ihn hatte, kann man auch aus dem biographischen Artikel, den sie gemeinsam mit Harold Himsworth für die *Royal Society* schrieb, herauslesen.¹³³ 1939 erhielt Pitt-Rivers ihren Dokortitel für ihre Arbeit in der Pathologischen Chemie an der *University Hospital Medical School*. Danach trat sie der Arbeitsgruppe von Harington in seinem eigenen Labor bei, welche sich mit der Biosynthese von Schilddrüsenhormonen beschäftigte. 1942 nahm Harington sie mit an das *National Institute for Medical Research* (NIMR) in London. Dort arbeitete sie bis zum Ende ihres Arbeitslebens vorrangig an der Erforschung von Schilddrüsenhormonen und deren Metabolismus.¹³⁴ Zunächst beschäftigte sie sich vor allem mit der Jodierung von Proteinen. Ihre Arbeiten legten einen Grundstein für spätere Studien zur Biosynthese von Schilddrüsenhormonen. Leider wurde ihre Forschungskarriere zeitweilig durch den zweiten Weltkrieg unterbrochen. Sie arbeitete sieben Monate während 1940/41 an der *South-East Transfusion Unit* in Maidstone, danach zwei Monate im *Maudsley Hospital*. 1945 arbeitete sie an einer Ernährungsstudie an Häftlingen in Belgien mit. Aus diesem Grund verbrachte sie kurz vor Ende des Krieges drei Wochen im Konzentrationslager Bergen-Belsen. Die Erfahrungen, die Pitt-Rivers dort machte, prägten sie bis zum Ende ihres Lebens.¹³⁵

Nach ihrer Rückkehr an das NIMR forschte Pitt-Rivers weiter an jodierten Stoffen und Schilddrüsenhormonen. Zwischen 1945 und 1950 erschienen einige Veröffentlichungen unter anderem mit R. Michel, der aus Paris kam. Wobei die Zusammenarbeit zwischen Pitt-Rivers und Michel wenig ertragreich war. Im *Web of Science* sind drei Artikel (1948¹³⁶, 1957¹³⁷, 1962¹³⁸) gelistet, in welchen sie als Koautoren genannt werden. Diese blieben aber insgesamt

¹³² Harington, C. R., Barger, G. (1927): Chemistry of Thyroxine: Constitution and Synthesis of Thyroxine. In: *Biochemical Journal* 21: 169–183.

¹³³ Himsworth, H., Pitt-Rivers, R. (1972): Charles Robert Harington. 1897-1972. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 18: 266-308.

¹³⁴ Tata (1994): 331.

¹³⁵ Tata (1994): 332.

¹³⁶ Michel, R., Pitt-Rivers, R. (1948): The Iodination of Silk Fibroin. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 2: 223-225.

¹³⁷ Michel, R., Pitt-Rivers, R. (1957): The Relative Potencies of Thyroxine and Triiodothyronine Analogues in Vivo. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 24: 213-214.

¹³⁸ Michel, R., Pitt-Rivers, R., Roche, J., Varrone, S. (1962): Sur la formation d'acide 3,5,3'-triiodothyrolactique à partir de 3,5,3'-triiodo-L-thyronine. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 57: 335-340.

wenig beachtet. Mit 55 Zitierungen aller drei Artikel kann hier nicht von wichtigen Forschungsergebnissen ausgegangen werden.¹³⁹

Nachdem Harington 1950 Leiter der biochemischen Abteilung im NIMR wurde, konnte Pitt-Rivers sich schnell eine unabhängige Position in seinem Labor erarbeiten.¹⁴⁰ Im Herbst 1950 ergänzte dann Jack Gross ihre Arbeitsgruppe und machte mit ihr gemeinsam den größten Schritt in ihrer Forschungskarriere mit der Entdeckung von Trijodthyronin.

Die Zeit nach der Entdeckung von Trijodthyronin war geprägt von Anerkennung durch andere Wissenschaftler, die in ihrem Labor arbeiten wollten, Einladungen zu Vorträgen oder der Bitte Reviews für unterschiedliche Zeitschriften zu schreiben. Der Höhepunkt der Ehrungen ihrer Entdeckung von Trijodthyronin war die Ernennung in die *Royal Society* 1954.¹⁴¹

1953-1954 verbrachte Pitt-Rivers ein Sabbatjahr in den USA. Auch dort beschäftigte sie sich mit jodierten Stoffen.¹⁴² Mitte der 50er Jahre bestand ein großes Interesse daran, die lange Latenzzeit der Schilddrüsenhormone zu erklären. Nach einigen nicht erfolgreichen oder nicht reproduzierbaren gemeinsamen Experimenten von Odette Thibault und Pitt-Rivers in Paris,¹⁴³ konnte Jamshed Tata erst 1964 diese Frage mit der Regulation von Transkription und selektiver Proteinbiosynthese erklären.¹⁴⁵ In einem gemeinsamen Projekt mit der Abteilung für Biophysik des NIMR, konnte nachgewiesen werden, dass die radioaktiv-markierten Hormone gemeinsam mit einem Protein in der Papierelektrophorese wandern. Dieses wurde später als Thyroglobulin identifiziert.¹⁴⁶

Ab den 1950er Jahren bis zum Ende ihres Arbeitslebens beschäftigte sich Pitt-Rivers mit drei Bereichen: dem Metabolismus und der biologischen Aktivität der Schilddrüsenhormone, der Struktur von Thyroglobulin und mit der Herstellung von immunochemischen Reagenzien.¹⁴⁷

¹³⁹ Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=UA&SID=C241AeYIBEmR8AAqJuK&search_mode=GeneralSearch&prID=a8a96f9e-9425-49f9-bc2f-e0c681b63c57, abgerufen am 22.5.18]

¹⁴⁰ Tata (1994): 331.

¹⁴¹ Tata (1994): 337.

¹⁴² Tata (1994): 337.

¹⁴³ Thibault, O., Pitt-Rivers, R. (1955): Immediate effects of thyroxine analogues on biological oxidations in vitro. In: *The Lancet* 265: 285-286.

¹⁴⁴ Thibault, O., Pitt-Rivers, R. (1955): Recherches sur la forme d'action périphérique des hormones thyroïdiennes – nature du dérivé catalysant in vitro et sans temps de latence les oxydations cellulaires. In: *Comptes rendus des séances de la société de biologie et ses filiales* 149: 880-884.

¹⁴⁵ Tata, J.R. (1964): Accelerated synthesis and turnover of nuclear and cytoplasmic RNA during latent periode of action of thyroid hormone. In: *Biochimica et Biophysica acta* 87: 528-530.

¹⁴⁶ Gordon, A.H., Gross, J., O'Connor, D., Pitt-Rivers, R. (1952): Nature of the Circulating Thyroid Hormone-Plasma Protein Complex. In: *Nature* 169: 19-20.

¹⁴⁷ Tata (1994): 339.

Im Folgenden wird der Arbeitsschwerpunkt von Pitt-Rivers mit Hilfe einer Analyse der Artikel im *Web of Science* definiert. Pitt-Rivers hat in den Jahren 1945-1965 laut *Web of Science* 77 Artikel veröffentlicht: Die genaue Verteilung innerhalb der Jahre kann aus Abb. 7 entnommen werden. Ihr H-Index beträgt 31. Die zehn am häufigsten zitierten Artikel gehören alle dem Forschungsschwerpunkt der Schilddrüse an. Am häufigsten mit 276 Zitierungen wurde ihr und Gross Artikel zur Identifikation des Trijodthyronins zitiert. Anhand der Publikationsorgane, in denen Pitt-Rivers am häufigsten veröffentlichte, kann man einen Einblick erhalten, welche Rezipienten ihre Arbeit hatte. Am häufigsten veröffentlichte sie im *Biochemical Journal* mit 30 Artikeln, direkt folgend in *The Lancet* mit 22 Artikeln. In *Endocrinology* und im *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* erschienen jeweils sieben Publikationen. Hieran erkennt man einen biochemischen Forschungsschwerpunkt mit medizinischem Hintergrund. Auch in ihrer Biographie wird sie als „*experimental biochemical endocrinologist*“¹⁴⁸ beschrieben, wodurch ihr großes Interesse sowie ihr medizinisches Wissen zum Ausdruck gebracht wird.

Abb. 7: Veröffentlichungen von Pitt-Rivers

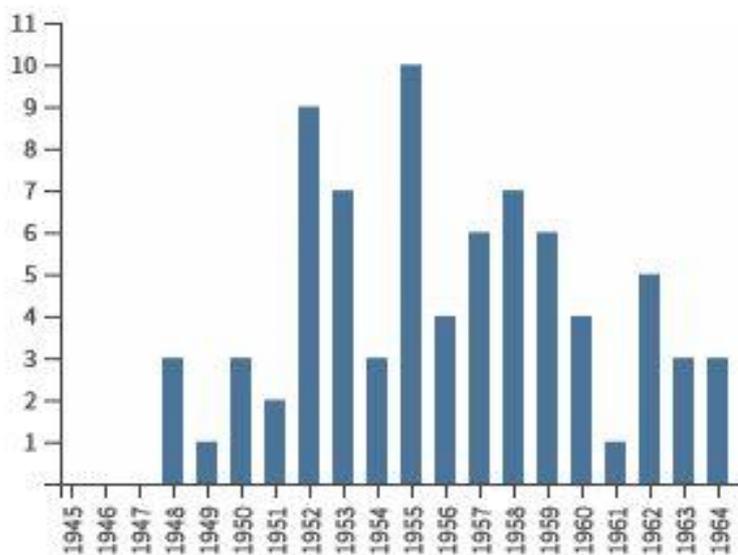


Abb. 7: Veröffentlichungen von Pitt-Rivers; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year by R. Pitt-Rivers*¹⁴⁹

¹⁴⁸ Tata (1994): 344.

¹⁴⁹ Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C3o5ju m3WdXo3AhhOcr&page=1&cr_pqid=13&viewType=summary, abgerufen am 20.5.18]

1950 kam Jack Gross aus Montreal in die Arbeitsgruppe von Pitt-Rivers und arbeitete gemeinsam mit ihr an Schilddrüsenhormonen. Sie veröffentlichten bis 1953 14 Artikel¹⁵⁰ zum Thema Schilddrüse. Hier kann man von einer Zusammenarbeit ausgehen, wobei bedacht werden muss, dass Pitt-Rivers 14 Jahre älter war als Gross und (wahrscheinlich) Leiterin der Arbeitsgruppe und somit Gross Vorgesetzte. Damit begann eine besonders produktive Phase und prägte die kommenden neun Jahre. Hier widmete sie sich eingehender der Erforschung der Schilddrüsenhormone, welches viele Veröffentlichungen nach sich zog.

4.3 Jack Gross

Jack Gross, Mediziner an der McGill University in Montreal, arbeitete gemeinsam mit Charles Leblond auch schon mit jodierten Stoffen in Blut und Schilddrüse, 1949 erhielt er seinen Dokortitel und ging für ein *Postdoctoral Fellowship* nach London. Er erhielt 1965 seine Professur und wurde 1957 an die neugegründete Hebräische Universität *Hadassah Medical School* berufen. Später wurde er dort zum Dekan ernannt.¹⁵¹

Gross veröffentlichte wesentlich mehr in den 20 Jahren zwischen 1945 und 1965, insgesamt 193 Artikel. Die genaue Verteilung ist in Abb. 8 abzulesen. Sein H-Index beträgt 55.

¹⁵⁰ Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=UA&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA&search_mode=GeneralSearch&prID=2565bd13-85e7-4314-b313-c06ce9b49601, abgerufen am 20.5.18]

¹⁵¹ Gordon, A.: Milestones in European Thyroidology: Jack Gross (1921-1994) [online: <http://www.eurothyroid.com/about/met/gross.html>], abgerufen am 20.5.16]

Abb. 8: Veröffentlichungen von Jack Gross

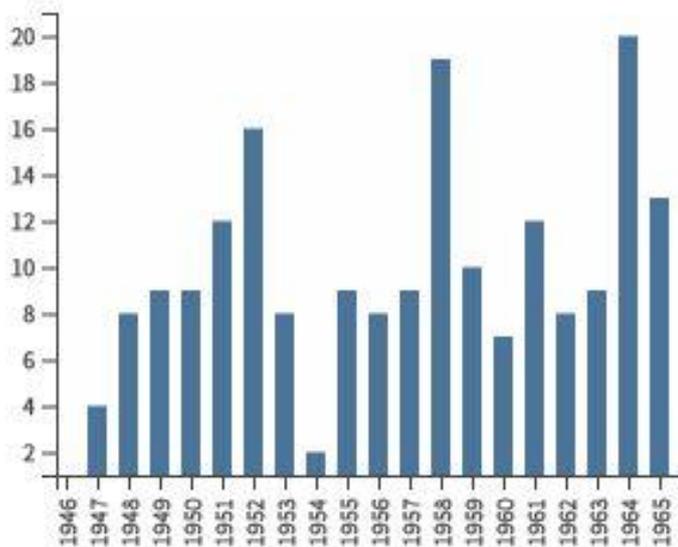


Abb. 8: Veröffentlichungen von Jack Gross; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year by Jack Gross*¹⁵²

Im Vergleich zu Pitt-Rivers wurde Gross sehr viel häufiger zitiert. Gross Veröffentlichungen werden 10851 Mal zitiert, Pitt-Rivers Veröffentlichungen insgesamt nur 3236 Mal. Die mittlere Zitationsrate pro Artikel beträgt bei Pitt-Rivers 42,03, bei Gross 56,22.

Ob es sich hierbei um den von Robert Merton beschriebenen Matthäuseffekt handelt, muss im Weiteren noch diskutiert werden. Der Matthäuseffekt beschreibt einen Effekt - abgeleitet vom Matthäusevangelium - bei welchem beschrieben wird, dass häufig zitierte Artikel noch häufiger zitiert werden und weniger oft zitierte Artikel unbeachtet bleiben.¹⁵³

Bei seinen Artikeln lässt sich aber auch eine andere Schwerpunktsetzung als bei Pitt-Rivers erkennen. Unter den zehn meist zitierten Artikeln finden sich nur zwei zum Thema Schilddrüse, an siebter Stelle die Identifizierung von Trijodthyronin. Die anderen Artikel gehören zum Großteil zum Themengebiet der Kollagenforschung. Molekularbiologie und hier die Beschäftigung mit Kollagen und anderen Proteinen scheint sein Hauptschwerpunkt zu sein.

¹⁵² Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C24IAeYIBEmR8AAqJuK&page=1&cr_pqid=8&viewType=summary, abgerufen am 22.5.18]

¹⁵³ Merton, R. (1968): The Matthew Effect in Science. In: Science 159: 56–63.

Im *Journal of Experimental Medicine* 30 Mal, im *Journal of Biological Chemistry* veröffentlichte Gross 19 Mal, in *Biochimica et Biophysica acta* elf Mal, in *Endocrinology* acht Mal und im und im *The Lancet* acht Mal.¹⁵⁴ Auch an dieser Verteilung kann man eine Beschäftigung mit experimenteller Arbeit im Labor mit weniger klinischem Bezug ablesen, als dies bei Pitt-Rivers der Fall ist.

4.4 Jean Roche

Jean Roche hatte eine ungewöhnliche Karriere für seine Zeit; er studierte gleichzeitig Medizin und Chemie¹⁵⁵ und noch während seines Studiums arbeitete er in Montpellier mit Edouard Hedon zusammen, der die sekretorische Funktion der Langerhans Inselzellen entdeckte. Daraufhin ging Roche nach Strasbourg und arbeitete dort einige Monate am *Institut de chimie biologique* der Universität Strasbourg.¹⁵⁶ Ab 1923 arbeitete er am Institut für Allgemeine Physiologie¹⁵⁷, von 1925 bis 1930 war er der Assistent von Maurice Nicloux¹⁵⁸, der Gründer der *Société de chimie biologique* war.

In dieser Zeit bekam Roche auch einen Einblick dahingehend, inwieweit physiologische Fragestellungen auch mit Herangehensweisen der Biochemie oder Biophysik beantwortet werden können.¹⁵⁹ Hieran kann man auch erste Schritte auf dem Themengebiet der Molekularbiologie erkennen. Roche sammelte in den ersten Jahren seiner Forschungstätigkeit viel Erfahrungen und forschte an unterschiedlichen gut angesehenen Laboren überall in Europa. Häufig ermöglichte ihm ein Rockefeller Stipendium diese Forschungsaufenthalte, wie zum Beispiel 1928 in Kopenhagen im Labor von Sören Sörensen, der das pH-Konzept erarbeitete oder 1930 in London mit Sir Arthur Harden, der 1929 einen Nobelpreis für seine Forschung an Zuckervergärung und die Beteiligung von Enzymen erhielt. Bei Sir W. Hardy G.S. Adair in Cambridge widmete Roche sich der Proteinforschung. 1931 ging er dann an das Labor für allgemeine Physiologie an der Universität Fribourg, welches zu dieser Zeit ein wichtiges

¹⁵⁴ Web of Science [online: <http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do>, abgerufen am 21.4.18]

¹⁵⁵ Roche, J. (1974): Some Comments on Fifty Years of Biochemical Work. In: *Comparative Biochemistry and Physiology* 47B: 521.

¹⁵⁶ Gros F.: Necrologie Roche. College de France.fr [online: https://www.college-de-france.fr/media/jean-roche/UPL7993149847772480603_AN_93_necro_roche.pdf, abgerufen am 20.5.16]

¹⁵⁷ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 521.

¹⁵⁸ Tournes, L. (2006): Le réseau des boursiers Rockefeller et la reconstitution des savoirs biomédicaux en France (1920-1970). In: *French Historical Studies* 19: 84.

¹⁵⁹ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 521.

Zentrum für physiologische Forschung, mit enger Verbindung zu chemischer Forschung, darstellte - hier entdeckte 1896 Eugen Baumann Jod in der Schilddrüse.¹⁶⁰

Roche sagt selbst über diese Zeit, dass sie ihm ein tiefes Gefühl von Zusammengehörigkeit innerhalb einer Gemeinschaft von Wissenschaftlern verschiedenster Länder gegeben habe.¹⁶¹ Seit dieser Zeit war es auch für ihn ein Anliegen Forscher aus anderen Ländern in seinen Laboren mitarbeiten zu lassen, um den internationalen Austausch zu fördern.

1931 kehrt Roche nach Marseille zurück und wurde 1934 Professor für Biochemie an der dortigen Fakultät für Medizin und Pharmakologie. Er führte Experimente zu sauerstofftragenden Molekülen - wie zum Beispiel Hämoglobin - und Studien zur Bestimmung der molekularen Masse von Proteinen durch, womit er sich zum ersten Mal in Straßburg beschäftigt hatte.¹⁶² Roches Labor wurde am Ende des ersten Weltkrieges als gut organisiertes und als maximal die Ressourcen nutzendes Labor beschrieben.¹⁶³

Als Teil der Widerstandsbewegung zu der sich Roche zählte, initiierte er eine Rubrik im französischen Journal für Biochemie unter dem Namen „*Travaux de Membres de la Société de chimie biologique*“, in welcher Wissenschaftler ohne Restriktionen ihre Arbeiten veröffentlichen durften.¹⁶⁴ Gleichzeitig wurde sein Labor in Marseille zur Anlaufstelle für Wissenschaftler, die vor der deutschen Besatzung fliehen mussten.¹⁶⁵

Roche war an der Gründung des *Centre national de la recherche scientifique* (CNRS) beteiligt. Dieser Zusammenschluss von Wissenschaftlern versuchte 1938 einen Plan zu fassen, um die Forschung in Frankreich zu koordinieren und strukturieren. 1945 wurde Roche Mitglied des Direktoriums. Dieses hatte großen Anteil an der Festlegung der Ziele der wissenschaftlichen Forschung für Biochemie bis in die 1960er Jahre.¹⁶⁶

1946 wurde Roche zum *Collège de France* berufen, er bekam eine Professur für allgemeine und vergleichende Biochemie.

¹⁶⁰ Fragu, P. (2003): How the Field of Thyroid Endocrinology Developed in France after World War II. In: Bulletin of the History of Medicine 77: 403.

¹⁶¹ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 522.

¹⁶² Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 522 f..

¹⁶³ Fragu (2003): Thyroid Endocrinology: 403.

¹⁶⁴ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 522.

¹⁶⁵ Fragu (2003): Thyroid Endocrinology: 403.

¹⁶⁶ Fragu (2003): Thyroid Endocrinology: 404.

Exkurs *Collège de France*

Im *Collège de France* werden die Professoren frei berufen, das heißt, dass eine freiwerdende Position nicht unbedingt mit einem Professor aus erneut dem gleichen Fach besetzt wird. Die Professoren, die einmal ans *Collège de France* berufen waren, konnten ihr Forschungsfeld frei wählen und die Lehrveranstaltungen gestalten. Das *Collège de France* führte durch die Berufung von Roche die Biochemie ein.¹⁶⁷

Zur selben Zeit wurden auch an der Pariser Universität drei Lehrstühle für Biochemie eingeführt und das CNRS gründete eine Kommission, um Wissenschaftler für die Biochemie zu rekrutieren und die vorhandenen Ressourcen zu verteilen.¹⁶⁸ Roche erfuhr große finanzielle Unterstützung durch das Rockefeller Center.¹⁶⁹ Generell sollten französische Labore unterstützt werden, um sie aus der Isolation, die sie durch den zweiten Weltkrieg erfahren hatten, zu befreien.

Roche schreibt 1973, dass vor 50 Jahren die Biochemie von den meisten Wissenschaftlern als „kleiner und unklar definierter Zweig der Chemie mit einer Verbindung zur Physiologie“ angesehen wurde.¹⁷⁰ Doch an den vorher beschriebenen Entwicklungen und Strukturierungsversuchen kann man den großen Bedeutungszuwachs der Biochemie als eigenständiges Fach ablesen, in welchem Roche gerade in Frankreich eine tragende Rolle spielte.

Sein Einfluss auf die Entwicklungen auf dem Gebiet der Biochemie wird unter anderem auch daran deutlich, dass er in vielen Redaktionen von biochemischen Zeitschriften arbeitete. 1947 wurde er Mitglied der Redaktion der neu gegründeten Zeitschrift *Biochimica et Biophysica Acta*, dessen Besonderheit es war, Artikel sowohl in Französisch, Englisch und Deutsch abzudrucken. Nach und nach bekam er Aufgaben in mehreren Redaktionen: *Methods of Biomedical Analysis*, *Journal of Comparative Biochemistry*, *Journal of General and Comparative Endocrinology*, *Comptes rendus de la société de biologie*.¹⁷¹

Ein wichtiger Schritt in der Koordinierung der Schilddrüsenforschung war 1967 die Gründung der *European Thyroid Association*. Roche war Mitbegründer und erster Präsident.¹⁷² Er schien

¹⁶⁷ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 522.

¹⁶⁸ Fragu (2003): Thyroid Endocrinology: 402.

¹⁶⁹ Tournes (2006): Savoirs biomédicaux: 87 f..

¹⁷⁰ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 523.

¹⁷¹ Fragu (2003): Thyroid Endocrinology: 404.

