

Aus der  
Klinik für Allgemeine Pädiatrie, Neonatologie und Kinderkardiologie  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Ertan Mayatepek

**Bronchoskopietechniken bei Fremdkörperaspiration im Kindesalter**

**Dissertation**

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

vorgelegt von

Leon Moritz Möllenberg

2024

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

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: PD Dr. med. Hans Martin Bosse

Zweitgutachterin: PD Dr. med. Julia Kristin

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Freitag N, Möllenberg L, Wiemers A, Bosse HM, Kristin J, Vicencio A, Schramm D. **Preference matters: New aspects on how foreign bodies should and could be removed from a child's airway.** *Pediatr Pulmonol.* 2023 Jul;58(7):1912-1919. doi: 10.1002/ppul.26411. Epub 2023 Apr 12. PMID: 37042606.

Wiemers A, Vossen C, Lücke T, Freitag N, Nguyen TMTL, Möllenberg L, Pohunek P, Schramm D. **Complication rates in rigid vs. flexible endoscopic foreign body removal in children.** *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2023 Mar;166:111474. doi: 10.1016/j.ijporl.2023.111474. Epub 2023 Feb 1. PMID: 36753891.

## I. Zusammenfassung

Eine Fremdkörperaspiration im Kindesalter ist eine potenziell lebensbedrohliche Situation, die durch eine Bronchoskopie der Atemwege diagnostiziert und behandelt werden sollte. Aktuell gibt es einen internationalen Diskurs über die beste Technik für eine Fremdkörperentfernung.

Das Ziel der Studie war, die starre Bronchoskopie mit der flexiblen Bronchoskopie zu vergleichen sowie den Einfluss der persönlichen Erfahrung und Präferenzen der Untersuchenden auf die Wahl der Technik und auftretende Komplikationsraten zu untersuchen. Für diese internationale multizentrische Studie wurden Untersuchende aus verschiedenen Fachrichtungen eingeladen. In einem persönlichen Fragebogen wurden die individuelle Erfahrung, die präferierte Technik und die Anzahl von pädiatrischen Bronchoskopien sowie Fremdkörperentfernungen der untersuchenden Person und des Zentrums erfragt. Über einen anonymen Code wurde der persönliche Fragebogen mit den fallbezogenen Fragebögen verknüpft, die Informationen zu den Durchführungen und Komplikationen der einzelnen Untersuchungen gesammelt haben.

Insgesamt wurden 399 Fremdkörperentfernungen von 64 Untersuchenden gemeldet. Davon wurden 279 Patientinnen und Patienten mit der starren Bronchoskopie behandelt, die von 96% der betreffenden Ärztinnen und Ärzte bevorzugt wurde. Die verbliebenen 120 Interventionen wurden mithilfe der flexiblen Bronchoskopie durchgeführt, bei denen 67,5% der Ärztinnen und Ärzte angaben, diese Methode zu präferieren. Bei Patientinnen und Patienten mit fallbezogenen Schwierigkeiten wurde die flexible Bronchoskopie signifikant häufiger genutzt ( $\chi^2(1) = 11.06$ ,  $p < 0.001$ ). Grundsätzlich konnten keine signifikanten Unterschiede der Komplikationsraten nach Nutzung der starren Bronchoskopie beziehungsweise der flexiblen Bronchoskopie festgestellt werden. Die Komplikationen sind signifikant seltener aufgetreten, wenn die Untersuchenden ihre präferierte Technik genutzt haben ( $\chi^2(1) = 6.41$ ,  $p = 0.011$ ), mehr als fünf Jahre Erfahrung in der Fremdkörperentfernung vorweisen konnten ( $\