¹⁷² Beckers, C.: Milestones in European Thyroidology: Jean Roche (1901-1992) [online: <http://www.eurothyroid.com/about/met/roche.html>, abgerufen 20.5.16]

also auch für die anderen Wissenschaftler, die auf dem Gebiet der Schilddrüsenforschung tätig waren, eine Schlüsselrolle zu spielen. Roche bezeichnet sein Labor am *Collège de France* in Paris selbst als „*international center of thyroid biochemistry*“.¹⁷³

In einem anderen Labor, das Roche leitete, lässt sich ein weiterer Forschungszweig seiner Arbeit erkennen: die vergleichende Biochemie. Denn auch das Meereslaboratorium in Concarneau, an welchem Studien an Meerestieren durchgeführt wurden und Arbeiten zur Evolution der Arten verfasst werden konnten, fiel unter seine Leitung.¹⁷⁴

Roche arbeitet mit G. Salvatore und einer Gruppe italienischer Wissenschaftler zusammen und gründete mit ihnen gemeinsam ein Zentrum für Radiobiologie in Neapel. In diesem wurden vorrangig Studien zur vergleichenden Biochemie mit Jod durchgeführt.¹⁷⁵

1930-1946 war eines seiner Hauptforschungsfelder die Biochemie von Proteinen.¹⁷⁶ Er war sehr interessiert an der Erforschung von sauerstofftransportierenden Proteinen wie zum Beispiel Hämoglobin.

Zwischen 1945 bis 1965 war sein Hauptforschungsfeld die Biochemie der Schilddrüse. Diese Arbeit war auch besonders durch die Zusammenarbeit mit Michel, Lissitzky und Nunez geprägt.¹⁷⁷ Trotzdem versuchte er sich auch in Teilen der Molekularforschung zu widmen, indem er die Verbindung zu jodierten Proteinen, jodierten Aminosäuren, die Enzymsynthese und deren Katabolismus untersuchte.¹⁷⁸ Von 1961 bis 1969 war er zusätzlich noch *Recteur* der *Université de Paris*.¹⁷⁹

Roche bekam von 15 ausländischen Universitäten einen *Doctor honoris causa* verliehen und war Mitglied der französischen *Académie des Sciences*.¹⁸⁰ Er war weiterhin Mitglied in verschiedenen Organisationen wie dem *Institut Curie* in Paris, der *Fondation Louis Broglie* in Paris oder dem italienischen *Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Roche starb 1992.¹⁸¹

Zusammenfassend kann man seine Forschungsschwerpunkte auf drei Zweige verteilen. Der erste Zweig stellt die Erforschung der Schilddrüsenhormone und ihrer Derivate dar. Als zweites beschäftigte er sich mit dem Feld der Molekularbiologie, vor allem mit Studien zum

¹⁷³ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 523.

¹⁷⁴ Beckers: Jean Roche

¹⁷⁵ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 525.

¹⁷⁶ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 525.

¹⁷⁷ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 525.

¹⁷⁸ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 521-529.

¹⁷⁹ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 523.

¹⁸⁰ Beckers: Jean Roche

¹⁸¹ Beckers: Jean Roche

Hämoglobin. Den letzten Zweig bildet die vergleichende Biochemie, indem er die Evolution der Arten auf biochemischer Ebene untersuchte.

Bei der Analyse seiner veröffentlichten Artikel im *Web of Science*, fällt zunächst die große Anzahl seiner Veröffentlichungen auf. Roche ist bei 727 Artikeln unter den Autoren genannt.

Abb. 9: Veröffentlichungen von Jean Roche

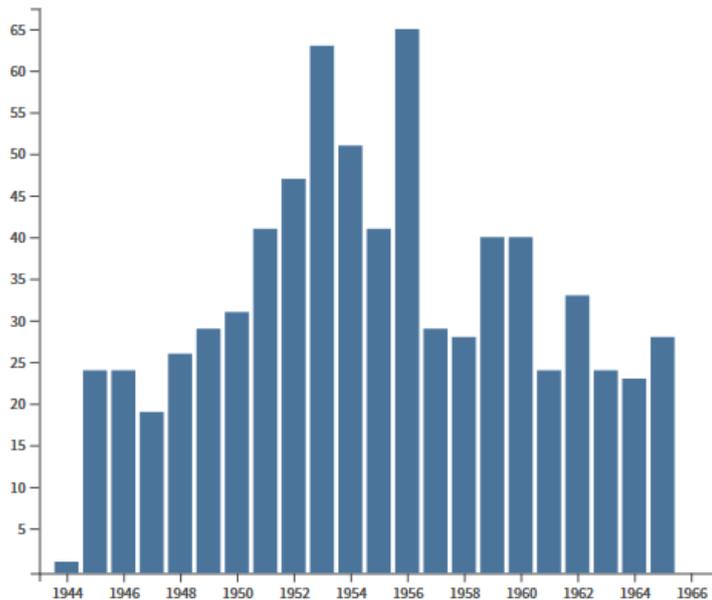


Abb. 9: Veröffentlichungen von Jean Roche; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year by J. Roche*¹⁸²

Besonders in der Zeit nach der Entdeckung von Trijodthyronin, also während seiner intensiven Beschäftigung mit dem Schilddrüsenmetabolismus, ist die Anzahl seiner Veröffentlichungen sehr groß, wie man aus Abb. 9 ablesen kann. Hier muss aber auch bedacht werden, dass Roche zu dieser Zeit schon mehrere Labore leitete und an den verschiedensten Projekten beteiligt war. Inwieweit er also wirklich an den einzelnen Artikeln persönlich mitarbeitete, bleibt fraglich.

¹⁸² Web of Science [online: http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA&page=1&cr_pqid=21&viewType=summary, abgerufen am 21.5.18]

Abb. 10: Zitationen der Veröffentlichungen von Jean Roche

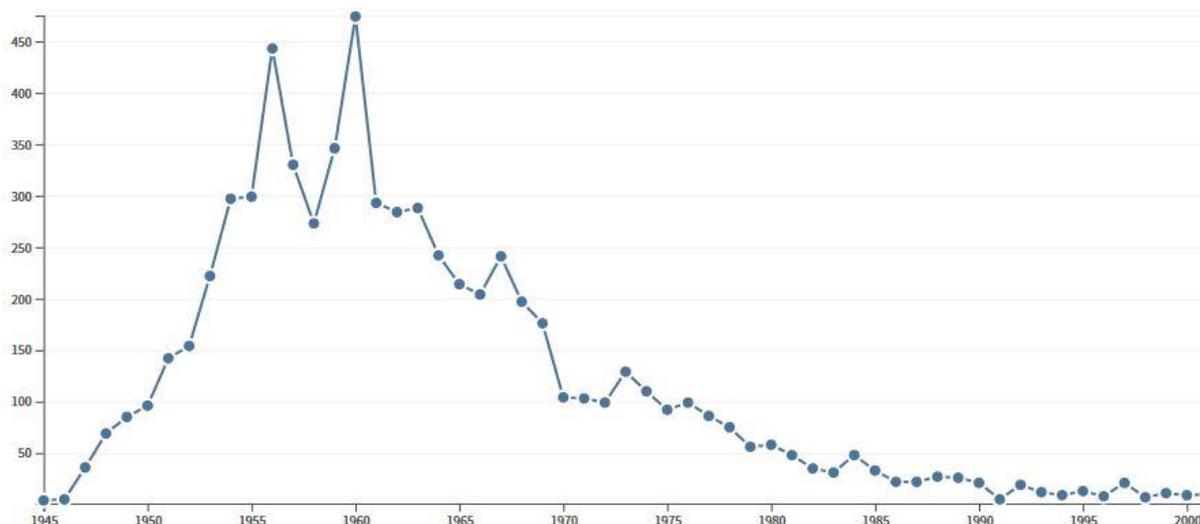


Abb. 10: Zitationen der Veröffentlichungen von Jean Roche; Diagramm aus dem *Web of Science: Sum of Times cited by year from J. Roche*¹⁸³

Roche wird insgesamt 7034 mit und 5743 ohne Selbstzitationen zitiert. Die durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel beträgt 9,68, der H-Index 36. Aus Abb. 10 geht hervor, dass Roche besonders häufig in den Jahren zwischen 1953 bis 1970 zitiert wurde, mit einem Peak von 474 Zitationen im Jahre 1960. Es scheint besonders Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre ein großes Interesse an seiner Arbeit bestanden zu haben. 298 Artikel veröffentlichte Roche gemeinsam mit Michel, mit Lissitzky waren es 48. Gemeinsam mit Pitt-Rivers und noch weiteren Autoren veröffentlichte er 1957 – im *Nature* - und 1962 – in *Biochimica et Biophysica acta* - je einen Artikel zum Thema der Schilddrüse. Mit Gross gibt es keine Kollaborationen, aus der ein Artikel im *Web of Science* gelistet ist.

Knapp die Hälfte seiner Artikel erschien im *Comptes rendus des séances de la société de biologie et ses filiales*. Die anderen Artikel verteilen sich unter anderem auf das *Bulletin de la société de chimie biologique*, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* oder *Biochimica et Biophysica acta*.¹⁸⁴ Generell ist bei Roche eine mehr experimentelle als klinische Ausrichtung zu erkennen. Des Weiteren sind viele seiner Veröffentlichungen in kleineren Zeitschriften erschienen, die sich vornehmlich an ein

¹⁸³ Web of Science [online: http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA&page=1&cr_pqid=21&viewType=summary, abgerufen am 21.5.18]

¹⁸⁴ Web of Science [online: <http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do>, abgerufen am 21.5.18]

ausgewähltes Publikum richten und vom Umfang her eher Forschungsstandmitteilungen entsprechen, verglichen mit größeren Artikel wie in *The Lancet* oder im *Nature*.

4.5 Serge Lissitzky

Serge Lissitzky wurde 1919 in Bourg-en-Bresse geboren, er studierte Medizin an der französischen Marineschule in Bordeaux, die nach Beginn des Krieges nach Montpellier umziehen musste. Auch wenn er sich schon vor Beginn des Krieges wissenschaftlichen Studien widmete, musste er diese für den Krieg unterbrechen und seine militärischen Dienste erfüllen. Erst als er 1949 zu Roche an das *Collège de France* kam, konnte er sich ausgiebig seinen Studien zum Schilddrüsenmetabolismus widmen. Nach drei Jahren am *Collège de France* ging er nach Algier. Hier lehrte er und entwickelte sein zweites Forschungsfeld durch die Isolation eines Neurotoxins, welches wichtig war für kommende neurobiologische Studien. 1954 ging Lissitzky zurück an die Universität von Marseille, um dort Professor für Biochemie zu werden und 1960 den Lehrstuhl für Biochemie zu besetzen.¹⁸⁵ Hier führte er in Kooperation sowohl mit Roche als auch mit Pitt-Rivers und weiteren Laboren weltweit weitere Studien zum Schilddrüsenmetabolismus durch. In dem Artikel der von der *European Thyroid Association* über ihn veröffentlicht wurde, schrieben die Autoren:

*„The research studies progressively shifted from the biological chemistry of iodocompounds to the cellular and molecular biochemistry of an integrated endocrine gland: the thyroid gland.“*¹⁸⁶

Auch bei ihm kann man also Anfänge der Molekularbiologie beobachten.

Lissitzky gründete in seinem Labor in Montpellier die Einheit *„Physiopathologie de la fonction thyroïdienne“*, welche sehr schnell an Bedeutung gewann und vom CNRS und dem *Institut national de la santé et de la recherche médicale* (INSERM) unterstützt wurde. Auch Lissitzky war Mitglied in vielen Organisationen und hatte weitreichende Kontakte im Feld der biochemischen Forschung. Er war beispielsweise Vorsitzender der *Société de chimie biologique* oder der *Société d'Endocrinologie*.

1970 eröffnete er zudem eine Einheit, in welcher Serumhormonspiegel mit radioimmunologischen Verfahren gemessen werden konnten.¹⁸⁷

¹⁸⁵ Carayon, P., J-Cl. Lissitzky, J. Cl., Torresani, J., Beckers, C.: Milestones in European Thyroidology: Serge Lissitzky (1919-1986) [online: <http://www.eurothyroid.com/about/met/lissitzky.html>, abgerufen am 20.5.16]

¹⁸⁶ Carayon, Lissitzky, Torresani, Beckers: Lissitzky (1919-1986)

¹⁸⁷ Carayon, Lissitzky, Torresani, Beckers: Lissitzky (1919-1986)

Das *Web of Science* führt 173 Artikel auf, die von Lissitzky veröffentlicht wurden. Hierbei wurden auch jene mitgezählt, die unter „Lissitzk S“ oder „Lissitzi S“ aufgeführt sind, da es sich um den gesuchten Serge Lissitzky zu handeln scheint, was an den Thematiken seiner Forschungsschwerpunkte und den damit in Verbindung stehenden Titeln der Artikel festgemacht werden kann. In den häufig zitierten Artikeln ist bis 1965 die Schilddrüse thematischer Schwerpunkt, anschließend bis 1990 eher das Neurotoxin. Seine Artikel wurden 2621 Mal zitiert. Sein H-Index beträgt 27. Lissitzky veröffentlichte vor allem in französischen Zeitschriften, wie *dem Comptes rendus des séances de la société de biologie et ses filiales*, dem *Bulletin de la société de chimie biologique*, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* oder *Biochimica et Biophysica acta*. Gerade bei Lissitzky lässt sich eine steigende Tendenz in seiner Publikationsarbeit ausmachen, welches aus dem Vergleich von Abb. 11 und 12 erkennbar wird. Lissitzky steht in den untersuchten Jahren aber auch noch am Anfang seiner Karriere.

Abb. 11: Veröffentlichungen von Serge Lissitzky

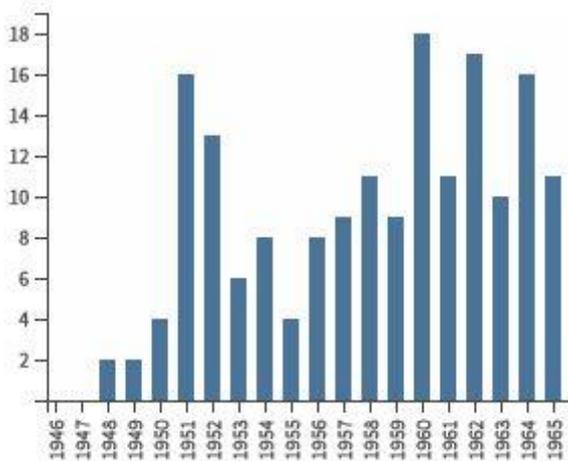


Abb. 11: Veröffentlichungen von Serge Lissitzky; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year by S. Lissitzky*¹⁸⁸

¹⁸⁸ Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?action=home&product=UA&search_mode=CitationReport&cr_pqid=37&qid=37&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA, abgerufen am 21.5.18]

Abb. 12: Veröffentlichungen von Serge Lissitzky bis 1990

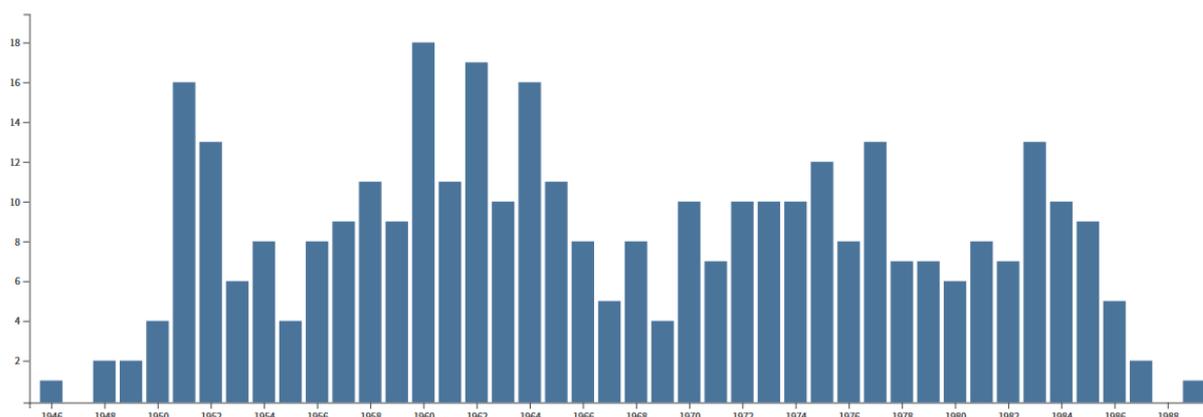


Abb. 12: Veröffentlichungen von Serge Lissitzky bis 1990; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year by S. Lissitzky*¹⁸⁹

4.6 Raymond Michel

Raymond Michel war ein enger Mitarbeiter von Roche. Michel gehörte gemeinsam mit J. Nunez den Arbeitsgruppen am *Collège de France* an, die sich mit Schilddrüsenhormonen beschäftigten.¹⁹⁰ Von den 431 Veröffentlichungen von Raymond Michel im *Web of Science* sind 298 gemeinsam mit Roche publiziert worden. Eine Abbildung zu seinen Koautorenschaften ist im Anhang zu sehen. Michels Hauptforschungsgebiet war die Schilddrüsenforschung. Unter den 50 meist zitierten Veröffentlichungen sind 48 Artikel zum Themengebiet der Schilddrüse und zwei zu chemischen Verfahren. Auch die Zusammenarbeit mit Lissitzky schien nicht unfruchtbar geblieben zu sein, hier lassen sich 38 Artikel finden. Die 431 Artikel von Michel wurden 4600 Mal zitiert, die Verteilung der Veröffentlichungen auf die Zeit lässt sich aus Abb. 13 ablesen. Sein H-Index beträgt 33. Die Zeitschriften, in denen Michel veröffentlichte, überschneiden sich stark mit denen von Roche und Lissitzky.

¹⁸⁹ Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA&page=1&cr_pqid=34&viewType=summary, abgerufen am 21.5.18]

¹⁹⁰ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 522.

Abb. 13: Veröffentlichungen von Raymond Michel

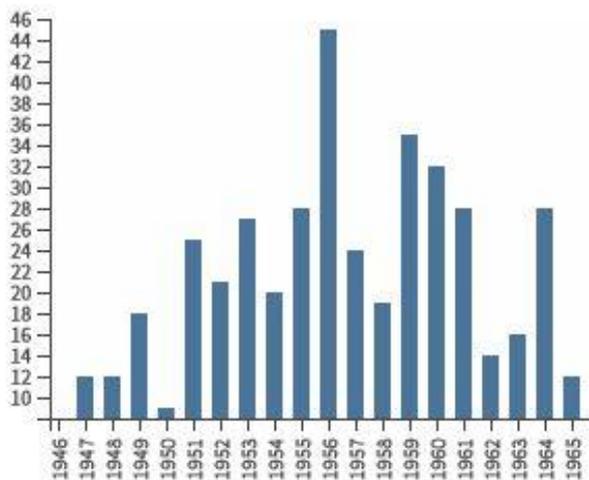


Abb. 13: Veröffentlichungen von Raymond Michel; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year by R. Michel*¹⁹¹

In Abb. 14 sind die Artikel dargestellt, die alle drei Franzosen zusammen veröffentlichten. In den Jahren zwischen 1950 und 1956 waren es 37 Artikel.

Abb. 14: Veröffentlichungen des französischen Forscherteams

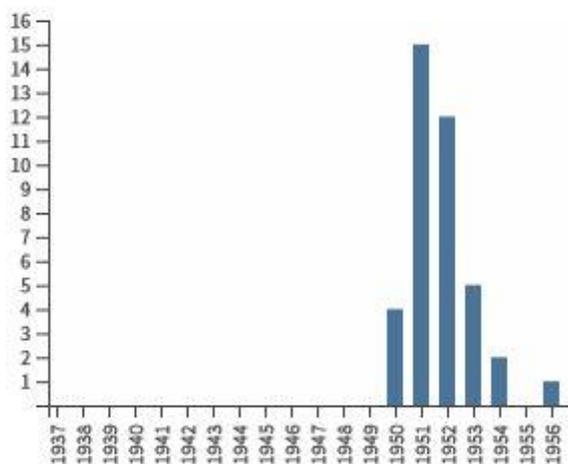


Abb. 14: Veröffentlichungen des französischen Forscherteams; Diagramm aus dem *Web of Science: Total Publications by year der drei Franzosen gemeinsam*¹⁹²

¹⁹¹ Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA&page=1&cr_pqid=44&viewType=summary, abgerufen am 21.5.18]

¹⁹² Web of Science [online:

http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=UA&search_mode=CitationReport&SID=C2BBx61VMPzKZ4bqNXA&page=1&cr_pqid=48&viewType=summary, abgerufen am 21.5.18]

4.7 Anteil der Schilddrüsenforschung

Um den Anteil der Schilddrüsenforschung innerhalb der Forschungsleistungen der einzelnen Wissenschaftler zu umreißen, wurde versucht nur die Artikel im *Web of Science* zu berücksichtigen, die sich mit Schilddrüsenforschung beschäftigen. Um dies zu operationalisieren, wurde zunächst das Feld inhaltlich eingegrenzt. Um einerseits eine Vergleichbarkeit zu erreichen und andererseits Artikel auf Französisch und Englisch gleichermaßen zu suchen, wurde sowohl in der Rubrik „*Titel*“ und „*Topic*“ nach „Thyro*“ und im „*Titel*“ nach „Triiodo*“ gesucht, da diese Begrifflichkeiten in beiden Sprachen gleich sind. Eine weitere Eingrenzung erfolgte in der „*Research Area*“ auf „*Science Technology*“ und in der Kategorie Dokumententyp auf „Artikel“. Der untersuchte Zeitraum beinhaltet die Jahre 1945-1965. Bei dieser Suche findet man im *Web of Science* 29418 Artikel. Diese wurden dann durch die „*Refine*“-Option auf Artikel der einzelnen Autoren beschränkt. Die Anzahl der Artikel wurde dann in Prozent berechnet, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Anteil der Schilddrüsenforschung

Autor	Anzahl aller Artikel	Anzahl Artikel Schilddrüse	%
J. Roche	727	377	52%
R. Michel	431	335	78%
S. Lissitzky	173	103	60%
R. Pitt-Rivers	77	63	82%
J. Gross	195	42	22%

Tabelle 1: Anteil der Schilddrüsenforschung; Anzahl der ausgezählten Artikel aus dem *Web of Science* und Prozentangabe

Alle Wissenschaftler haben innerhalb ihrer Forschungsleistung einen großen Anteil an Schilddrüsenforschung. Am wenigsten Artikel zum Thema Schilddrüse hat Gross veröffentlicht. Sein Forschungsschwerpunkt muss überwiegend in anderen Feldern gelegen haben. Roche und Lissitzky haben ungefähr die Hälfte ihrer Forschungspublikationen zum Schilddrüsenmetabolismus veröffentlicht. Pitt-Rivers und Michel haben sich vorrangig mit der Schilddrüse beschäftigt.

Tabelle 2: Vergleich H-Index und mittlere Zitationsrate

Autor	H-Index	<i>Average Citations per item</i>
J. Roche	36	9,68
R. Michel	33	10,67
S. Lissitzky	27	15,15
R. Pitt-Rivers	31	42,03
J. Gross	55	49,84

Tabelle 2: Vergleich H-Index und mittlere Zitationsrate mit Werten aus dem *Web of Science*

In Tabelle 2 wird der H-Index und die mittlere Zitationsrate einzelner Artikel der Autoren verglichen: Der Vorteil des H-Indexes ist, dass einzelne sehr oft zitierte Artikel, nicht so sehr ins Gewicht fallen. Dies kann man bei Pitt-Rivers und Gross sehen, da der Artikel zur Identifikation von Trijodthyronin, obwohl er die mittlere Zitationsrate in die Höhe treibt, beim H-Index nicht so sehr ins Gewicht fällt. Der H-Index der Franzosen und von Pitt-Rivers scheint leicht erklärbar dadurch, dass Pitt-Rivers insgesamt nicht so viel veröffentlicht hat und Lissitzky sich zu dieser Zeit wahrscheinlich noch keinen Namen gemacht hatte. Gross doch auffällig hoher H-Index muss über seine zusätzlichen Arbeiten in anderen Themenfeldern erklärt werden. Hier kann nicht der Matthäus-Effekt (s.o.) angeführt werden, da ein Ziel des H-Indexes ist, dass der Matthäus-Effekt gedämpft werden soll.¹⁹³ Roche kommt beim H-Index weiterhin zu Gute, dass dieser unter anderem von der Publikationszahl abhängig ist. Dies ist wiederum ein Nachteil für Wissenschaftler, die erst am Anfang ihrer Karriere stehen oder an weniger Veröffentlichungen beteiligt sind.

¹⁹³ Havermann (2013): Methoden der Infometrie: 364.

5. Quantitative und qualitative Analysen bezogen auf Artikel

5.1 Zitationsanalysen

Da eine Zitationsanalyse nur getrennt mit den Datenbanken *Web of Science Core Collection* oder *Medline* möglich ist, wird im Folgenden die *Web of Science Core Collection* genutzt, da sie weit mehr Artikel umfasst. Durch die Analyse ist es möglich eine erste Einschätzung zu erhalten, inwieweit die verschiedenen Wissenschaftler ein Denkkollektiv bilden. Nach der quantitativen Zitationsanalyse wird der Prozess zur Entdeckung von Trijodthyronin qualitativ analysiert und die Rezeption der beiden Schlüsselartikel, die die Entdeckung beschreiben, beleuchtet.

Die folgenden Abbildungen wurden mit Hilfe des *Science2Science* Programms generiert. Die vorliegende Zitationsanalyse erfordert die Einbeziehung einer möglichst großen Anzahl von Artikeln, um ein mögliches Denkkollektiv der fünf Wissenschaftler abbilden zu können. Die Vernetzung der Wissenschaftler untereinander zeigt sich in den Abbildungen an der Verdichtung der Eintragungen der einzelnen Artikel – sichtbar als wolkenförmige Gebilde. Hierbei geht es vor allem um die Darstellung der Vernetzung, weniger um die Analyse einzelner Publikationen. Das *Science2Science* Programm ermöglicht jedoch im Verlauf der quantitativen Analyse die Artikel auch einzeln zu betrachten. Dies wurde benutzt, um Material für die qualitative Analyse zu erhalten und in Einzelfällen auch in der quantitativen Analyse, um die Netzwerke genauer darzustellen.

Zu Beginn der Zitationsanalyse sollen die Beziehungen zwischen den Artikeln aller fünf Autoren dargestellt werden. Es werden der zitierte und der zitierende Artikel verbunden. Insgesamt wurden 1039 Artikel aus dem *Web of Science* in das Programm importiert. Da diese Anzahl zu einem noch größeren und unübersichtlicheren Netzwerk führen würde, wird nur das größte Netzwerk mit 682 Artikeln in dieser Arbeit dargestellt.

Abb. 15: *Paper-Paper-Citation* aller Autoren

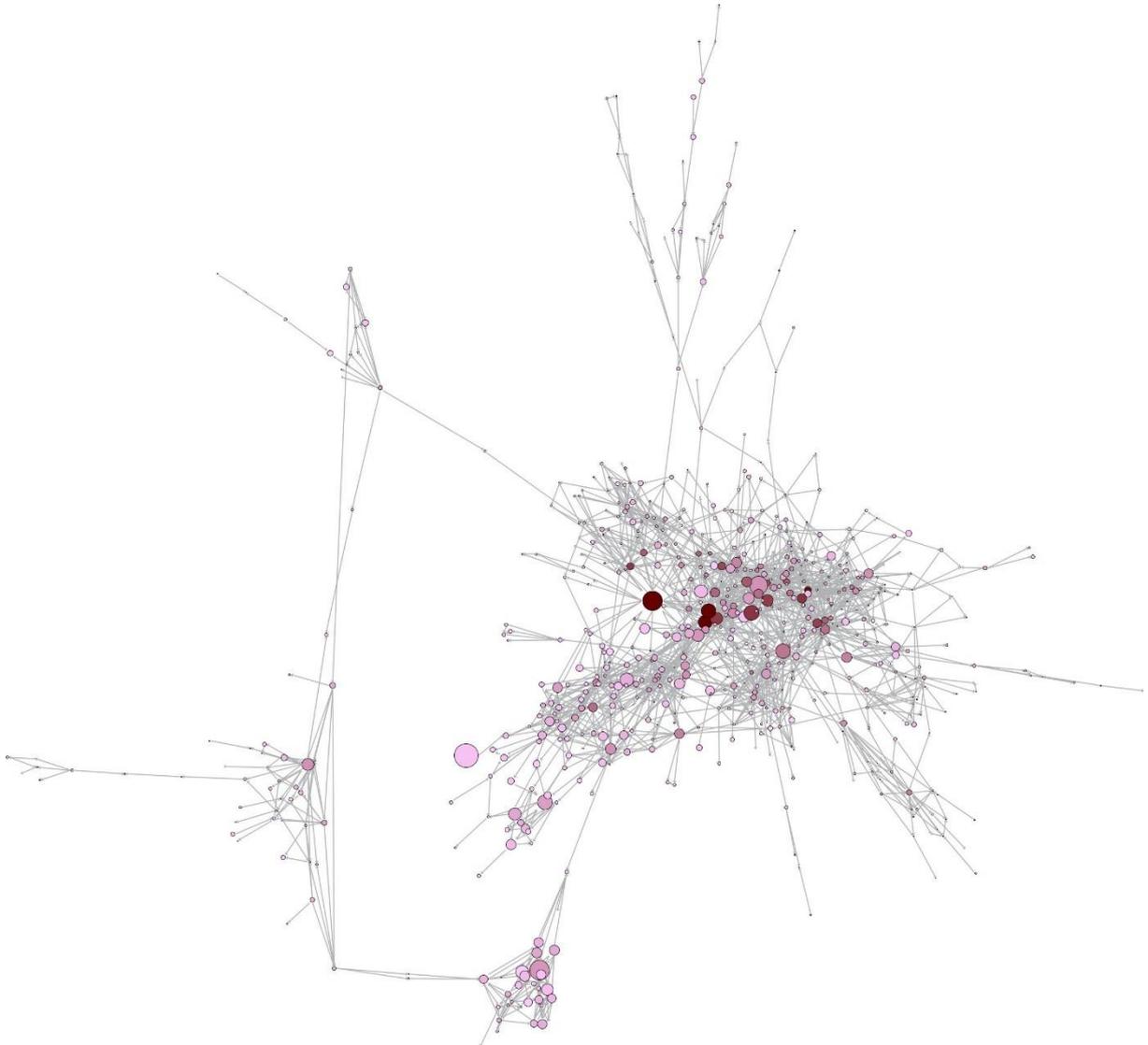


Abb. 15: *Paper-Paper-Citation* aller Autoren; Graphik aus dem *Science2Science* Programm: *Paper-Paper-Citation* mit allen Artikeln der fünf Autoren

Die Größe der roten Punkte in Abb. 15 stellt den *global citation count* dar, also wie oft der Artikel insgesamt (nach Angabe des *Web of Science*) zitiert wurde. Die Farbe (von hell nach dunkel) der Punkte gibt den *local citation count* wieder, d.h. wie oft der Artikel innerhalb des eingespeisten Datensets zitiert wurde.

Auch wenn die Abbildung zunächst unübersichtlich erscheint, kann man aus ihr ablesen, dass die Autoren sich regelmäßig zitieren, da deutlich mehr als die Hälfte aller Artikel von allen Forschern innerhalb eines Netzwerkes auftauchen. Innerhalb dieses Sets kann man drei am häufigsten zitierte Arbeiten erkennen (nach dem *local citation count*, hier die dunkleren

Punkte). Ein Artikel von Gross, noch aus seiner Zeit in Kanada,¹⁹⁴ einer des französischen Teams¹⁹⁵ und ein Artikel von Derrien, Michel und Roche.¹⁹⁶ Derrien war ein enger Mitarbeiter von Roche am *Collège de France*.¹⁹⁷

Der Analyse der Zitationsbeziehung aller Autoren folgt die Zitationsanalyse der beiden Teams. Datengrundlage bilden hier einerseits die gemeinsam veröffentlichten Artikel von Pitt-Rivers und Gross und andererseits die gemeinsam veröffentlichten Artikel der Franzosen Roche, Michel und Lissitzky.

Abb. 16: Paper-Paper-Citation der Teams

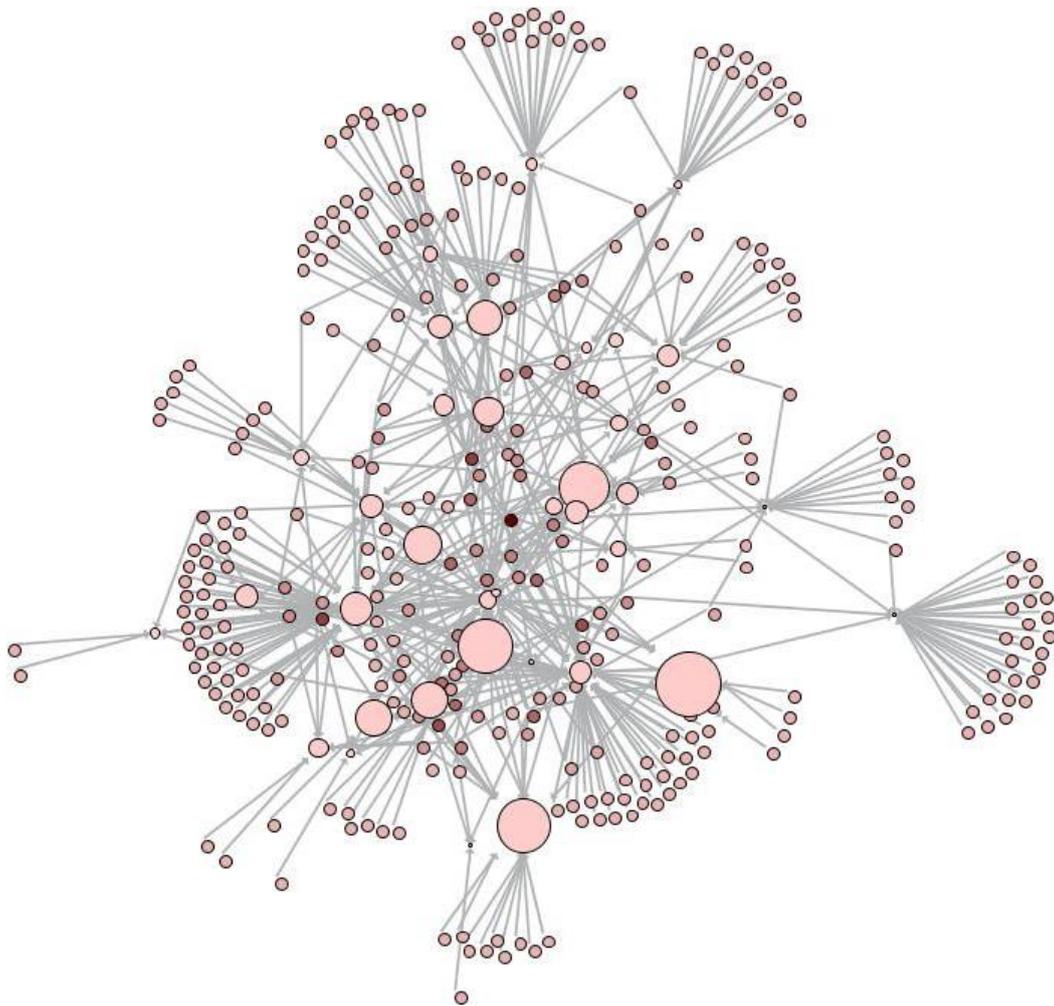


Abb. 16: *Paper-Paper-Citation* der Teams; Graphik aus dem *Science2Science* Programm: *Paper-Paper-Citation* mit den Artikeln des englischen und des französischen Teams

¹⁹⁴ Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in Unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: *Science* 111: 605–608.

¹⁹⁵ Roche, J., Michel, R., Michel, O., Lissitzky, S. (1952): Sur la déshalogénéation enzymatique des iodotyrosines par le corps thyroïde et sur son rôle physiologique. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 9: 161-169.

¹⁹⁶ Derrien, Y., Michel, R., Roche, J. (1948): Recherches sur la préparation et les propriétés de la thyroglobuline pure. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 2: 454-470.

¹⁹⁷ Roche (1974): Fifty Years of Biochemical Work: 522 f..

In Abb. 16 ist ein *Paper-Paper-Citation* Netzwerk der Teams abgebildet. Hier ist die enge Vernetzung der beiden Forscherteams noch besser zu sehen. Bei den am häufigsten zitierten Artikeln (nach dem *global citation count*, hier die großen Punkte) ist vor allem das französische Team vertreten, aber auch Gross taucht auf. Die einzelnen Artikel sind im Anhang dargestellt. Der innerhalb dieses Sets am häufigsten zitierte Artikel (nach dem *local citation count*, der kleine dunkle Punkt mittig in Abb. 16) ist auch der Artikel von Gross und Leblond.¹⁹⁸

In einem nächsten Schritt wird das Denkkollektiv über Kozitationsanalysen rekonstruiert. Bei der Kozitation steht jedoch im Mittelpunkt, wie häufig Artikel zusammen zitiert werden: Ob und wie häufig Artikel A und B von einem Artikel C zusammen zitiert werden. In den nächsten vier Abbildungen spiegelt auch die Dicke und Farbe der Kanten, welche die Punkte verbinden, die Häufigkeit der gemeinsamen Nennung wieder. Je dicker und dunkler die Kante ist, desto häufiger wurden die zwei verbundenen Artikel zusammen zitiert.

¹⁹⁸ Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in Unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: Science 111: 605–608.

Abb. 17: Co-Citation aller Autoren

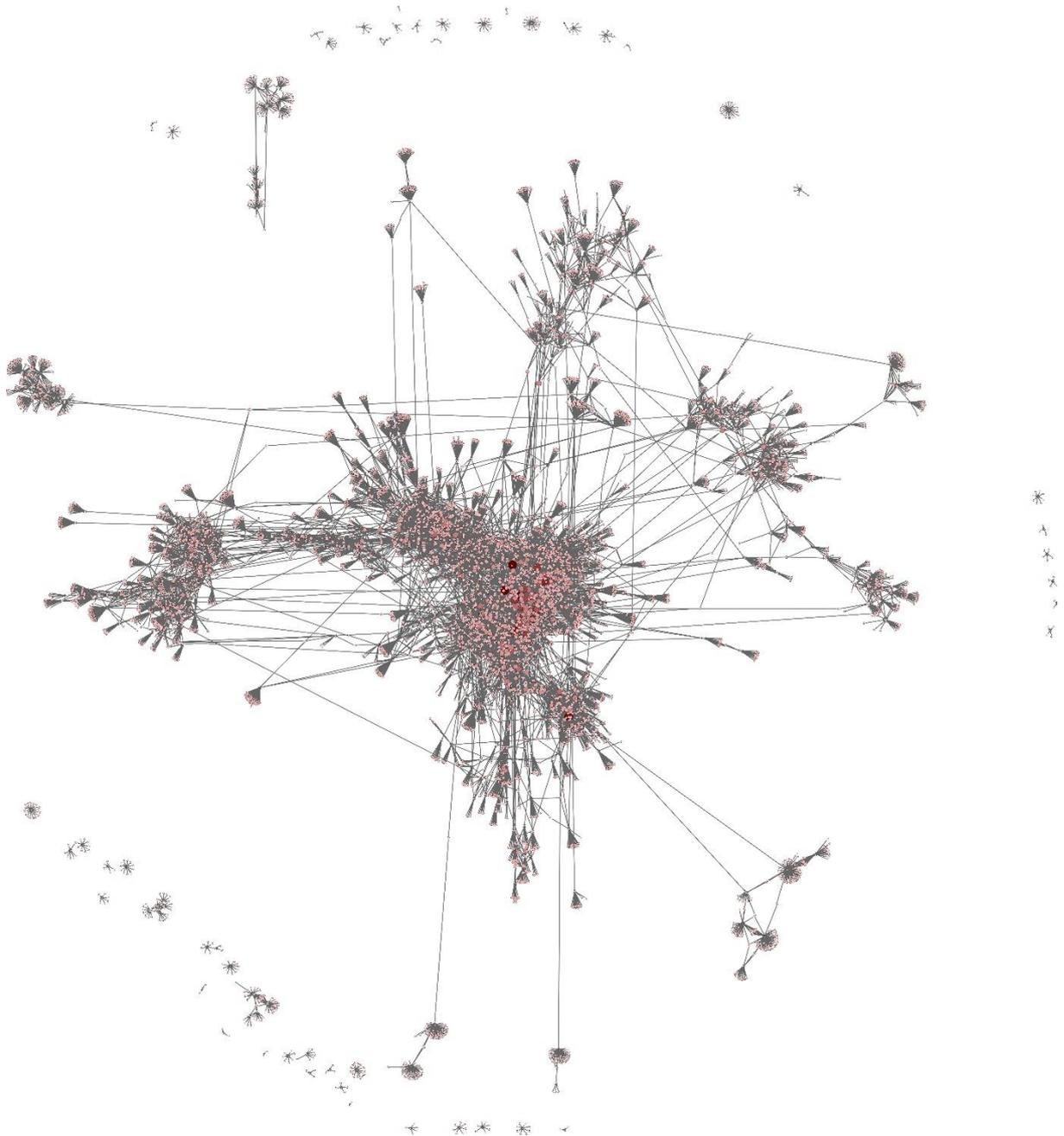


Abb. 17: Co-Citation aller Autoren; Graphik aus dem Science2Science Programm: Co-Citation mit allen Artikeln der fünf Autoren

Auch in Abb. 17 werden die Zitationsbeziehungen dargestellt. Man erkennt hier ein intensiv vernetztes Bild: Die am häufigsten zitierten Artikel innerhalb des Sets sind auch hier der Artikel von Derrien, Roche und Michel¹⁹⁹, der Artikel von Gross und Leblond und eine Publikation

¹⁹⁹ Derrien, Y., Michel, R., Roche, J. (1948): Recherches sur la préparation et les propriétés de la thyroglobuline pure. In: Biochimica et Biophysica Acta 2: 454-470.

von Roche, Michel und Lissitzky.²⁰⁰ Häufig zusammen zitiert werden – hier als dunklere Linien dargestellt - auch Artikel von Pitt-Rivers mit Artikeln von Roche, Lissitzky und Michel. Hier beispielhaft zwei Verbindungen dargestellt: Die Schlüsselartikel der beiden Teams oder auch der englische Schlüsselartikel mit einem anderen Artikel des französischen Teams.²⁰¹ Auch die Publikationen von Gross und Leblond²⁰² werden häufig mit dem Schlüsselartikel des französischen Teams koziert.²⁰³ Daraus lässt sich eine Beschäftigung mit der gleichen Thematik ableiten.

Betrachtet man die einzelnen Artikel, lassen sich exemplarisch Koizationen zeigen: So wird der gemeinsame Artikel von Pitt-Rivers und Michel²⁰⁴ mit dem Artikel von Derrien, Roche und Michel²⁰⁵ zitiert, wenn gleich nicht so häufig, sodass sich keine dunklere Linie daraus ergibt. Neben dem Nachweis einer Zusammenarbeit von Pitt-Rivers und Michel stellt die Koization einen weiteren Beleg für die Beschäftigung der beiden Forschungsteams mit der gleichen Thematik dar.

Nach der Koizationsanalyse aller Autoren folgt die Koizationsanalyse der Teams, welche als Datengrundlage die Artikel des englischen Forscherteams einerseits und des französischen Teams andererseits hat.

²⁰⁰ Roche, J., Michel, O., Michel, R., Gorbman, A., Lissitzky, S. (1953): Sur la deshalogénéation enzymatique des iodotyrosine par le corps thyroïde et sur son rôle physiologique. II. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 12: 570-576.

²⁰¹ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la présence de triiodothyronine dans la thyroglobuline. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 1228-1230.

²⁰² Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in Unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: *Science* 111: 605–608; Gross, J., Leblond, C.P. (1951): Metabolites of Thyroxine. In: *Experimental Biology and Medicine* 76: 686-689.

²⁰³ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 997–998.

²⁰⁴ Michel, R., Pitt-Rivers, R. (1957): The Relative Potencies of Thyroxine and Triiodothyronine Analogues in Vivo. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 24: 213-214.

²⁰⁵ Derrien, Y., Michel, R., Roche, J. (1948): Recherches sur la préparation et les propriétés de la thyroglobuline pure. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 2: 454-470.

Abb. 18: Co-Citation der Teams

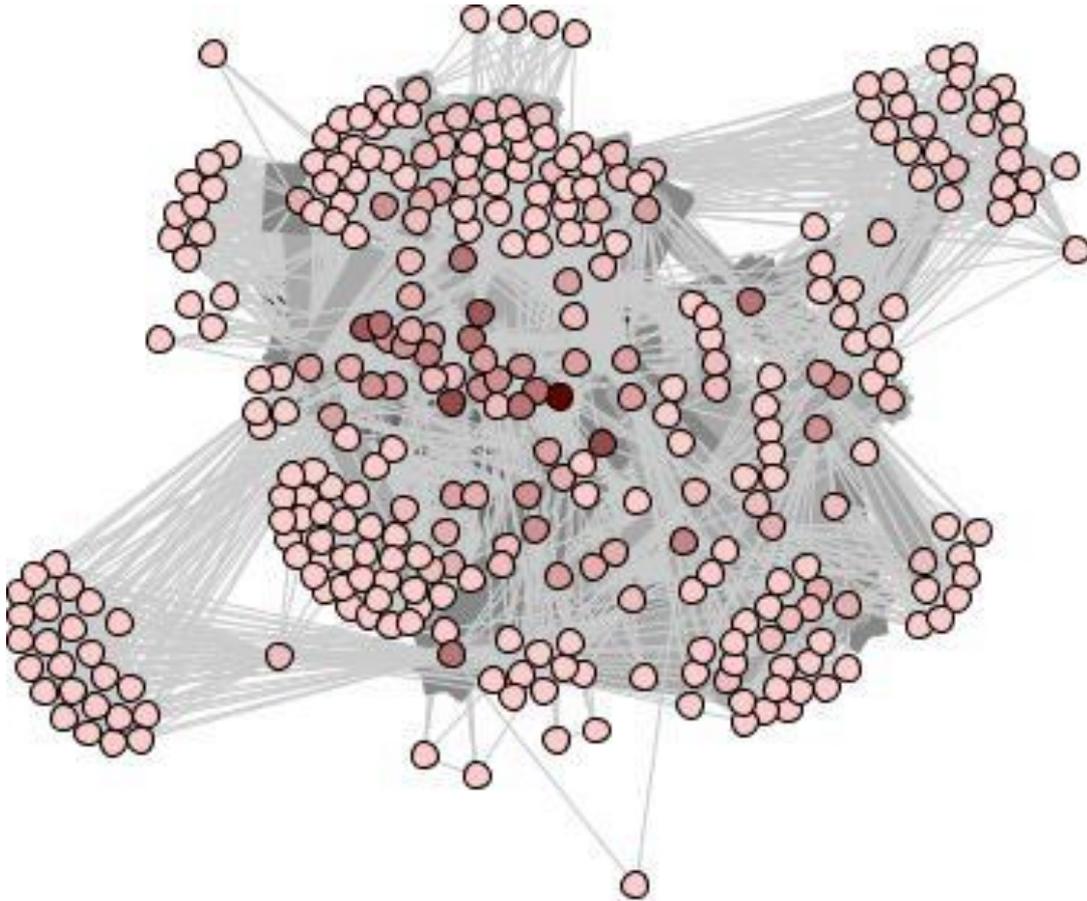


Abb. 18: Co-Citation der Teams; Graphik aus dem Science2Science Programm: Co-Citation mit den Artikeln des englischen und des französischen Teams

In dem Kozitations-Netzwerk der Abb. 18 sieht man eine intensive Vernetzung der Artikel. Es fällt zunächst auf, dass die Artikel sich nach ihrem *global citation count* nicht deutlich unterscheiden und deswegen alle eine ähnliche Größe haben. Auch wenn hier weniger einzelne Artikel dominieren, kann man aus den vielfachen Verbindungen zwischen den Artikeln – erkennbar an der dunklen Fläche in Abb. 18 - eine häufige gemeinsame Nennung ableiten. Eine dunklere Linie verbindet auch die beiden Schlüsselartikel.²⁰⁶ Die am häufigsten zitierten

²⁰⁶ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1952): The Identification of 3,5,3'-L-Triiodothyronine in Human Plasma. In: *The Lancet* 259: 439–441, Roche, J., Lissitsky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie Sciences* 234: 997–998.

Arbeiten nach dem *local citation count* sind Arbeiten von Gross,²⁰⁷ Taurog²⁰⁸ und der Schlüsselartikel der Franzosen.²⁰⁹

Das Programm *Citespace* ermöglicht eine Analyse der *Abstracts*, um anhand der Verwendung von gleichen Begriffen auf eine Beschäftigung mit gemeinsamen Themen zu schließen. Die Analyse der *Abstracts* im Hinblick auf themenspezifische Zusammenarbeit war allerdings wenig weiterführend, dies könnte in der unzureichenden Qualität der *Abstracts* und den unterschiedlichen Sprachen begründet sein. Die thematische Nähe konnte besser mit Hilfe der quantitativen Analyse der Forschungstätigkeit und der qualitativen Analyse untersucht werden. Im Anhang finden sich zwei Graphiken, die mit Hilfe von *Citespace* erstellt wurden.

Neben der *Paper-Paper-Citation* und der Kozitation wird als letztes das *Bibliographic Coupling* untersucht: Hier wird verdeutlicht, wie oft ein Artikel A und ein Artikel B beide einen Artikel C zitieren. Dies stellt eine weitere Variante der Zitationsanalyse dar, mit der geprüft werden kann, auf welche Forschungsliteratur sich die Publikationen beziehen. Im Falle eines Denkkollektivs ist eine hohe Übereinstimmung an gemeinsamer Forschungsliteratur zu erwarten. Hier wird das größte Netzwerk mit 897 Artikeln dargestellt. Im Anhang findet sich die komplette Graphik.

²⁰⁷ Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in Unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: *Science* 111: 605–608.

²⁰⁸ Taurog, A., Tong, W., Chaikoff, I.L. (1950): The Monoiodotyrosine Content of the Thyroid Gland. In: *Journal of Biological Chemistry* 184: 83-97.

²⁰⁹ Roche, J., Lissitsky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 997–998.

Abb. 19: Bibliographic-Coupling aller Autoren

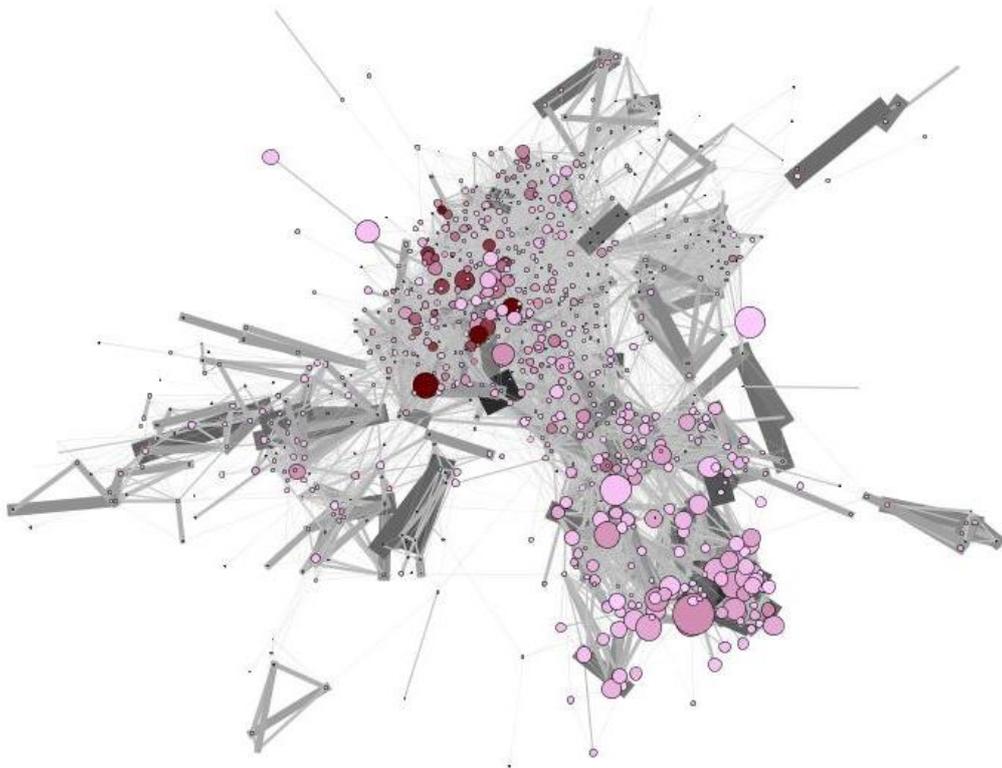


Abb. 19: *Bibliographic-Coupling* aller Autoren; Graphik aus dem *Science2Science* Programm: *Bibliographic-Coupling* mit allen Artikeln aller fünf Autoren

In Abb. 19 sehen wir ein intensiv vernetztes, wolkenförmiges Gebilde, das anhand der Zitationen den Bezug auf gemeinsame Forschungsliteratur sichtbar macht und noch einmal aus einer anderen Perspektive die These eines gemeinsamen Denkkollektivs unterstützt. Auch hier stellen die am häufigsten zitierten Artikel, Publikationen von Gross, Roche und Derrien dar. Im Anhang findet sich die Beschreibung der Abb. 19.

Der Analyse der Artikel aller Autoren folgt die Analyse der Teams.

Abb. 20: *Bibliographic-Coupling* der Teams

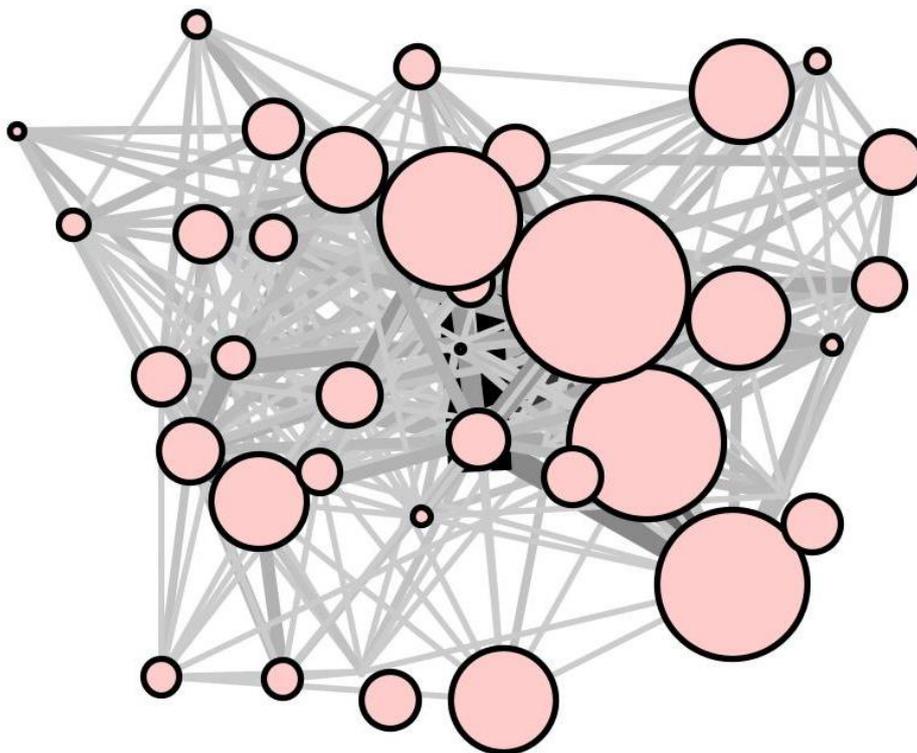


Abb. 20: *Bibliographic-Coupling* der Teams; Graphik aus dem *Science2Science* Programm: *Bibliographic-Coupling* mit den Artikeln des englischen und des französischen Teams

In Abb. 20 sehen wir an der Farbe der Punkte die Häufigkeit, mit der ein Artikel in den Artikeln der beiden Teams zitiert wird (*local citation count*). Die Größe der Punkte spiegelt insgesamt die Häufigkeit der Zitation (*global citation count*) wider. Die häufigsten Artikel sind hier von Roche und Gross verfasst. Häufiger denselben Artikel zitieren immer nur das englische oder das französische Team (hier als dickere, dunklere Linien sichtbar). Besonders zwei Artikel von Gross und Pitt-Rivers zitieren viel gemeinsam, beispielhaft erkennbar an der schwarzen Kante.^{210 211} Insgesamt beziehen die Teams sich auf ähnliche Forschungsliteratur, wobei jedes Team mit unterschiedlicher Häufigkeit bestimmte Artikel zitiert.

Zusammenfassend lässt sich nach den quantitativen Zitationsanalysen feststellen, dass die drei verschiedenen methodischen Zugänge – *Paper-Paper-Citation*, Kozitation und *Bibliographic*

²¹⁰ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1952): Experimental Study of Thyroid Metabolism with Radioactive Iodine. In: *British Medical Bulletin* 8: 136-141.

²¹¹ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): Recent Knowledge of the Biochemistry of the Thyroid Gland. In: *Vitamins and Hormones - Advances in Research and Applications* 11: 159-172.

Coupling – zum selben Ergebnis kommen und die These eines gemeinsamen Denkkollektivs zwischen den englischen und französischen Wissenschaftlern erhärten.

Auffällig ist auch, dass der *global citation count* und der *local citation count* häufig nicht übereinstimmen. Die dunklen Punkte sind oft die kleineren Punkte, besonders gut zu sehen in Abb. 16 und 19. Hieran erkennt man auch die Bedeutsamkeit des gegenseitigen Zitierens innerhalb des Denkkollektivs.

5.2 Wie kam es zur Entdeckung von T3?

Harington, der zu dieser Zeit am Institut für pathologische Chemie an der *University College Medical School* arbeitete, isolierte als Erster Thyroxin²¹² und ein Jahr später gelang es ihm auch es zu synthetisieren.²¹³ Mit diesen wichtigen Erkenntnissen für die Schilddrüsenforschung schuf er sich einen unbestreitbaren Platz unter seinen Kollegen. Auch Pitt-Rivers bewunderte Harington und seine Arbeit und fing an, noch während sie an der *University College Medical School* war, in seiner Arbeitsgruppe zu arbeiten.²¹⁴

Gross arbeitete zunächst mit Leblond am Institut für Anatomie an der McGill Universität in Montreal. Als Gross in den 1940er Jahren sein Mitarbeiter wurde, arbeitete er an der Erforschung der Funktionen der Schilddrüse. Leblond hatte in Frankreich den Umgang mit dem radioaktiven Isotop I-128 gelernt und war vertraut mit der Methode der Autoradiographie, durch welche chemische Komponenten sichtbar gemacht werden können.²¹⁵ Durch die neue Methode der Papierchromatographie stand den Forschern noch eine weitere Möglichkeit zur Verfügung ihre Studien durchzuführen.²¹⁶ Noch in Kanada versuchten sie jodierte Aminosäuren im Plasma und in Schilddrüsenextrakt nachzuweisen. Zunächst versuchten sie mittels der Papierchromatographie zu bestätigen, dass Thyroglobulin mit Hilfe eines proteolytischen Enzyms Thyroxin freisetzt und der Frage nachzugehen, ob noch weitere jodierte Aminosäuren freigesetzt werden und dann im Plasma nachweisbar sind. Sie konnten Monoiodtyrosin, Diodotyrosin, Jod und Thyroxin an Proteine gebunden nachweisen. Zusätzlich konnten sie einen unbekanntes Stoff in 10 von 10 Versuchsreihen und zwei andere unbekanntes Stoffe in 7 von

²¹² Harington, C.R. (1926): Chemistry of Thyroxine: Isolation of Thyroxine from the Thyroid Gland. In: *Biochemical Journal* 20: 293-299.

²¹³ Harington, C. R., Barger, G. (1927): Chemistry of Thyroxine: Constitution and Synthesis of Thyroxine. In: *Biochemical Journal* 21: 169-183.

²¹⁴ Tata (1994): 331.

²¹⁵ Gross, J. (1993): The Finding of 3'-3,5 Triiodothyronine: Personal Account. In: *Thyroid* 3: 161.

²¹⁶ Sawin (1988): *Thyroid Hormone*: 173.

10 Versuchsreihen nachweisen.²¹⁷ Auch in einem nächsten Experiment konnten sie Monoiodtyrosin, Diiodtyrosin, Jod und Thyroxin im Schilddrüsenextrakt nach unterschiedlichen Zeitintervallen nachweisen. Im Plasma konnten sie Jod, Thyroxin und bei Ratten, die einem Jodmangel ausgesetzt waren, den unbekanntes *Compound No1* messen. Weiterhin konnten sie bestätigen, dass Thyroglobulin seine jodierten Bestandteile durch Proteolyse abgibt, dabei gehen Thyroxin und wahrscheinlich auch der unbekanntes *Compound No1* ins Blutplasma über.²¹⁸ Dies war ein glücklicher Zufall, denn damals wusste man noch nicht, dass sich die T3/T4-Ratio unter Jodmangel zu Gunsten des Trijodthyronins verschiebt.²¹⁹ Auch im Labor von Roche am *Collège de France* beschäftigten sich die Forscher mit jodierten Aminosäuren. Deren Studie zur Chromatographie von jodierten Aminosäuren, die 1950 veröffentlicht wurde,²²⁰ wird von Gross und Leblond in ihrem Artikel „*The Presence of Free Iodinated Compounds in the Thyroid and their Passage into the Circulation*“²²¹ zitiert. Hierin entwickelten die Franzosen eine neue (einfache und bessere) Methode um jodierte, radioaktiv markierte Stoffe darzustellen. Weiterhin konnten sie zeigen, dass Monoiodtyrosine wichtige Bestandteile von Thyroglobulin sind.²²² In drei weiteren Artikeln beschäftigten sie sich 1951 eingehender mit der Jodierung und Dejodierung verschiedener Stoffe und versuchten so sich den ablaufenden Mechanismen innerhalb der Schilddrüse zu nähern.²²³

Gross ging im August 1950 nach London, um im Labor von Harington und Pitt-Rivers zu forschen. Auch dieses Labor war damals bekannt für seine Forschung an Schilddrüsenhormonen und das NIMR als Zentrum für Papierchromatographie, da A.J.P. Martin, der das Verfahren der Verteilungschromatographie erfand und dafür mit einem Nobelpreis ausgezeichnet wurde, dort arbeitete.²²⁴ Ein Ziel der Zusammenarbeit von Pitt-Rivers und Gross war *Unknown1* zu identifizieren.²²⁵

²¹⁷ Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: *Science* 111: 605–608.

²¹⁸ Gross, J., Leblond, C.P. (1951): The Presence of Free Iodinated Compounds in the Thyroid and their Passage into the Circulation. In: *Endocrinology* 48: 714-725.

²¹⁹ Galton (2013): The History of Triiodothyronine: 10.

²²⁰ Roche, J., Jutisz, M., Lissitzky, S., Michel, R. (1950): Chromatographie quantitative des acides aminés iodés radioactifs de la thyroglobuline marquée. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 231: 723-725.

²²¹ Gross, J., Leblond, C.P. (1951): The Presence of free Iodinated Compounds in the Thyroid and their Passage into the Circulation. In: *Endocrinology* 48: 714-725.

²²² Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 997–998.

²²³ Gross, J. (1954): Thyroid hormones. In: *British Medical Bulletin* 10: 219-220.

²²⁴ Tata (1994): 334.

²²⁵ Gross (1993): The Finding: 163.

Schon in den 1930er Jahren konnte in Haringtons Labor nachgewiesen werden, dass Thyroxin durch Kondensation von zwei Molekülen Diiodtyrosin hergestellt werden konnte.²²⁶ Im Labor von Roche am *Collège de France* konnte dies in vivo bestätigt werden. Sie konnten diesen Prozess in Thyroglobulin nachweisen. Daraufhin formte sich in beiden Laboren der Gedanke, dass wenn sich Monoiodtyrosin auch in Thyroglobulin nachweisen ließe, vielleicht auch ein Stoff mit drei Jodatomen existent wäre, welcher durch die Verbindung von Mono- und Diiodtyrosin entstehen könnte.²²⁷ Sowohl in Frankreich als auch in England waren somit die Forschergruppen damit beschäftigt, den unbekanntem Stoff, eventuell nur mit drei Jodatomen, zu identifizieren. Hierbei unterschieden sie sich jedoch in ihren Herangehensweisen:

1951 konnten Pitt-Rivers und Gross dann zeigen, dass zwei nicht identifizierte Stoffe nach Gabe von therapeutischen Dosen von radioaktiv markiertem Jod im menschlichen Plasma vorhanden sind. Gleichzeitig stellten sie keinen Unterschied in der nachgewiesenen Jodmenge bei hyperthyreoten und euthyreoten Patienten fest, weshalb sie zu der Erkenntnis kamen, dass diese Erkrankung eher ein Problem der Quantität der Schilddrüsenhormone sei und weniger ein qualitatives Problem.²²⁸ In einem nächsten Schritt synthetisierten sie 3,5,5-Trijodthyronin aus 3,5-Diiodthyronin,²²⁹ (die Ergebnisse dieses Experiments, wurden erst später veröffentlicht) und versuchten zu zeigen, dass Trijodthyronin in der Papierchromatographie nicht unterscheidbar ist von *Unknown1*, wie es im Plasma und im Schilddrüsengewebe von Ratten isoliert werden konnte.²³⁰ Auch wenn die Analyse der veröffentlichten Artikel darauf schließen lässt, dass es sich hierbei um einen geplanten Ablauf handelte, muss man hier von einem glücklichen Zufall sprechen. Pitt-Rivers unterlief bei der Herstellung von Thyroxin ein Fehler und sie stellte einen Stoff her, der *Unknown1* entsprach. Sie fragte sich, welchen Stoff sie wohl hergestellt haben könnte. Als Biochemikerin hatte sie jedoch schnell eine Vermutung. Da der letzte Schritt in der Herstellung von Thyroxin die Jodierung war, lag es nahe, dass hier ein Fehler unterlaufen sein musste. Der hergestellte Stoff hatte wahrscheinlich nur drei Jodatome und nicht vier wie Thyroxin. Mit dieser Idee stellte sie willentlich einen Stoff mit nur drei

²²⁶ Harington, C. R., Barger, G. (1927): Chemistry of Thyroxine: Constitution and Synthesis of Thyroxine. In: *Biochemical Journal* 21: 170.

²²⁷ Tata (1994): 334 f..

²²⁸ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1951): Unidentified Compounds in Human Plasma in Addition to Thyroxine and Iodide. In: *The Lancet* 258: 766–767.

²²⁹ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): 3:5:3'-Triiodothyronine. 1. Isolation from Thyroid Gland and Synthesis. In: *Biochemical Journal* 53: 645–652.

²³⁰ Gross, Pitt-Rivers (1952): The Identification of 3,5,3'-L-Triiodothyronine in Human Plasma.

Jodatomen her.²³¹ Gross beschreibt dieses Vorgehen als „*educated guess*“.²³² Diesen konnte sie dann sowohl in Patienten, die mit Radiojod behandelt wurden, als auch in Ratten nachweisen.²³³ Bei der Betrachtung der Veröffentlichungen fällt auch auf, dass die Identifizierung des Hormons früher veröffentlicht wurde, als andere Schritte, die eigentlich logischerweise vorher entdeckt wurden. Die Geschwindigkeit und Reihenfolge der Veröffentlichungen wird jedoch an späterer Stelle beleuchtet. Pitt-Rivers und Gross benutzten bei der Identifizierung von Trijodthyronin Plasmaproben von euthyreoten, hypo- und hyperthyreoten Patienten nach Radiojodtherapie. Diese wurden mit einem Lösungsmittel behandelt. Dann werteten sie die Proben mit Hilfe einer Papierchromatographie und einer Dünnschichtchromatographie (Kieselguhr-Column, diese entwickelte Gross gemeinsam mit A. Martin, um ihre Identifizierung zusätzlich mit einer anderen Methode belegen zu können)²³⁴ aus.²³⁵ Gross bestand auf die Konzentrierung ihrer Arbeit auf menschlichen Plasmaproben.²³⁶ Gleichzeitig folgten sie der Annahme, dass Trijodthyronin sehr viel potenter ist als Thyroxin und deswegen die biologisch relevante Hormonfraktion darstelle.²³⁷ Auch wenn sie zu Beginn noch die Sorge hatten, dass Trijodthyronin keine biologische Aktivität aufweise, da sie dies von Diiodthyronin schon wussten.²³⁸

Mit dem Artikel über die Identifizierung von Trijodthyronin veröffentlichten Pitt-Rivers und Gross innerhalb von sechs Monaten noch zwei weitere Artikel im *The Lancet* zur gleichen Thematik. In einem Versuch konnten sie die physiologische Aktivität von synthetischem Trijodthyronin zunächst an Ratten messen, in welchen es eine dreifach höhere Wirkung hatte als Thyroxin bei der Kropfprävention.²³⁹ In einer weiteren Studie in Zusammenarbeit mit W.R. Trotter aus dem *University College Hospital* wurde die Wirkung bei Patienten mit Myxödem untersucht.²⁴⁰ Auch wenn sich bei diesen Artikeln die Frage stellt, inwieweit sie heute noch in dieser Form veröffentlicht werden könnten, da die Datenlage damals dürftig war, sollten Pitt-

²³¹ Pitt-Rivers, R.: The Thyroid Hormones: Historical Aspects. In: Li, C.H. (1978): Hormonal Protein and Peptides, Thyroid Hormones 6. New York: Academic Press: 413-414.

²³² Gross (1993): The Finding: 164.

²³³ Sawin (1988): Thyroid Hormone: 169.

²³⁴ Gross (1993): The Finding: 165.

²³⁵ Gross, Pitt-Rivers (1952): The Identification of 3,5,3'-L-Triiodothyronine in Human Plasma.

²³⁶ Tata (1994): 334.

²³⁷ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): 3:5:3'-Triiodothyronine. 2. Physiological Activity. In: Biochemical Journal 53: 652-657.

²³⁸ Gross (1993): The Finding: 167.

²³⁹ Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1952): Physiological Activity of 3:5:3'-L-Triiodothyronine. In: The Lancet 259: 593-594.

²⁴⁰ Gross, J., Pitt-Rivers, R., Trotter, W.R. (1952): Effect of 3:5:3'-L-Triiodothyronine in Myxoedema. In: The Lancet 259: 1044-1045.

Rivers und Gross Recht behalten.²⁴¹ 1953 wurden dann auch im *Biochemical Journal* zwei weitere Artikel veröffentlicht, in welchen sie mehr Daten zur Synthese und physiologischen Aktivität von Trijodthyronin ausgewertet hatten.²⁴² Hierbei handelt es sich um Übersichtsarbeiten, die den aktuellen Forschungsstand zusammenfassen.

Die Herangehensweise der französischen Forschergruppe war biochemischer und ohne menschliches Probenmaterial: Die Nähe zur klinischen Medizin war hier weniger vorhanden als bei Pitt-Rivers und Gross.

Roche, Michel und Lissitzky beschrieben schon 1951 eine dejodierende Aktivität in Schafsschilddrüsen, wodurch sich ihre Vermutung festigte, dass es sich bei der unbekannt Substanz um einen Stoff mit weniger Jodatomen, zum Beispiel mit nur drei Jodatomen, handele.²⁴³ Weiterhin gingen sie davon aus, dass aus Diiodthyronin durch Jodierung an zwei Stellen Thyroxin entstehe. Sie wollten dies reproduzieren, indem sie versuchten aus Diiodthyronin Thyroxin herzustellen. Zusätzlich wollten sie untersuchen, ob Trijodthyronin nicht ein Präkursor (Vorläufer) von Thyroxin sei. Sie stellten dann durch die Jodierung von Diiodthyronin zum ersten Mal Trijodthyronin her und konnten diesen Stoff gleichzeitig auch in Proteinen der Schilddrüse nachweisen, nachdem diese mit radioaktivem Jod markiert wurden.²⁴⁴ In zwei folgenden Artikeln beschäftigten sie sich mit dem Vorkommen von Triiodthyronin in Thyroglobulin und dessen Biosynthese. In den Artikeln beziehen sie sich auf die Arbeiten von Pitt-Rivers und Gross und bemerken, dass deren Ergebnisse ihren eigenen entsprechen, auch wenn sie unabhängig („*indépendamment*“)²⁴⁵ und mit anderen Techniken („*téchniques différentes*“)²⁴⁶ zu diesen gekommen waren. Im ersten Artikel von 1952 formt sich auch die Idee, dass Trijodthyronin wichtiger zu sein scheint als Diiodthyronin.²⁴⁷ Der Artikel

²⁴¹ Tata (1994): 335.

²⁴² Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953). 3:5:3'-Triiodothyronine. 1. Isolation from Thyroid Gland and Synthesis. In: *Biochemical Journal* 53: 645–652

²⁴³ Roche, J., Michel, R., Lissitzky, S., Michel, O. (1951): Sur la formation diodures a partir de la diiodotyrosine dans le corps thyroïde et sur leur reutilisation. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 232: 2148-2150.

²⁴⁴ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 997–998.

²⁴⁵ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1953): Sur la présence de la triiodothyronine dans la thyroglobuline et sur sa biosynthèse. In: *Biochimica et Biophysica acta* 11: 220.

²⁴⁶ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la présence de triiodothyronine dans la thyroglobuline. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 1228.

²⁴⁷ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la présence de triiodothyronine dans la thyroglobuline. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 1228.

in *Biochimica et Biophysica acta* ist ein etwas ausführlicherer Artikel und zitiert deswegen einige der anderen Arbeiten.²⁴⁸

In einigen Artikel wird auch von einem materiellen Austausch zwischen den Wissenschaftlern berichtet. In einer Publikation von Gross und LeBlond wird erwähnt, dass Pitt-Rivers die Monoiodtyrosine zur Verfügung stellte.²⁴⁹ Auch Taurog und Chaikoff bezogen die Monoiodtyrosine für ihre Experimente von Pitt-Rivers.²⁵⁰ Hier teilten die Forscher somit auch materielle Ressourcen.

Auf Abb. 21 und 22 sind die Zitierungen innerhalb der einzelnen Artikel, die wichtig für die Entdeckung von Trijodthyronin waren, dargestellt. Hiermit wird verdeutlicht, inwieweit die beiden Gruppen innerhalb eines Denkkollektivs anzusiedeln sind. Da zwei der Artikel nur in *Medline* gelistet sind und so ihre Zitationen nicht mit dem Zitationsprogramm dargestellt werden können, ist Abb. 22 durch eine klassische Literaturanalyse erstellt worden. Hierzu wurden die Literaturlisten der Artikel herangezogen und ohne technische Hilfsmittel die Zitationsbeziehungen dargestellt. In beiden Abbildungen wird eine enge Beziehung zwischen den Artikeln innerhalb des Sets deutlich. Auch häufige Zitierungen der einen Forschergruppe durch die andere und umgekehrt, lassen auf eine formelle Zusammenarbeit schließen.

²⁴⁸ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1953): Sur la présence de la triiodothyronine dans la thyroglobuline et sur sa biosynthèse. In: *Biochimica et Biophysica acta* 11: 220.

²⁴⁹ Gross, Leblond, Franklin, Quastel (1950): Presence of Iodinated Amino Acids: 605.

²⁵⁰ Taurog, A., Tong, W., Chaikoff, I.L. (1950): The Monoiodotyrosine Content of the Thyroid Gland. In: *Journal of Biological Chemistry* 184: 95.

Abb. 21: Paper-Paper-Citation ausgewählter Artikel

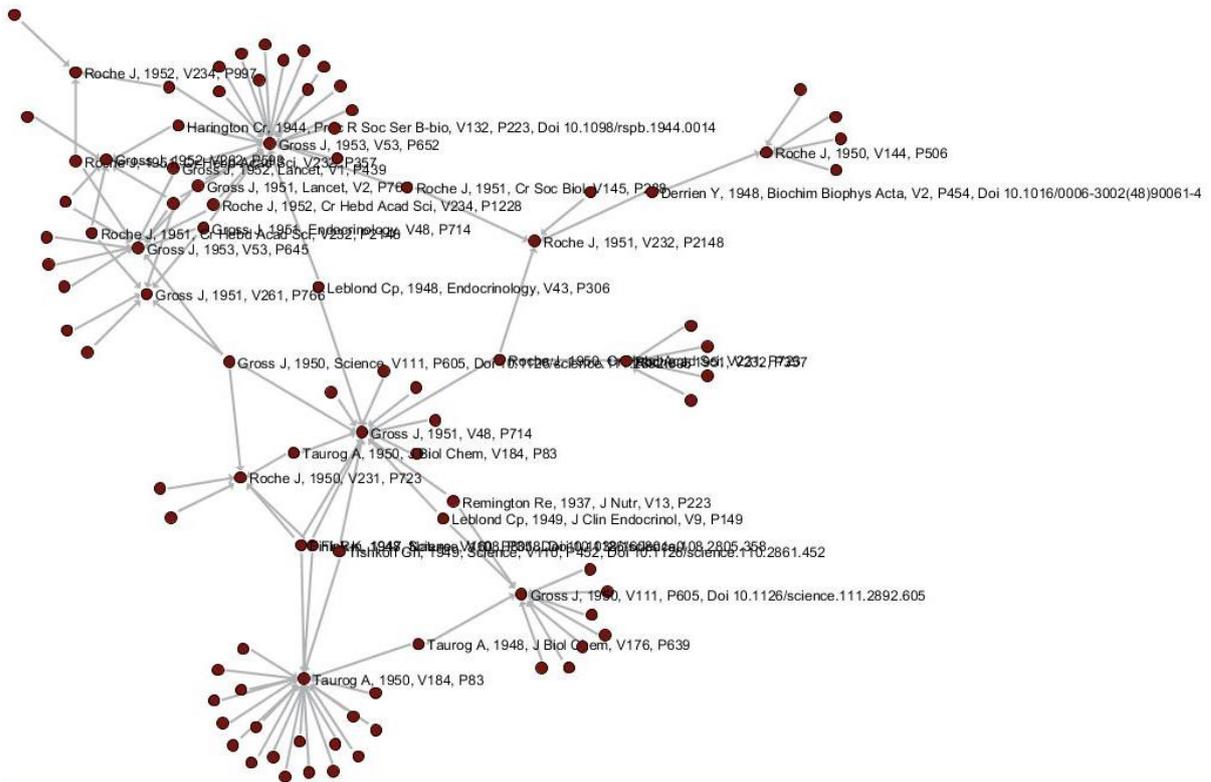


Abb. 21: Paper-Paper-Citation ausgewählter Artikel; Graphik aus dem Science2Science Programm: Paper-Paper-Citation ausgewählter Artikel auf dem Weg zur Entdeckung von Trijodthyronin

Abb. 22: Durch Literaturanalyse ausgewertete Zitationen

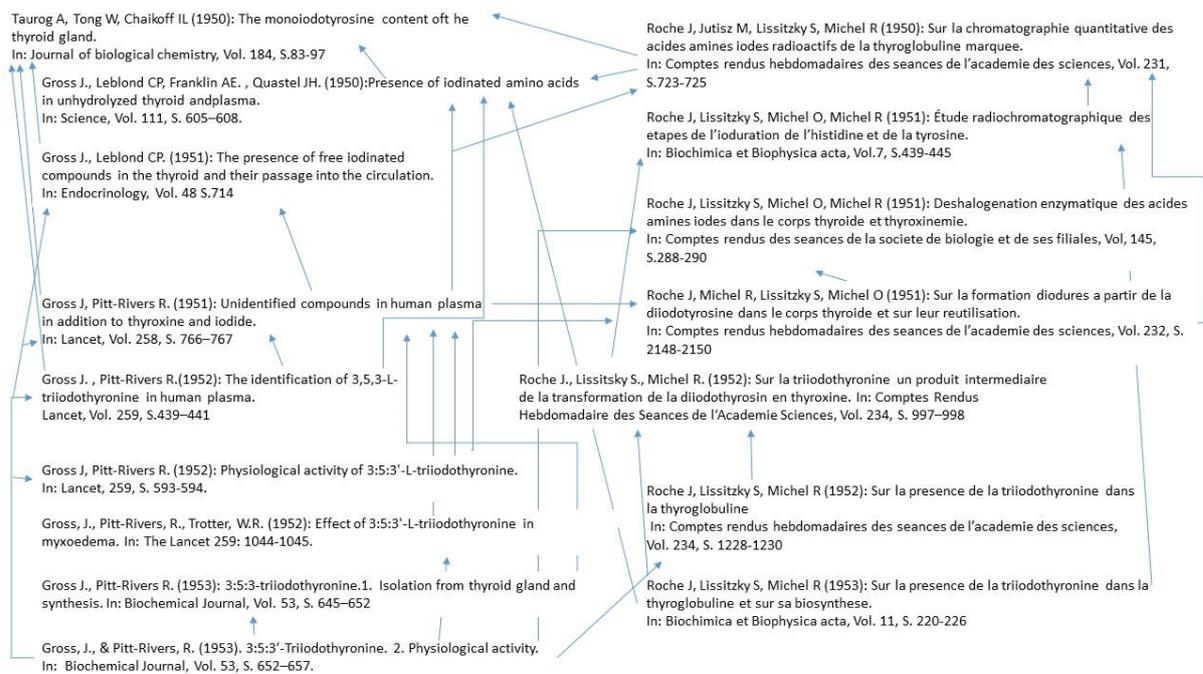


Abb. 22: Durch Literaturanalyse ausgewertete Zitationen ausgewählter Artikel auf dem Weg zur Entdeckung von Trijodthyronin

5.3 Analyse der Schlüsselartikel

Bei den Hauptartikeln, in denen von der Entdeckung von Trijodthyronin berichtet wird, handelt es sich einerseits um „*The Identification of 3,5,3'-L-Triiodothyronine in Human Plasma*“ von Pitt-Rivers und Gross, andererseits um „*Sur la triiodothyronine, produit intermédiaire de la formation de la diiodothyronine en thyroxine*“ von Roche, Michel und Lissitzky. Der englische Artikel wurde am 1. März 1952 in *The Lancet* veröffentlicht. Der französische am 25. Februar 1952 im *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*.

Durch die Analyse der zitierenden Artikel soll herausgearbeitet werden, inwieweit die beiden Artikel in einem Denkkollektiv nach Fleck anzusiedeln sind. Es stellt sich erstens die Frage, ob die Artikel von den gleichen Autoren zitiert werden. Zweites, ob ähnliche Zeitschriften diese Artikel veröffentlichen und drittens welchen Forschungsschwerpunkt diese verfolgen. Ähnlich der Analyse der einzelnen Autoren soll hier ein Bild des zitierenden Denkkollektivs gezeichnet werden. In der Gesamtheit betrachtet, soll die Frage geklärt werden, wem der Ruhm Trijodthyronin entdeckt zu haben, zugesprochen wird und welche Faktoren dies maßgeblich beeinflusst haben.

„*The Identification of 3:5:3'-L-Triiodothyronine in Human Plasma*“ von Pitt-Rivers und Gross wurde im *Web of Science* 359 Mal zitiert. Die am häufigsten in diesem Set vorkommenden Autoren sind an erster Stelle Jean Roche mit 16 Artikeln, darauffolgend Michel mit 15 und an dritter Stelle Pitt-Rivers selbst mit 12 Zitationen.

„*Sur la triiodothyronine, produit intermédiaire de la transformation de diiodotyronine en thyroxine*“ von Roche, Michel und Lissitzky wird im *Web of Science* 90 Mal zitiert. Unter den zitierenden Autoren des französischen Artikels finden sich zunächst einmal die Autoren selbst. Danach in dieser Reihenfolge erst Maclagan, Wilkinson und dann Pitt-Rivers und Gross mit fünf und vier zitierenden Artikeln. Hier kann man also sehen, dass die französischen Wissenschaftler sehr wohl den englischen Artikel regelmäßig zitieren, nicht aber zwingend umgekehrt.

Vergleicht man die verschiedenen Zeitschriften, in welchen sich auf die Artikel bezogen wird, fällt hier ein Unterschied auf. Während Pitt-Rivers und Gross vor allem in Zeitschriften mit medizinischem Bezug zitiert werden, beziehen sich Autoren aus eher biochemisch-experimentellen Zeitschriften auf Roche et al.. Die Verteilung der häufigsten Zitationen, aufgeteilt auf die Zeitschriften, finden sich für den englischen Artikel in Tabelle 3, für den französischen Artikel in Tabelle 4.

Auffällig ist auch, dass in beiden Sets die dominierende Sprache Englisch ist. Im ersten Set sind 95% der Artikel auf Englisch, im zweiten auch ungefähr 95%. Wobei hier wichtig ist zu bemerken, dass der zweite Artikel auf Französisch verfasst und veröffentlicht wurde. Die Suche nach einem Artikel, der die beschriebenen Forschungsergebnisse auch einem breiteren - englisch-sprechenden - Publikum zugänglich machte, war leider nicht erfolgreich.

Tabelle 3: Die häufigsten Zeitschriften der englischen Entdeckung

Field: Source Titles	Record Count	% of 359
JOURNAL OF CLINICAL ENDOCRINOLOGY METABOLISM	29	8.078 %
JOURNAL OF CLINICAL INVESTIGATION	19	5.292 %
LANCET	16	4.457 %
ACTA ENDOCRINOLOGICA	15	4.178 %
ENDOCRINOLOGY	15	4.178 %
BIOCHEMICAL JOURNAL	10	2.786 %
AMERICAN JOURNAL OF MEDICINE	6	1.671 %
BRITISH MEDICAL JOURNAL	6	1.671 %
DEUTSCHE MEDIZINISCHE WOCHENSCHRIFT	6	1.671 %
JAMA JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION	6	1.671 %
KLINISCHE WOCHENSCHRIFT	6	1.671 %
MAYO CLINIC PROCEEDINGS	6	1.671 %

Tabelle 3: Die häufigsten *Journals* der englischen Entdeckung; Tabelle aus dem *Web of Science*: häufigsten *Journals* im Set der Zitationen des englischen Artikels „*Identification of T3*“²⁵¹

²⁵¹ Web of Science [online: <http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do>, abgerufen am 25.5.18]

Tabelle 4: Die häufigsten Zeitschriften der französischen Entdeckung

Field: Source Titles	Record Count	% of 90
COMPTE RENDUS DES SEANCES DE LA SOCIETE DE BIOLOGIE ET DE SES FILIALES	6	6.667 %
ACTA ENDOCRINOLOGICA	4	4.444 %
BIOCHEM JOUR	4	4.444 %
BIOCHEMICAL JOURNAL	4	4.444 %
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA	4	4.444 %
THE BIOCHEMICAL JOURNAL	4	4.444 %
BIOCHIM ET BIOPHYS ACTA	3	3.333 %
BULLETIN DE LA SOCIETE CHIMIQUE DE FRANCE	3	3.333 %
PHYSIOL REVS	3	3.333 %
PHYSIOLOGICAL REVIEWS	3	3.333 %
PROC SOC EXPTL BIOL AND MED	3	3.333 %
PROCEEDINGS OF THE SOCIETY FOR EXPERIMENTAL BIOLOGY AND MEDICINE	3	3.333 %

Tabelle 4: Die häufigsten *Journals* der französischen Entdeckung; Tabelle aus dem *Web of Science*: häufigsten *Journals* im Set der Zitationen des französischen Artikels „*Sur la triiodothyronine, produit intermediaire de diiodothyronin en thyroxine*“²⁵²

²⁵² Web of Science [online: <http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do>, abgerufen am 25.5.18]

6. Die Entdeckung vor der Entdeckung

Im Verlauf der vorliegenden Untersuchung wurde dank der australischen Professorin Samantha Richardson die Existenz einer australischen Forschergruppe erkennbar, die sich ebenfalls mit dem Schilddrüsenmetabolismus beschäftigte, aber in diesem Zusammenhang kaum genannt wird.

Schon im Juni 1948 beschreiben zwei Wissenschaftler in einem Artikel im *Australian Journal of Science* die Existenz eines unbekanntes Stoffes, welchen sie Trijodthyronin nennen. In dem Artikel „*Paper Chromatography with Thyroxine and Analogues*“ schildern Francis John Raymond Hird und Victor Martin Trikojus ihre Experimente zum Schilddrüsenmetabolismus. Auch sie forschten an der Aufklärung der Struktur von verschiedenen Stoffen, die in der Schilddrüse vorhanden waren oder von ihr ausgeschieden wurden. Bei ihren Experimenten fiel ihnen ein noch nicht beschriebener Stoff auf, der in der Papierchromatographie zwischen Diiodthyronin und Thyroxin liegt. Sie stellten die Hypothese auf, dass es sich hierbei um einen Stoff mit nur drei Jodatomen handele, da sie davon ausgingen, dass die Löslichkeit der verschiedenen Stoffe von der Anzahl der Jodatome abhängt. Sie nannten den Stoff Trijodthyronin.²⁵³ Dies wirft die Frage auf, ob nicht eigentlich der australischen Forschergruppe die Anerkennung zusteht, Trijodthyronin entdeckt zu haben. Sie werden jedoch fast nie in diesem Zusammenhang erwähnt. In einem nächsten Schritt stellt sich die Frage warum Pitt-Rivers und Gross oder Roche, Michel und Lissitzky sie nicht in ihren Artikeln zur Entdeckung des Hormons zitieren. Wussten sie nicht von den Forschungsergebnissen der Australier oder haben sie diese eventuell absichtlich übergangen?

Zunächst zur ersten Frage, warum die australischen Forscher nicht als Entdecker des zweiten Schilddrüsenhormons gelten.

Man kann nicht davon ausgehen, dass es sich bei den Wissenschaftlern in Australien um unbedeutende Wissenschaftler handelte, welche nicht die Aufmerksamkeit des Fachpublikums bekamen. Besonders Trikojus war auf dem Gebiet der Biochemie eine angesehene Größe: Er war Professor für Biochemie an der Universität in Melbourne, hatte davor zeitweise auch in England und Deutschland gearbeitet und war Mitglied der *Australian Biochemical Society* und der *Australian Academy of Science*. Weiterhin arbeitete er in der *International Union of*

²⁵³ Hird, J.F.R., Trikojus, J.V. (1948): Paper Partition Chromatography with Thyroxine and Analogues. In: The Australian Journal of Science 10: 185-187.

Biochemistry, wo er 1967 auch in den Vorstand berufen wurde.²⁵⁴ Und auch Hird war, wenn auch später, Professor für Biochemie an der Universität in Melbourne von 1964-1985 und Dekan der *Faculty of Science* im Jahre 1972.²⁵⁵

In dem Artikel, in welchem sie den Stoff Trijodthyronin zum ersten Mal beschreiben, messen sie jenem nicht viel Bedeutung bei. Sie berichten zwar von einem bisher unbekanntem Stoff, von dem sie ausgehen, dass er nur drei Jodatome besitzt, liefern aber keine Beweise für dessen Struktur oder Aktivität. Obwohl in einem Assay ein „Thyroxingehalt“ von 75% nachgewiesen werden konnte, wurde in einem Bioassay mit Thiouracil behandelten Ratten nur ein Drittel der biologischen Aktivität des neu entdeckten Stoffes im Vergleich zu Thyroxin festgestellt. Seine physiologische Aktivität wäre damit nicht wirklich relevant. Die Forscher gingen eher davon aus, dass es sich bei Trijodthyronin wie bei Diiodthyronin um ein Zwischenprodukt auf dem Weg zum Thyroxin handelt.²⁵⁶ Wenn man dieser Situation die Situation von Pitt-Rivers und Gross einige Jahre später gegenüberstellt, welche eine deutlich höhere biologische Aktivität im Vergleich zu Thyroxin nachweisen konnten, kann man sich vorstellen, dass dies eine sehr viel interessantere Entdeckung war. Sie stellten damit die bisher geltende Vorstellung in Frage, dass Thyroxin das physiologisch aktive Schilddrüsenhormon war. Mit dieser beachtlichen Entdeckung konnten sie die Aufmerksamkeit des Fachpublikums und auch der veröffentlichen Zeitschriften gewinnen.

In der Sekundärliteratur wird der Name von Hird und Trikojus in Bezug auf die Entdeckung von Trijodthyronin selten aufgeführt. Im *Australian Dictionary of Biography* wird Trikojus als der eigentliche Entdecker des zweiten Schilddrüsenhormons genannt, wobei angemerkt wird, dass dies Pitt-Rivers „fälschlicherweise“ zugeschrieben würde und sie den Artikel der Australier nicht zitiert, obwohl sie ihn kannte.²⁵⁷ In *Endocrinology: People and Ideas* wird beschrieben, dass Trikojus und Hird Trijodthyronin schon 1948 beschrieben, jedoch keinen Beweis zur Struktur des Stoffes geliefert zu haben.²⁵⁸ Auch Solomon Berson schreibt in „*Pathways of Iodine Metabolism*“: „*this compound (Trijodthyronin) was tentatively identified*

²⁵⁴ Humphreys, L.R. (2012): Trikojus, Victor Martin (Triko) (1902-1985). In: Australian Dictionary of Biography 18, [online: <http://adb.anu.edu.au/biography/trikojus-victor-martin-triko-15619>, abgerufen am 20.5.16]

²⁵⁵ Faculty of Science at the University of Melbourne: Biographical Entry [online: <http://www.austehc.unimelb.edu.au/umfs/biogs/UMFS236b.htm>, abgerufen am 21.4.18]

²⁵⁶ Hird, Trikojus (1948): Thyroxine and Analogues: 185-187.

²⁵⁷ Humphreys (2012): Trikojus.

²⁵⁸ Sawin (1988): Thyroid Hormone: 170.

by Hird and Trikojus“.²⁵⁹ Jedoch wird auch hier deutlich, dass es sich eher um eine Idee oder eine Vermutung ohne eindeutigen Beweis handelte.

Auch viele andere Biochemiker, die sich mit der Schilddrüse befassten, mussten Trijodthyronin in ihren Proben gehabt haben, dachten jedoch nie daran, es näher zu bestimmen. Und wenn sie eine Ahnung oder einen Teilerfolg hatten, verfolgten sie diese Spur nicht.²⁶⁰ Selbst Kendall, dem es gelang Thyroxin zu isolieren, schrieb schon 1928, dass es eine Substanz in der Schilddrüse geben müsse, die genauso aktiv oder noch aktiver wäre als Thyroxin. Da in seinen Studien die gesamte Schilddrüsenaktivität nicht der Aktivität des Thyroxins entsprach, schloss er darauf, dass es noch eine andere aktive Substanz geben müsse.²⁶¹ Auch Harington erkannte die Diskrepanz, welche zwischen der Gesamtaktivität der Schilddrüse und der Aktivität des Thyroxins vorlag. Er hatte jedoch die Theorie, dass ein Peptid des Thyroxins existiere, das aktiver war als Thyroxin, allerdings bei der Isolation zerfiel.²⁶² Somit konnten beide Trijodthyronin nicht als aktiven Metaboliten der Schilddrüse identifizieren, auch wenn sie dessen Existenz schon ahnten.²⁶³

Anhand dieser Umstände kann man davon ausgehen, dass wahrscheinlich auf Grund der fehlenden Beweise, dass es sich bei dem entdeckten Stoff, um ein physiologisch aktives Hormon handele, die Ergebnisse von Hird und Trikojus nicht die Beachtung bekamen, die sie verdient hätten.

Vielleicht auch gerade durch die simultane Entdeckung durch das Forscherteam in England und das in Frankreich und damit durch die Bestätigung der Forschungsergebnisse der jeweils anderen, konnte ihre Entdeckung leichter Geltung erlangen. Aus dem gleichen Grund verfolgten sie eventuell auch noch beharrlicher ihre Thesen.

Nun zu der Frage der fehlenden Zitierung der australischen Forschungsergebnisse von Seiten Pitt-Rivers und Gross bzw. Michel, Roche und Lissitzky. Als Erstes wird die Zitationsgraphik untersucht, in welcher die Zitationszusammenhänge der Publikationen der englischen und französischen Forscherteams dargestellt werden. In dem Ausschnitt des Netzwerkes in Abb. 23 kann man zwei Artikel entdecken: Einen verfasst von Hird und einen von Trikojus. Beide werden von den Franzosen zitiert.

²⁵⁹ Berson, S.A. (1956): Pathways of Iodine Metabolism. In: The American Journal of Medicine 20: 660.

²⁶⁰ Sawin (1988): Thyroid Hormone: 170.

²⁶¹ Kendall, E.C., Simonsen, D.G. (1928): Seasonal Variations in the Iodine and Thyroxine Content of the Thyroid Gland. In: Biochemical Journal 80: 357-377.

²⁶² Harington, C.R. (1935): Biochemical Basis of Thyroid Function. In: The Lancet 228: 1262 f..

²⁶³ Pitt-Rivers (1978): The Thyroid Hormones: Historical Aspects: 410.

Abb. 23: Hird und Trikojus in der *Paper-Paper-Citation* der Teams

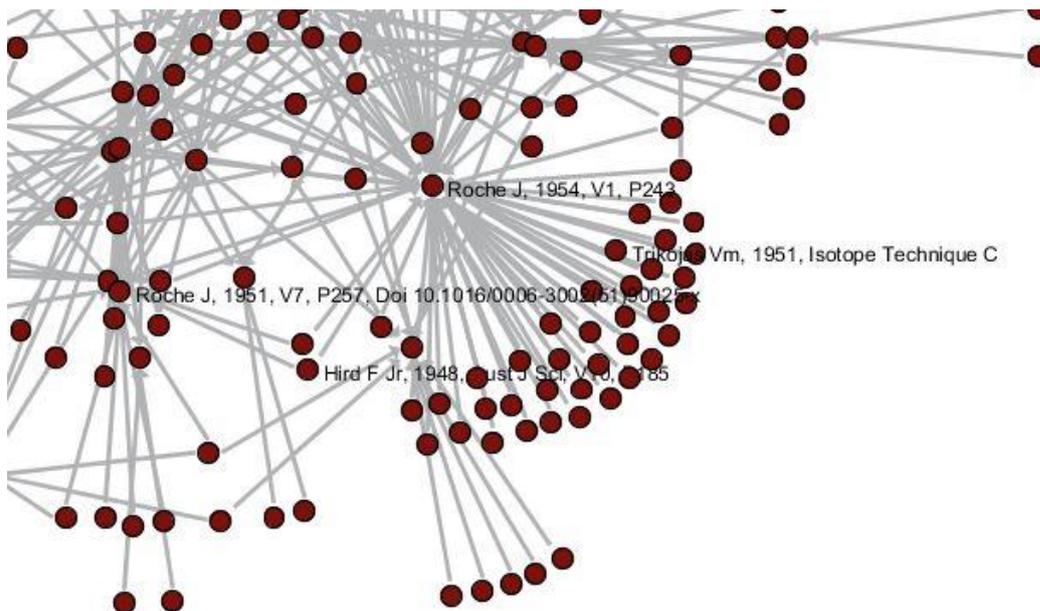


Abb. 23: Hird und Trikojus in der *Paper-Paper-Citation* der Teams; Ausschnitt der *Paper-Paper-Citation* des englischen und des französischen Teams.

Bei dem Artikel von Hird handelt es sich um den Artikel von 1948, in welchem sie Trijodthyronin zum ersten Mal beschreiben.

Hird und Trikojus zitieren in ihrem Artikel wiederum Pitt-Rivers und Haringtons Artikel „*Mono-iodotyrosine*“ aus dem *Biochemical Journal* von 1944.²⁶⁴ Man kann also davon ausgehen, dass eine gegenseitige Kenntnis der Forschungsergebnisse bestand.

Insgesamt wird der Artikel „*Paper Chromatography with Thyroxine and Analogues*“ im *Web of Science* 33-mal zitiert. Somit kann man hier nicht von einem vielbeachteten Artikel ausgehen. Vier Mal wird der Artikel von Michel und Roche zitiert, zwei davon sind gemeinsam mit Lissitzky verfasst. Demnach kann festgehalten werden, dass die Franzosen noch vor der Veröffentlichung ihres Artikels zur Entdeckung von Trijodthyronin von den australischen Forschungsergebnissen gewusst haben. Sie zitieren diese aber nicht in „*Sur la triiodothyronine un produit intermediaire de la transformation de la diiodothyrosin en thyroxine*“. Im Artikel „*Chromatographie quantitative des acides aminés iodés radioactifs de la thyroglobuline marquée*“ stellen die Franzosen unter anderem die Arbeit von Hird und Trikojus zur Chromatographie von Thyroxin und dessen Vorläufern als „Ausgangspunkt für ihre eigenen

²⁶⁴ Harington, C.R., Pitt-Rivers, R.V. (1944): Mono-iodotyrosine. In: *Biochemical Journal* 38: 320-321.

Untersuchungen dar“.²⁶⁵ Auch wenn Roche, Michel und Lissitzky in ihrem Artikel „*Chromatographic Analysis of Radioactive Iodine Compounds from the Thyroid Gland and Body Fluids*“ von 1954, die Schilddrüsenstoffe beschreiben, die bis zum diesem Zeitpunkt identifiziert worden waren, zitieren sie in diesem Zusammenhang nur sich selbst und den *Lancet*-Artikel von Pitt-Rivers und Gross. Hird und Trikojus zitieren sie in diesem Artikel in Bezug auf ein Lösungsmittel, welches die Beiden zur Analyse benutzt hatten.²⁶⁶ Im Artikel „*Natural and Artificial Iodoproteins*“ zitieren Roche und Michel den Artikel auch nur dahingehend, dass er das chromatographische Verhalten von Diodthyrosin, Thyroxin und ähnlichen Stoffen untersucht.²⁶⁷ Und im letzten Artikel „*Sur la présence de la 3-5-3'-Triiodothyronine dans lidocaseine*“ greifen sie eine Hypothese zur Entstehung von Trijodthyronin von Hird und Trikojus auf.²⁶⁸ Auch wenn sie im letzten Artikel implizieren, dass Hird und Trikojus Trijodthyronin schon bekannt war, gestehen sie ihnen nicht zu, dass sie noch vorher Trijodthyronin entdeckt haben.

Gross zitiert den Artikel einmal in seiner Übersichtsarbeit „*Thyroid Hormones*“ und beruft sich dabei auf die Ergebnisse über die Sensitivität der Erkennung von verschiedenen jodierten Stoffen in der Papierchromatographie.²⁶⁹ Gross zieht die Forschungsergebnisse der Australier bezüglich ihrer Methodik heran, geht aber nicht darauf ein, dass diese auch schon vor ihm selbst Trijodthyronin entdeckt haben. Auch Pitt-Rivers erwähnt in ihrem historischen Essay zu den Hormonen der Schilddrüse die Australier nicht.²⁷⁰

Pitt-Rivers und Gross werden gemeinsam mit Hird und Trikojus in einem Buch zur Proteinchemie erwähnt, da beide Thyroxin, Diodthyronin und Trijodthyronin als Produkte der künstlichen Jodierung von Proteinen bestimmt hatten.²⁷¹

Trotzdem stellt sich weiterhin die Frage, weshalb die beiden Forschergruppe nicht auf die Ergebnisse von Hird und Trikojus verweisen. Inwieweit es sich hier um absichtliches Nicht-Zitieren handelt, kann nur spekuliert werden. Vielleicht haben sie bewusst diese Angabe verschwiegen, um alleinige Entdecker des Hormons zu sein, vielleicht haben sie aber auch im Eifer nicht mehr an den Artikel von vor Jahren gedacht. Wahrscheinlicher wird dies auch

²⁶⁵ Roche, J., Jutisz, M., Lissitzky, S., Michel, R. (1951): Chromatographie quantitative des acides aminés iodés radioactifs de la thyroglobuline marquée. In: *Biochimica et Biophysica acta* 7: 257-262.

²⁶⁶ Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1954): *Chromatographic Analysis of radioactive Iodine Compounds from the Thyroid Gland and Body Fluids*. In: *Methods of Biochemical Analysis* 1: 243-264.

²⁶⁷ Roche, J., Michel, R. (1951): *Natural and Artificial Iodoproteins*. In: *Advances in Protein Chemistry* 6: 253-297.

²⁶⁸ Michel, Volpert, Roche (1955): *Sur la présence de la 3-5-3'-Triiodothyronine dans lidocaseine*: 1353-1356.

²⁶⁹ Gross (1954): *Thyroid hormones*: 221.

²⁷⁰ Pitt-Rivers (1978): *The Thyroid Hormones: Historical Aspects*: 391-423.

²⁷¹ Turba, F. (1954): *Chromatographische Methoden in der Protein-Chemie*. Berlin: Springer-Verlag: 259.

dadurch, dass die Australier weniger im Wirkungskreis der Europäer lagen, als die Europäer untereinander, die sich auch auf Konferenzen begegnet sind und sich dort austauschen konnten. Bei diesen Überlegungen muss auch die Entfernung der unterschiedlichen Wissenschaftler bedacht werden und dass die mediale Kommunikation zu dieser Zeit noch nicht so ausgereift war, wie sie es heute ist.

Inwieweit die Australier nicht zu dem Denkkollektiv gehörten, ist schwierig zu beantworten. Sie werden zwar von den europäischen Wissenschaftlern zitiert, jedoch sehr viel seltener und inkonsequenter als sich die Europäer untereinander zitieren. Sie gehören somit mit Sicherheit nicht zum innersten Kreis des Denkkollektivs. Trotz alledem gehören sie mit hoher Wahrscheinlichkeit dem gleichen Denkstil an. Somit stellen sie eher eine Randgruppe des Kollektivs dar, welches mit Überlappungen sein eigenes Kollektiv bildet.

7. Diskussion

7.1 Fragestellung

Um der Frage „Wie funktioniert Wissenschaft?“ nachzugehen, wurde auf multimodale Weise die Entdeckung des zweiten Schilddrüsenhormons analysiert. Die Grundthese dieser Arbeit lautet, dass sich Wissenschaftsfortschritte innerhalb von sozialen Gefügen entwickeln. Dies wurde mit Hilfe von quantitativen und qualitativen Methoden untersucht. Schon Fleck, der in den 1920er Jahren bedeutende Wissenschaftstheorien anhand medizinischer Forschung entwickelte, beschreibt Gruppen, in welchen Wissenschaftsentwicklungen vorangetrieben werden und bezeichnet diese mit dem Begriff des Denkkollektivs. Während Fleck die Entwicklung eines Krankheitsbegriffs – der Syphilis – skizzierte, wurde in dieser Arbeit die soziale Dynamik zwischen Forschergruppen selbst untersucht und die Frage gestellt, inwieweit bei der Entdeckung des Schilddrüsenhormons Kooperation und Konkurrenz eine Rolle gespielt haben. Bei den Forschergruppen handelt es sich zum einen um die englische Gruppe bestehend aus Rosalind Pitt-Rivers und Jack Gross, zum anderen um die französische Gruppe aus Jean Roche, Raymond Michel und Serge Lissitzky, die zeitgleich 1952 das Schilddrüsenhormon Trijodthyronin identifizierten. Im Verlauf der vorliegenden Untersuchung wurde eine australische Forschergruppe erkennbar, die schon 1948 Trijodthyronin beschrieb, ohne dass ihnen die Entdeckung zugeschrieben wird.

Da der Erkenntnisgewinn zur Entdeckung dieses Hormons in einem experimentellen Labor stattfand, fanden auch Knorr-Cetinas sozialwissenschaftliche Wissenschaftstheorien Eingang in diese Arbeit. Sie untersuchte in den Jahren 1976 und 1977 die Arbeit in experimentellen Laboren anhand von Feldstudien und kam dabei zu dem ähnlichen Ergebnis, dass der Erkenntnisprozess innerhalb von sozialen Strukturen stattfindet, ohne sich jedoch explizit auf Fleck zu beziehen. Im Unterschied zu den Feldstudien stellt die vorliegende Arbeit eine historische Analyse dar, die auf nachträgliche Rekonstruktionen angewiesen ist. Daher wurden einerseits die veröffentlichten Artikel als Ergebnisse der Arbeit in dem Labor und andererseits die Forschungstätigkeit der Wissenschaftler auch anhand von biographischen Informationen analysiert.

Die beiden Forscherteams stammen aus England bzw. Kanada sowie Frankreich. Aus diesem Grund ist es auch interessant nationale Stile, die Fangerau beschreibt, herauszuarbeiten. Die Beleuchtung von nationalen Stilen findet sich in dieser Arbeit erstens in der Frage nach der Verbreitung der wissenschaftlichen Neuerung wieder, zweitens in der Frage inwieweit Methoden und Ziele abhängig sind von den unterschiedlichen Nationalitäten der

Wissenschaftler sowie drittens in der Frage nach eventuell unterschiedlicher institutioneller Wissenschaftsorganisation.

7.2 Methode

Um die Forschungstätigkeit der Wissenschaftler zu untersuchen wurden bibliometrische Verfahren und klassische Literaturrecherche und Quellenarbeit verwendet, die Zitationsanalyse nimmt hier einen zentralen Stellenwert ein. Zur Vorbereitung der Zitationsanalyse wurde eine Output- und Resonanzanalyse der veröffentlichten Artikel der beteiligten Wissenschaftler durchgeführt. Hierzu wurde die Anzahl der Publikationen und deren Zitationen bestimmt. Mit Hilfe von Kennzahlen wie dem H-Index oder der mittleren Zitationsrate wurde die Forschungsleistung der einzelnen Wissenschaftler beurteilt und der Anteil der Schilddrüsenforschung innerhalb ihrer Gesamtforschungsleistung bestimmt. In weiteren Schritten wurden die Zeitschriften analysiert, in denen die Wissenschaftler am häufigsten veröffentlichten und in denen die Schlüsselartikel zitiert werden. Damit soll die fachliche Ausrichtung – z.B. Biochemie, Medizin – geprüft werden, in welcher die Wissenschaftler veröffentlicht haben. Dieses Verfahren wurde gewählt, da zu dieser Zeit die Zeitschriften noch nicht mit dem *Impact Factor* gerankt wurden. Die untersuchten Zeitschriften werden jedoch im *Web of Science* gelistet, wodurch auf eine gewisse Bedeutsamkeit geschlossen werden kann.

Als Quellengrundlage für die veröffentlichten Artikel und damit auch für die Zitationsanalysen diente das *Web of Science*. Das *Web of Science* stellt trotz einiger problematischer Aspekte die führende Zitationsdatenbank dar. Da der *Science Citation Index* ab 1900 bestimmt werden kann, konnte er für diese Arbeit verwendet werden. Generell ist es bei historischen Arbeiten dieser Art schwierig vollständige Datenbanken zu erhalten. Jedoch unterliegt das *Web of Science* strengen Qualitätskontrollen, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass wichtige Zeitschriften und ihre Artikel gelistet werden. Als Probleme der Quellenlage lassen sich verschiedene Punkte anführen: unterschiedliche Benennung der Autoren oder Länderzugehörigkeit beziehungsweise Schreibfehler, keine eindeutige Identifikation von Autoren mit häufigen Namen und keine Garantie auf Vollständigkeit.

Bei der Arbeit mit den Zitationsprogrammen stellte sich zudem als schwierig heraus, dass die Artikel einerseits zum Teil in unterschiedlichen Teildatenbanken des *Web of Science* gelistet sind, und andererseits, dass bei den Zitationsangaben nur der Erstautor aufgeführt wird und somit Gruppen nicht identifiziert werden können. Ersteres erforderte eine zusätzliche Analyse der Artikel, die nicht in der *Web of Science Core Collection* gelistet sind. Eine weitere

Verzerrung der Analyse ergab sich daraus, dass mehrfache Zitationen oder Zitationskopplungen im *Science Citation Index* nicht angegeben sind.

Ein besonders interessanter Aspekt zeigte sich im Nicht-Zitieren der Australier. Sie tauchen zunächst nicht in den *Clustern* auf, da sie kaum von den anderen Wissenschaftlern zitiert wurden. Nur durch aktives Suchen nach diesem Artikel und seinen Autoren, konnte dieser bisher eher unbeachtete, aber doch bedeutsame Teil im Prozess der Entdeckung des Hormons analysiert werden.

Um die Frage nach dem Denkkollektiv zu operationalisieren, wurden Zitationsgraphen erstellt. Es ist in der Literatur umstritten, ob anhand von Zitationsbeziehungen eine gedankliche oder thematische Nähe erkennbar ist, womit auf ein Denkkollektiv und einen gemeinsamen Denkstil geschlossen werden könnte. Denn die Motive für das Zitieren oder Nicht-Zitieren sind vielschichtig und können auch strategische Mittel darstellen.

Anhand von *Paper-Paper-Citation*, Kozitationen und *Bibliographic Coupling* wurde die Hypothese überprüft, ob die fünf Wissenschaftler innerhalb eines Denkkollektivs einzuordnen sind. Es wurde untersucht, ob anhand der Graphiken ein oder mehrere Netzwerke erkennbar sind und wie dicht die Zitationsbeziehungen innerhalb des Netzwerkes sind. Darüber hinaus kann anhand von Kozitationen sichtbar gemacht werden, ob es auch eine themenspezifische Zusammenarbeit gibt. In der vorliegenden Arbeit erwies sich die themenspezifische Analyse der *Abstracts* als nicht sehr aussagekräftig, was möglicherweise auf die Qualität der *Abstracts* beziehungsweise die sprachliche Differenz von Englisch und Französisch zurückzuführen ist.

Die Zitationsanalyse hat einige Vor- und Nachteile. Zu den positiven Aspekten gehört, dass es sich um ein objektives, kontextunabhängiges Verfahren handelt, welches nur die vom Autor gegebenen Informationen auswertet und nicht etwa mit selbst erstellten Schlüsselbegriffen arbeitet. Anhand von Zitationsnetzwerken können große *Cluster* von Zitierenden und Zitierten dargestellt werden. Allerdings muss auch hier ein Kompromiss gefunden werden zwischen der Größe der *Cluster* und der Möglichkeit einer übersichtlichen graphischen Darstellung. In der vorliegenden Arbeit wurde dem begegnet, indem die Größe des zugrundeliegenden Datensets eingeschränkt wurde. Dies gestaltete sich jedoch schwierig, da es keine Möglichkeit gibt, die Autoren in gleichem Maße zu berücksichtigen oder den Datensatz so zu normieren, dass eine für den kompletten Datensatz repräsentative Stichprobe entstand. Aus diesem Grund wurden zusätzlich auch immer die Artikel der Forscherteams analysiert.

Den Nachteilen der Zitationsanalyse wurde in der vorliegenden Arbeit begegnet, indem die Zitationsgraphen in Anlehnung an Fangerau et al. als Hypothesengeneratoren verwendet wurden und die Hypothesen mit Hilfe von inhaltlichen Analysen validiert wurden.

Diese inhaltliche Analyse besteht aus der Auswertung von biographischen Informationen über die beteiligten Forscher und Übersichtsarbeiten, um deren Forschungstätigkeit näher zu beleuchten. Während die Zitationsanalyse Aussagen über Art und Ausmaß der Kooperation erlaubt, beleuchtet die inhaltliche Analyse die Frage der Konkurrenz zwischen den Forschungsgruppen. Zum anderen wurde eine Rekonstruktion der Umstände auf dem Weg zur Entdeckung von Trijodthyronin angestrebt, um sich hiermit dem Denkstil der beiden Forschergruppen zu nähern.

7.3 Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Analysen

7.3.1 Interne Faktoren

Die Rekonstruktion des Forschungsstandes legt eine Differenzierung in interne und externe Faktoren nahe, welche die Wissenschaftspraxis maßgeblich bestimmen. Als interne Faktoren werden das Studiendesign - Methoden und Ziele der Wissenschaftler - und die Forschungstätigkeit bzw. die Interaktionen zwischen den Forschern bezeichnet.

Die Analysen ergeben als zentralen Befund, dass man die englischen und französischen Forscher einem Denkkollektiv zuordnen kann. Die Bedeutsamkeit von Denkkollektiven zeigt sich ex negativo auch am Fall der australischen Forschergruppe. Die Zugehörigkeit zu einem Denkkollektiv ergibt sich aus folgenden fünf Punkten, die auf einen gemeinsamen Denkstil verweisen:

1. Die Autoren arbeiten an ähnlichen Zielen und verwenden ähnliche Methoden (Studiendesign).
2. Zitationsbeziehungen sind vorhanden und besitzen ein hohes Maß an Gegenseitigkeit (Interaktion).
3. Die Forschungsschwerpunkte der einzelnen Autoren weisen einen hohen Grad an Überlappung auf.
4. Die Autoren bzw. die Artikel richten sich an dieselbe Zielgruppe.
5. Die Wissenschaftler nutzen Ressourcen und Institutionen gemeinsam (Interaktion).

Zu 1) Das gemeinsame Ziel stellt die Aufklärung des Schilddrüsenmetabolismus und damit die Identifizierung des unbekanntes Stoffes dar. Durch die Neuerungen in der Methodik der

Wissenschaft, wie zum Beispiel der Papierchromatographie, wurden den Forschern gemeinsame Mittel an die Hand gegeben, die die Anstrengungen, das Hormon zu identifizieren, beförderten. So wurde durch die gemeinsamen Instrumente die Voraussetzung für einen gedanklichen Austausch geschaffen. Zusätzlich schafft die gemeinsame Präidee im Sinne von Fleck eine gemeinsame Grundlage. Die Idee, dass es sich bei dem unbekanntem Stoff eventuell um ein Hormon mit beachtlicher Bedeutung handeln könnte, lenkte die Forschungsbemühungen der beiden Teams. Gerade diese Präidee fehlte dem australischen Team, allerdings ist nachträglich nicht auszumachen, ob die Arbeit der Australier nicht zur Präidee der Europäer beigetragen hat. Sicher ist jedoch, dass die Australier den gleichen Namen für das Hormon schon einige Jahre vorher benutzt haben. Die Zitationsanalyse belegt zudem, dass die Europäer diesen Artikel kannten.

Allerdings kann man innerhalb des Studiendesigns der Labore Unterschiede erkennen. Während das französische Labor sich auf biochemischer Ebene, anhand von nicht menschlichem Material, mit den Vorgängen in der Schilddrüse auseinandersetzt, ist im Londoner Labor durch die Verwendung von menschlichem Probenmaterial eine sehr viel engere Verknüpfung zur klinischen Medizin zu erkennen. Durch die unterschiedliche Herangehensweise können die beiden Forschergruppen ihre Ergebnisse gegenseitig und unabhängig voneinander bestätigen. Hiermit wird eine Erweiterung des Gedankenpools durch die verschiedenen Ansätze geschaffen.

Inwieweit hier das Konzept des Laboroportunismus von Knorr-Cetina anwendbar ist, ist mit Hilfe der vorliegenden Arbeit nur eingeschränkt beurteilbar. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die Gegebenheiten es den englischen Forschern erleichterten mit menschlichem Probenmaterial zu arbeiten. Auch die Kooperation zu dem Wissenschaftler, der die Papierchromatographie erfunden hatte, spiegelt einen Aspekt des Laboroportunismus wider, da diese Kooperation sehr lohnend für die Wissenschaftler war.

Zu 2) Die Zitationsanalysen ergeben intensiv vernetzte Zitationsbeziehungen, die eine gedankliche Nähe und eine zumindest formelle Zusammenarbeit erkennen lassen. Bei der Zitationsanalyse aller Artikel der fünf Autoren ergibt sich, dass sich die Hälfte der Artikel innerhalb eines Netzwerkes befindet. Bestätigt wird dieser formale Befund durch eine Rekonstruktion des Inhalts der einzelnen Artikel auf dem Zitationspfad zur Identifizierung des Trijodthyronins. Bei der Rekonstruktion des Entdeckungsprozesses von Trijodthyronin stellten sich 16 Artikel als relevant heraus, in denen sich die Wissenschaftler gegenseitig zitierten und dadurch gemeinsam den Forschungsprozess vorantrieben. Hierbei kann man auch das Konzept

der Transformation beobachten, wie es Knorr-Cetina und Fangerau beschreiben. Dadurch, dass das Gedankengut von der einen Forschergruppe der anderen Forschergruppe übermittelt wird, kann es von ihnen reflektiert und weiterentwickelt werden. So unterliegt der Wissenschaftsprozess einem ständigen Wandel, der im vorliegenden Fall eher den Vorstellungen Flecks entspricht. Es handelt sich um einen kontinuierlichen Wandel und kann weniger mit Kuhns Vorstellung der revolutionären Phase beschrieben werden. Die Forscher tasten sich langsam an die Neuerung heran und die Identifizierung des neuen Hormons führt nicht zu einem Kommunikationsverlust innerhalb des Denkkollektivs. Ausstehend bleibt jedoch die Frage inwieweit es zu einem Kommunikationsverlust mit anderen Teilen des Kollektivs kam, die die Annahme der neuen wissenschaftlichen Tatsache, dass Trijodthyronin vielfach potenter ist als Thyroxin, nicht unterstützten. Auch wenn es zu einem Umdenken durch die Entdeckung kommen musste, veränderte es nicht komplett das Gedankengut des Kollektivs, sondern erweiterte es vielmehr.

Fangerau beschreibt das Zitationsnetzwerk als ein Reputationssystem. Dies wird aufgebaut und aktiv mitgestaltet, indem sich die Autoren ganz bewusst zitieren. Die Zitationsanalysen belegen, dass die Engländer und Franzosen Teil eines Reputationssystems sind. Diese Theorie wirft auch die Frage auf, ob die Australier vielleicht weniger zitiert wurden, da sie vermutlich nicht Teil dieses Reputationssystems waren.

In diesem Zusammenhang sind die Ausführungen von Price und Kuhn wichtig: Er stellt fest, dass Mehrfachentdeckungen nutzvoller und ertragreicher sein können als Einzelentdeckungen. In dem untersuchten Fall wird dies deutlich, da die Franzosen und die Engländer ihre Ergebnisse bestätigen und somit die Annahme der neuen Tatsache erleichtern können. Die Australier hingegen haben ihre Hypothese, dass es sich bei dem von ihnen entdeckten Stoff um Trijodthyronin handelt, vielleicht auch deshalb nicht weiterverfolgt, da sie von niemand anderem bestärkt wurden. Damit verpassten sie es, die Entdeckung für sich zu beanspruchen.

Kritisch lässt sich im Anschluss an Knorr-Cetina die Frage nach der Wiederholbarkeit des Studiendesigns stellen. Zumal zu dieser Zeit die experimentellen Methoden erst etabliert wurden und es noch keine Standards gab, welche Daten valide genug zur Veröffentlichung waren. Auch wenn keine expliziten Wiederholungsversuche durch die andere Forschergruppe beschrieben werden, wurde durch die inhaltliche Analyse der Zitationen deutlich, dass die Forschergruppen sich gegenseitig ihre Ergebnisse bestätigten. Auch hieran kann man die gemeinsamen Züge des Denkkollektivs erkennen.

Zu 3) Allen Wissenschaftlern gemeinsam ist die Beschäftigung mit der Schilddrüse, wenngleich auch in unterschiedlichem Ausmaß.

Einige der Autoren beschäftigen sich auch mit der Proteinbiochemie. Hier sind die Anfänge der Molekularbiologie zu erkennen, woraus sich im Verlauf der Jahre eine eigene Forschungsrichtung entwickeln wird. Es ist interessant diesen Unterschied in der Ausrichtung der Wissenschaftler wahrzunehmen, der damals noch eine Zusammenarbeit in einem Denkkollektiv ermöglichte, was heute kaum noch vorstellbar wäre.

Knorr-Cetina weist darauf hin, dass nicht alle Mitglieder der Spezialistengemeinde aus demselben Fachgebiet kommen müssen und fasst den Spezialistenbegriff insofern weiter. Dies spiegelt sich hier in den unterschiedlichen Ausrichtungen innerhalb der Biochemie wider. Dies ist positiv zu sehen, da sich dadurch leicht divergierende Ansätze zeigen, die aber das gleiche Grundproblem lösen und somit die Lösung bestätigen können.

Zu 4) Anhand der Zitationsanalysen aller Artikel wird ein gemeinsamer Kreis an Rezipienten erkennbar. Allerdings scheinen die Adressaten der Schlüsselartikel, aufgrund unterschiedlicher inhaltlicher Ausrichtung, zunächst unterschiedlich zu sein; so werden die französischen Forscher eher in biochemischen Zeitschriften und die Englischen in medizinischen Zeitschriften zitiert.

Zu 5) Schließlich wird die Theorie des Denkkollektivs in diesem Fall auch durch den Austausch von Ressourcen belegt. Knorr-Cetina führt dies in ihren Theorien aus: In vorliegender Situation handelt es sich einerseits um materielle Ressourcen, aber auch Ressourcen im Sinne von geteiltem Gedankengut, welches die anderen in ihre Forschung mit aufnehmen, wie die Befunde des *Bibliographic Coupling* belegen.

Auch durch gemeinsame Projekte, die sich in Koautorenschaften niederschlagen, was die Koautorenanalyse belegt, wurden dieser Austausch und die gemeinsamen Ziele gefördert. Im Gegensatz dazu kann bei den australischen Forschern nicht davon ausgegangen werden, dass sie in einem engeren Kontakt zu den Europäern standen. Die unterschiedlichen Zusammenschlüsse der Autoren für Projekte und deren Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Denkkollektiven, die sich an ihren verschiedenen Forschungsschwerpunkten erkennen lassen, unterstützt Flecks These, dass es gut ist, dass jedes Individuum mehreren Denkkollektiven angehört, damit es dadurch zur Verschiebung und Erweiterung der Wissensbestände kommt. In diesem Fall zeigt sich dies an der Zugehörigkeit zu rein biochemischen oder eher molekularbiologisch ausgerichteten Forschungen.

Die Koautorenschaften stellen auch einen Aspekt des Laboropportunismus dar. Durch Zusammenschlüsse zwischen den Wissenschaftlern werden Wissen, Können und Ressourcen vereinigt und damit die Forschungsleistung optimiert.

7.3.2 Externe Faktoren

Unter externen Faktoren werden einerseits politische, andererseits kulturelle Faktoren gefasst. Politische Faktoren spielen besonders insofern eine Rolle, als dass es sich bei den Institutionen, in denen die Wissenschaftler arbeiteten, um wichtige Zentren der Forschung handelte. Auch auf institutioneller Ebene kann man von einem verstärkten Austausch zwischen den Forschern ausgehen, was die Flecksche These bestätigt, dass sich Wissenschaftsfortschritte innerhalb von sozialen Gefügen entwickeln: Sie gehörten alle der *European Thyroid Association* an und haben gemeinsame Kongresse zum Thema Schilddrüse besucht. Nach Fangerau sind in diesem Zusammenhang auch die informellen Aspekte dieser Zusammenarbeit nicht zu unterschätzen.

Sowohl das *Collège de France* in Paris als auch das NIMR in London waren schon zu dieser Zeit Mittelpunkte der biochemischen Schilddrüsenforschung. Dies ist auch daran zu sehen, dass Gross aus Kanada beispielsweise nach London ging, um dort seine Studien fortzusetzen. Durch diese herausragende Stellung der Institutionen war es den Wissenschaftlern, die dort arbeiteten, leichter möglich Kontakte im Sinne eines Denkkollektivs zu knüpfen und zu intensivieren. Auch eine Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Laboren förderte den Erkenntnisgewinn und ist zwischen solch großen Institutionen leichter als bei kleineren Einrichtungen. Nicht zu vergessen sind hier die leichtere Finanzierbarkeit, Beschaffung von Materialien oder die Verbreitung von Forschungsergebnissen. Durch die Neustrukturierung der experimentellen Forschung in Europa nach dem zweiten Weltkrieg wurden diese Entwicklungen noch unterstützt.

Kulturelle Aspekte, in diesem Fall die Internationalität der Wissenschaftler, werden hinsichtlich der Verbreitung relevant. Die Zitationsanalyse erbrachte eine weit größere Verbreitung des englischen Schlüsselartikels im Vergleich zum Französischen. Dies kann auf den Einfluss der doch weit verbreiteteren Sprache Englisch und der englischen Zeitschrift *The Lancet* zurückzuführen sein.

Trotz gemeinsamer englischer Sprache hatten die Australier weniger Berührungspunkte zum Denkkollektiv, was vermutlich der geographischen Entfernung von den damaligen Wissenschaftszentren in Europa zugeschrieben werden kann. Zu dieser Zeit fand der mediale

Austausch noch kaum statt und die Australier hatten es somit schwer, sich in das Denkkollektiv zu integrieren.

Die Frage nach nationalen Stilen erwies sich in der vorliegenden Arbeit als wenig ergiebig. Aus den Quellen sind landestypische Komponenten retrospektiv kaum zu identifizieren. Bemerkenswert erscheint, dass die australische Forschergruppe - wenn überhaupt - nur in Bezug auf ihre Methode und nicht in Bezug auf die Entdeckung von Trijodthyronin zitiert wird. Es stellt sich die Frage, ob sich dies auf andere Mittel und Ressourcen zurückführen lässt. Hier könnten sich also andere Herangehensweisen und Gegebenheiten positiv auf die Zitation ausgewirkt haben.

7.3.3 Konkurrenz

Im Anschluss an diese Analysen stellt sich die Frage, ob und inwieweit sich die beiden Forscherteams in einer Wettbewerbssituation befanden. Roche und Michel sehen sich und die englische Forschergruppe als „*two independent groups of workers*“²⁷² und geben die Entdeckung als zeitgleich gefunden an. Hierbei ist zu beachten, dass es jedoch überwiegend Pitt-Rivers und Gross zugeschrieben wird, Trijodthyronin entdeckt zu haben, obwohl Roche, Michel und Lissitzky einige Tage früher veröffentlichten und die Australier in diesem Zusammenhang kaum erwähnt werden. Insoweit ist davon auszugehen, dass es sich um eine Konkurrenzsituation handelte. Die Bevorzugung der englischen Gruppe ist vielleicht unter dem Aspekt zu verstehen, dass Pitt-Rivers und Gross auf Englisch und in *The Lancet* veröffentlicht haben, während die Franzosen in einem weniger beachteten Journal auf Französisch veröffentlichten.

Gerade bei der Veröffentlichung des englischen Artikels in *The Lancet* spielte der „*context of validation*“, wie ihn Knorr-Cetina beschreibt, eine große Rolle. Im Wissen um die Konkurrenz aus Frankreich bot der Herausgeber des *The Lancet* bereits im Vorfeld Pitt-Rivers an, ihren Artikel innerhalb von zwei Wochen zu veröffentlichen.²⁷³ Damit wurde der Druck, möglichst schnell den Stoff zu identifizieren und dies veröffentlichen zu können, noch größer. Auf Nachfrage äußerte sich das aktuelle Herausgaberteam von *The Lancet* als nicht im Stande den damaligen *Peer-review* Prozess zu veröffentlichen. So kann nicht genau nachvollzogen werden, wie es zu der ungewöhnlich schnellen Veröffentlichung kam.

²⁷² Roche, J., Michel, R. (1955): Nature, Biosynthesis and Metabolism of Thyroid Hormones. In: *Physiological Reviews* 35: 585.

²⁷³ Tata (1994): 336.

Im Hinblick auf die Wettbewerbssituation ist auch die Reputation der unterschiedlichen Zeitschriften wichtig. Auch wenn zu dieser Zeit der *Impact Factor* von Zeitschriften noch nicht bestimmt werden kann, ist davon auszugehen, dass auch damals *The Lancet* eine größere Leserschaft und einen größeren Einfluss hatte, als das *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, in welchem eher kurze Forschungsstandmitteilungen bekannt gemacht wurden. Hinzu kommt, dass Pitt-Rivers und Gross mit menschlichem Probenmaterial gearbeitet haben und somit für die Humanmedizin bedeutsamer waren.

Tata beschreibt die Stimmung in beiden Laboren als „*filled with the excitement of competition*“.²⁷⁴ Auch an einem Zitat von Pitt-Rivers wird ein gewisses Wettbewerbsgefühl deutlich: Im Dezember 1951 erzählte Gross wohl den Franzosen, sie hätten *Unknown1* als Trijodthyronin identifiziert. Pitt-Rivers beschrieb sich selbst als bestürzt über dieses Verhalten.²⁷⁵

Die Suche nach damals lebenden Wissenschaftlern, die mit der Situation der Entdeckung von Trijodthyronin vertraut waren und persönliche Informationen darüber geben könnten, war leider wenig erfolgsbringend, da kaum einer der angeschriebenen Wissenschaftler reagierte. Ein Mitarbeiter, Jaques Dumont, aus dem Umfeld des französischen Teams beschrieb in einer persönlichen Mitteilung den damaligen Wettstreit zwischen den beiden Gruppen, als „*compétition féroce*“ (wilder Wettkampf).

7.4 Schluss

Abschließend soll auf einen Aspekt eingegangen werden, der sich nicht in der gewählten Klassifikation von internen und externen Faktoren unterbringen lässt, jedoch in diesem Fall von Bedeutung ist und den Forschungsprozess charakterisiert. Sowohl Fleck als auch Knorr-Cetina beschreiben eine Verklärung des Wissenschaftsprozesses. Darunter verstehen sie zum einen die Reduktion des Prozesses in Form der wissenschaftlichen Artikel. So erscheint vom Zeitpunkt der Entdeckung aus der Prozess, der dorthin führte, als logische Kausalkette – die Rolle des Zufalls oder der Intuition, die zu bestimmten Selektionen führten, bleiben dabei unberücksichtigt. Pitt-Rivers schien über genau diese Intuition zu verfügen, Gross beschrieb dies in einer persönlichen Mitteilung außerhalb seiner wissenschaftlichen Veröffentlichungen als „*educated guess*“. Zum anderen weisen Fleck und Knorr-Cetina darauf hin, dass Forschungen retrospektiv meist so dargestellt werden, als wären Begriffe schon vorher bekannt gewesen oder folgten Abläufe einer konsequenten Logik. Diese sind besonders dann schwierig

²⁷⁴ Tata (1994): 336-337.

²⁷⁵ Tata (1994): 336.

zu rekonstruieren, wenn Schritte, die logischerweise vorher kommen würden, erst in späteren Artikeln veröffentlicht werden, wie sich in der Zitationsanalyse zeigt. Auch bei der Entdeckung von Trijodthyronin wird der Prozess der Entdeckung in den wissenschaftlichen Artikeln als eine Abfolge von logischen Schritten dargestellt. Auch wenn die einzelnen Schritte nicht genau rekonstruiert werden können, die damals im Labor gemacht wurden, schien auch ein Teil Glück den Wissenschaftlern zu ihrem Fund verholfen zu haben.

8. Literaturverzeichnis

- Ball, R. (2014): *Bibliometrie: einfach-verständlich-nachvollziehbar*. Berlin: De Gruyter Saur.
- Berson, S.A. (1956): Pathways of Iodine Metabolism. In: *The American Journal of Medicine* 20: 653-669.
- Biedl, A. (1910): *Innere Sekretion: Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie*. Berlin: Urban & Schwarzenberg.
- Bordieu, P. (1975): The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason. In: *Social Science Information* 14:19-47.
- Bornhauser, S. (1951): *Zur Geschichte der Schilddrüsen- und Kropfforschung im 19. Jahrhundert*. Aarau: Sauerländer.
- Bradford, S. (1934): Sources of Information on Specific Subjects. In: *Engineering* 137:85–86.
- Cavalieri, R. (1993): Rosalind Pitt-Rivers, A Personal Tribute. In: *Thyroid* 3: 77-79.
- Cole, F., Eales, N. (1917): *The History of Comparative Anatomy. Part 1: A Statistical Analysis of the Literature*. In: *Science Progress* 11: 578-596.
- Derrien, Y., Michel, R., Roche, J. (1948): Recherches sur la préparation et les propriétés de la thyroglobuline pure. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 2: 454-470.
- Fangerau, H. (2010): *Spinning the scientific web: Jaques Loeb (1859-1924) und sein Programm einer internationalen biomedizinischen Grundlagenforschung*. Habilitationsschrift.
- Fleck, L. (2015 [Orig.-Ausg. 1935]): *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Aufl.10, Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Verlag.
- Fragu, P. (2003): How the Field of Thyroid Endocrinology Developed in France after World War II. In: *Bulletin of the History of Medicine* 77: 393-414.
- Galton, V.A. (2013): The History of 3,5,3'-Triiodothyronine. In: *Thyroid* 23: 9-13.
- Garfield, E. (1979): *Citation Indexing: Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities*. New York: John Wiley & Sons.
- Gordon, A.H., Gross, J., O'Connor, D., Pitt-Rivers, R. (1952): Nature of the Circulating Thyroid Hormone-Plasma Protein Complex. In: *Nature* 169: 19-20.
- Gross, J. (1954): Thyroid hormones. In: *British Medical Bulletin* 10: 218-224.
- Gross, J. (1993): The Finding of 3'-3,5 Triiodothyronine: Personal Account. In: *Thyroid* 3: 161-170.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1952): Experimental Study of Thyroid Metabolism with Radioactive Iodine. In: *British Medical Bulletin* 8: 136-141.

- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): Recent Knowledge of the Biochemistry of the Thyroid Gland. In: *Vitamins and Hormones- Advances in Research and Applications* 11: 159-172.
- Gross, J., Leblond, C.P. (1951): Metabolites of Thyroxine. In: *Experimental Biology and Medicine* 76: 686-689.
- Gross, J., Leblond, C.P. (1951): The Presence of Free Iodinated Compounds in the Thyroid and their Passage into the Circulation. In: *Endocrinology* 48: 714-725.
- Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in Unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: *Science* 111: 605–608.
- Gross, J., Pitt-Rivers R. (1954): Triiodothyronine in Relation to Thyroid Physiology. New York: *Recent Progress in Hormon Research X*: 109-115. In: (1986): *Schilddrüse: Pionierarbeiten aus eineinhalb Jahrhunderten*. Berlin: Henning: 253-259.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1951): Unidentified Compounds in Human Plasma in Addition to Thyroxine and Iodide. In: *The Lancet* 258: 766–767.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1952): Physiological Activity of 3:5:3'-L-Triiodothyronine. In: *The Lancet* 259: 593-594.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1952): The Identification of 3,5,3'-L-Triiodothyronine in Human Plasma. In: *The Lancet* 259: 439–441.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): 3:5:3'-Triiodothyronine. 1. Isolation from Thyroid Gland and Synthesis. In: *Biochemical Journal* 53: 645–652.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): 3:5:3'-Triiodothyronine. 2. Physiological Activity. In: *Biochemical Journal* 53: 652–657.
- Gross, J., Pitt-Rivers, R., Trotter, W.R. (1952): Effect of 3:5:3'-L-Triiodothyronine in Myxoedema. In: *The Lancet* 259: 1044-1045.
- Gross, P., Gross, E. (1927): College Libraries and Chemical Education. In: *Science* 66: 385-389.
- Haarwood, J. (1993): *Styles of Scientific Thought*. Chicago: University of Chicago Press.
- Harington, C. R., Barger, G. (1927): Chemistry of Thyroxine: Constitution and Synthesis of Thyroxine. In: *Biochemical Journal* 21: 169–183.
- Harington, C.R. (1926): Chemistry of Thyroxine: Isolation of Thyroxine from the Thyroid Gland. In: *Biochemical Journal* 20: 293-299.
- Harington, C.R. (1935): Biochemical Basis of Thyroid Function. In: *The Lancet* 228: 1261-1266.

- Harington, C.R., Pitt-Rivers, R.V. (1944): Mono-iodotyrosine. In: *Biochemical Journal* 38: 320-321.
- Havermann, F. (2013): Methoden der Infometrie: 338-386. In: Umlauf, K., Fühles-Ubach, S., Seadle, M. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der Bibliotheks- und Informationswissenschaft*. Berlin: De Gruyter.
- Himsworth, H., Pitt-Rivers, R. (1972): Charles Robert Harington. 1897-1972. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 18: 266-308.
- Hird, J.F.R., Trikojus, J.V. (1948): Paper Partition Chromatography with Thyroxine and Analogues. In: *The Australian Journal of Science* 10: 185-187.
- Ingbar, S., Galton, V. (1963): Thyroid. In: *Annual Review of Physiology* 25: 361-384.
- Kendall, E.C., Simonsen, D.G. (1928): Seasonal Variations in the Iodine and Thyroxine Content of the Thyroid Gland. In: *Biochemical Journal* 80: 357-377.
- Knorr-Cetina, K. (1991 [Orig.-Ausg. 1981]): *Die Fabrikation von Erkenntnis: zur Anthropologie der Naturwissenschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft.
- Krischel, M., Halling, T., Fangerau, H. (2012): Anerkennung in den Wissenschaften sichtbar machen: Wie die Bibliometrie durch die soziale Netzwerkanalyse neue Impulse erhält. In: *Österreichische Zeitschrift für Geisteswissenschaften Jahrgang [Historische Netzwerkanalysen]*: 179-206.
- Kuhn, T. (2014 [Orig.-Ausg. 1962]): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. The Structure of Scientific Revolutions. 24. Aufl., Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Latour, B., Woolgar, S. (1979): *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Medvei, V.C. (1993): *The History of Clinical Endocrinology: A Comprehensive Account of Endocrinology from Earliest Times to the Present Day*. 2. Aufl., Carnforth: The Parthenon Publishing.
- Merton, R. (1968): The Matthew Effect in Science. In: *Science* 159: 56-63.
- Michel, R., Pitt-Rivers, R. (1948): The Iodination of Silk Fibroin. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 2: 223-225.
- Michel, R., Pitt-Rivers, R. (1957): The Relative Potencies of Thyroxine and Triiodothyronine Analogues in Vivo. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 24: 213-214.
- Michel, R., Pitt-Rivers, R., Roche, J., Varrone, S. (1962): Sur la formation d'acide 3,5,3'-triiodothyrolactique à partir de 3,5,3'-triiodo-l-thyronine. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 57: 335-340.

- Michel, R., Volpert, E., Roche, J. (1955): Sur la présence de la 3-5-3'-Triiodothyronine dans lidocaseine. In: Comptes rendus des séances de la société de biologie et de ses filiales 149: 1353-1356.
- Paneth, F., Todd, A., Cremer, H., Roffey, F., Swallow, J., Marrian, G., Rose, F., Pitt-Rivers, R., Richardson, F., Cottrell, A., Quarrell, A., Robertson, T. (1951): Chemistry at the Edinburgh Ba Meeting. In: Chemistry Industry 35: 732-740.
- Price, D.J. de Solla (1974): Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung. Frankfurt: Suhrkamp.
- Roche, J. (1974): Some Comments on Fifty Years of Biochemical Work. In: Comparative Biochemistry and Physiology 47B: 521-529.
- Roche, J., Jutisz, M., Lissitzky, S., Michel, R. (1950): Chromatographie quantitative des acides aminés iodés radioactifs de la thyroglobuline marquée. In: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences 231: 723-725.
- Roche, J., Jutisz, M., Lissitzky, S., Michel, R. (1951): Chromatographie quantitative des acides aminés iodés radioactifs de la thyroglobuline marquée. In: Biochimica et Biophysica acta 7: 257-262.
- Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences 234: 997-998.
- Roche, J., Lissitzky, S., Michel, O., Michel, R. (1951): Étude radiochromatographique des étapes de l'ioduration de la tyrosine et de l'histadine. In: Biochimica et Biophysica Acta 7: 439-445.
- Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la présence de triiodothyronine dans la thyroglobuline. In: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences 234: 1228-1230.
- Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1953): Sur la présence de la triiodothyronine dans la thyroglobuline et sur sa biosynthèse. In: Biochimica et Biophysica acta 11: 220-226.
- Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1954): Chromatographic Analysis of Radioactive Iodine Compounds from the Thyroid Gland and Body Fluids. In: Methods of Biochemical Analysis 1: 243-264.
- Roche, J., Michel, O., Michel, R., Gorbman, A., Lissitzky, S. (1953): Sur la deshalogénéation enzymatique des iodotyrosine par le corps thyroïde et sur son rôle physiologique. II. In: Biochimica et Biophysica Acta 12: 570-576.

- Roche, J., Michel, R. (1951): Natural and Artificial Iodoproteins. In: *Advances in Protein Chemistry* 6: 253-297.
- Roche, J., Michel, R. (1955): Nature, Biosynthesis and Metabolism of Thyroid Hormones. In: *Physiological Reviews* 35: 583-610.
- Roche, J., Michel, R., Lissitzky, S., Michel, O. (1951): Sur la formation diodures a partir de la diiodotyrosine dans le corps thyroïde et sur leur reutilisation. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 232: 2148-2150.
- Roche, J., Michel, R., Michel, O., Lissitzky, S. (1952): Sur la déshalogénéation enzymatique des iodotyrosines par le corps thyroïde et sur son rôle physiologique. I. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 9: 161-169.
- Sawin, C.T. (1988): Defining Thyroid Hormone: Its Nature and Control. In: McCann, S.M., *Endocrinology: People and Ideas*, New York: Oxford University Press: 149-200.
- Small, H. (1973): Co-Citation in the Scientific Literature: A New Measurement of the Relationship Between Two Documents. In: *Journal of the American Society for Information Science* 24: 265 – 269.
- Stock, W.G. (1985): Die Bedeutung der Zitatelanalyse für die Wissenschaftsforschung. In: *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 16: 304-314.
- Tata, J.R. (1964): Accelerated Synthesis and Turnover of Nuclear and Cytoplasmic RNA During Latent Period of Action of Thyroid Hormone. In: *Biochimica et Biophysica acta* 87: 528-530.
- Tata, J.R. (1994): Rosalind Venetia Pitt-Rivers. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 39: 326-348.
- Taurog, A., Tong, W., Chaikoff, I.L. (1950): The Monoiodotyrosine Content of the Thyroid Gland. In: *Journal of Biological Chemistry* 184: 83-97.
- Thibault, O., Pitt-Rivers, R. (1955): Immediate Effects of Thyroxine Analogues on Biological Oxidations in Vitro. In: *The Lancet* 265: 285-286.
- Thibault, O., Pitt-Rivers, R. (1955): Recherches sur la forme d'action périphérique des hormones thyroïdiennes – nature du dérivé catalysant in vitro et sans temps de latence les oxydations cellulaires. In: *Comptes rendus des séances de la société de biologie et ses filiales* 149: 880-884.
- Tournes, L. (2006): Le réseau des boursiers Rockefeller et la recomposition des savoirs biomédicaux en France (1920-1970). In: *French Historical Studies* 19: 77-107.
- Turba, F. (1954): *Chromatographische Methoden in der Protein-Chemie*. Berlin: Springer-Verlag.

- v. Basedow, C. (1840): Exophthalmus durch Hypertrophie des Zellgewebes in der Augenhöhle. Wochenzeitschrift für die gesamte Heilkunde 13,14:197-204, 220-228.
In: (1986): Schilddrüse: Pionierarbeiten aus eineinhalb Jahrhunderten. Berlin: Henning: 37-55.
- Wallraff, J. (1953): Organe mit innerer Sekretion: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Endokrinologie für Studierende und Ärzte. München: Urban & Schwarzenberg.
- Whitley, R. (1984): The Intellectual and Social Organization of the Sciences. New York. Oxford University Press.

Elektronische Ressourcen

- Beckers, C.: Milestones in European Thyroidology: Jean Roche (1901-1992) [online: <http://www.eurothyroid.com/about/met/roche.html>, abgerufen am 20.5.16]
- Carayon, P., J-Cl. Lissitzky, J. Cl., Torresani, J., Beckers, C.: Milestones in European Thyroidology: Serge Lissitzky (1919-1986) [online: <http://www.eurothyroid.com/about/met/lissitzky.html>, abgerufen am 20.5.16]
- Clarivate Analytics News (2018): Back to the Future: Institute for Scientific Information Re-established Within Clarivate Analytics [online: <https://clarivate.com/blog/news/back-future-institute-scientific-information-re-established-within-clarivate-analytics/>, abgerufen am 10.6.18]
- Gordon, A.: Milestones in European Thyroidology: Jack Gross (1921-1994) [online: <http://www.eurothyroid.com/about/met/gross.html>, abgerufen am 20.5.16]
- Gros F.: Necrologie Roche. College de France.fr [online: https://www.college-de-france.fr/media/jean-roche/UPL7993149847772480603_AN_93_necro_roche.pdf, abgerufen am 20.5.16]
- Humphrey, L.R. (2012): Trikojus, Victor Martin (Trik) (1902-1985). In: Australian Dictionary of Biography 18, [online: <http://adb.anu.edu.au/biography/trikojus-victor-martin-trik-15619>, abgerufen am 20.5.16]
- Testa, J. (2010): Der Thomson Reuters-Auswahlprozess für Zeitschriften. Thomson Reuters [online: <http://docplayer.org/4549345-Auswahlprozess-fuer-zeitschriften.html>, abgerufen am 17.1.16]
- Web of Science Databases 2018 [online: <https://clarivate.com/products/web-of-science/databases/>, abgerufen am 1.6.18]

Programme

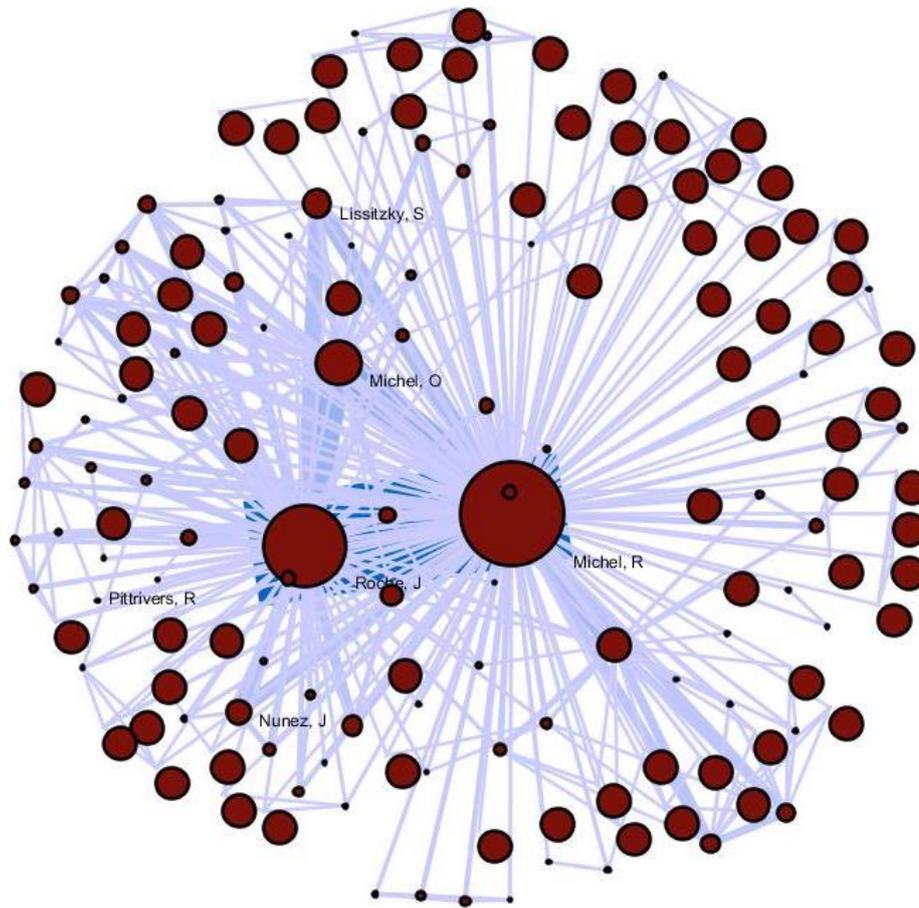
Sci2 Team. (2009). Science of Science (Sci2) Tool. Indiana University and SciTech Strategies, <https://sci2.cns.iu.edu>

Datenbanken

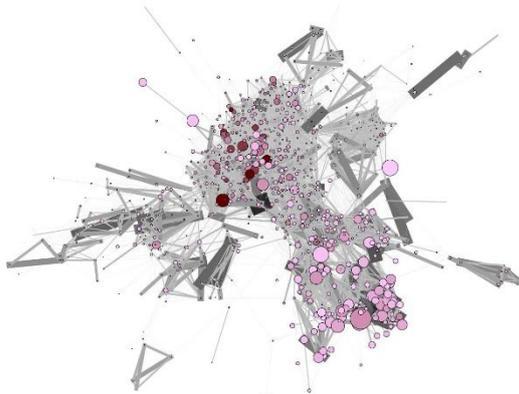
Web of Science von Clarivate Analytics: <http://apps.webofknowledge.com/>

9. Anhang

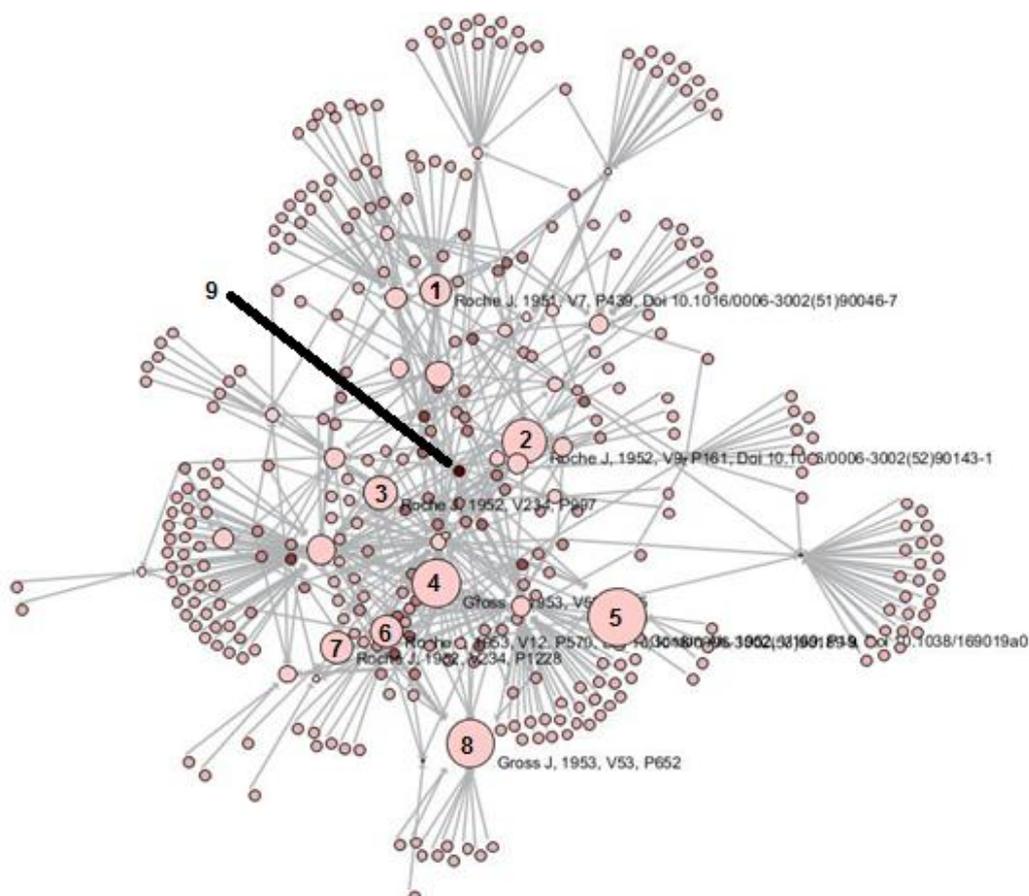
Anhang 1: Abb. Michel Koautoren



Anhang 2: Ergänzung zu Abb. 19: *Bibliographic-Coupling* aller Autoren

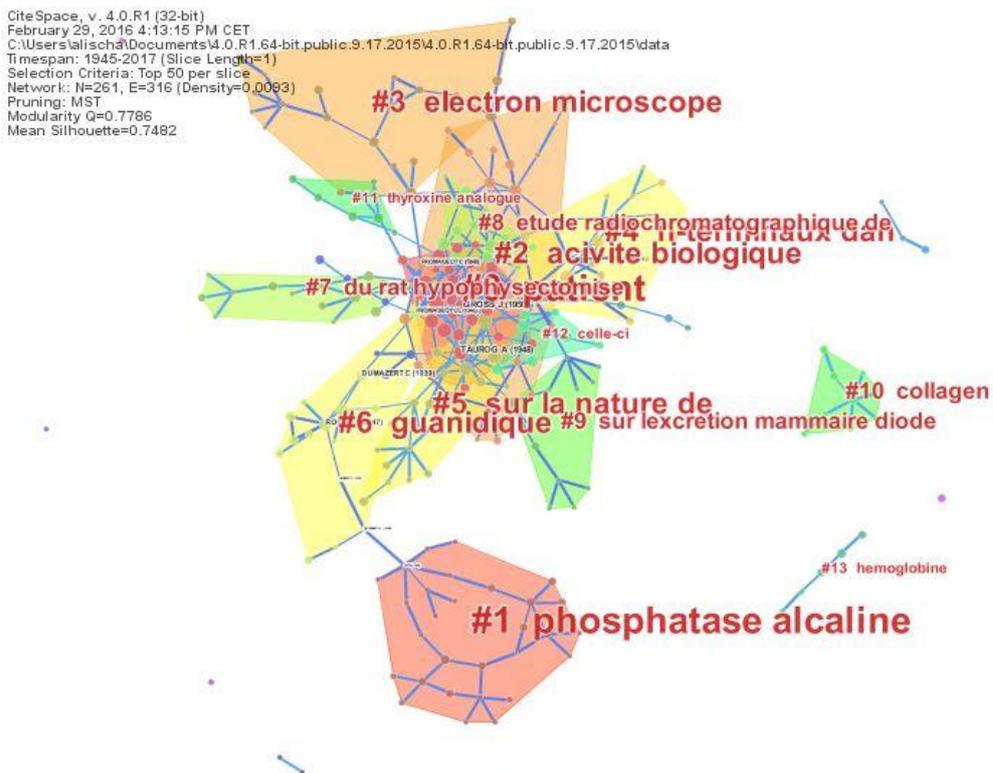
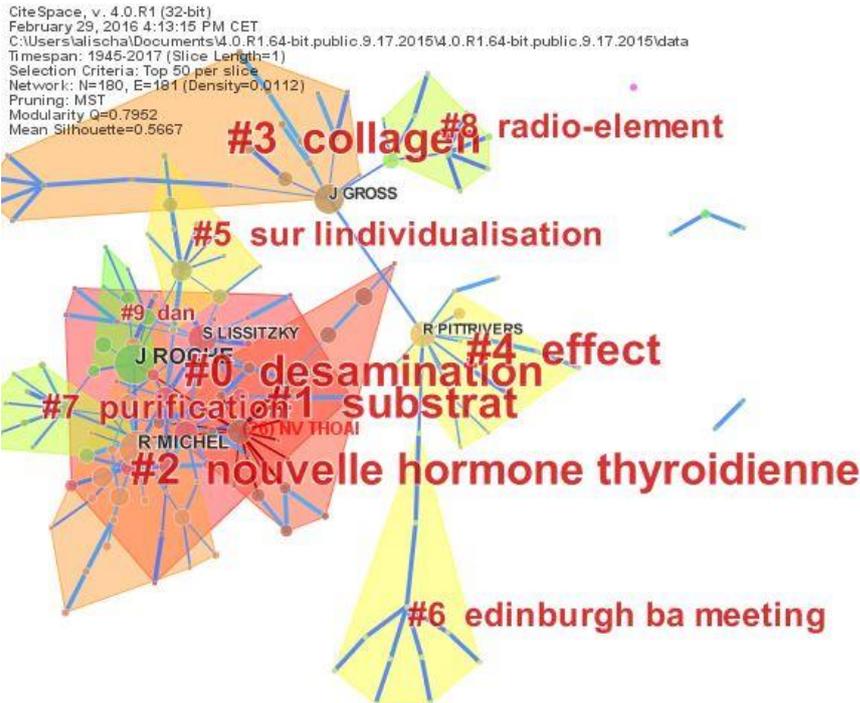


Anhang 3: Ergänzung zu Abb. 16: Paper-Paper-Citation der Teams



1. Roche, J., Lissitzky, S., Michel, O., Michel, R. (1951): Étude radiochromatographique des étapes de l'ioduration de la tyrosine et de l'histadine. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 7: 439-445.
2. Roche, J., Michel, R., Michel, O., Lissitzky, S. (1952): Sur la déshalogénéation enzymatique des iodotyrosines par le corps thyroïde et sur son rôle physiologique. I. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 9: 161-169.
3. Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la triiodothyronine un produit intermédiaire de la transformation de la diiodothyronine en thyroxine. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 997-998.
4. Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): 3:5:3'-Triiodothyronine. 1. Isolation from Thyroid Gland and Synthesis. In: *Biochemical Journal* 53: 645-652.
5. Gordon, A., Gross, J., O'Connor, D., Pitt-Rivers, R. (1952): Nature of the Circulating Thyroid Hormone-Plasma Protein Complex. In: *Nature* 169: 19-20.
6. Roche, J., Michel, O., Michel, R., Gorbman, A., Lissitzky, S. (1953): Sur la deshalogénéation enzymatique des iodotyrosine par le corps thyroïde et sur son rôle physiologique. II. In: *Biochimica et Biophysica Acta* 12: 570-576.
7. Roche, J., Lissitzky, S., Michel, R. (1952): Sur la présence de triiodothyronine dans la thyroglobuline. In: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 234: 1228-1230
8. Gross, J., Pitt-Rivers, R. (1953): 3:5:3'-Triiodothyronine. 2. Physiological activity. In: *Biochemical Journal* 53: 652-657.
9. Gross, J., Leblond, C.P., Franklin, A.E., Quastel, J.H. (1950): Presence of Iodinated Amino Acids in Unhydrolyzed Thyroid and Plasma. In: *Science* 111: 605-608.

Anhang 3: Zusätzliche Abb. aus Citespace zur Analyse von Schlüsselworten²⁷⁶



²⁷⁶ Chen, C. (2006): CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. In: Journal of the American Society for Information Science and Technology 57: 359-377.

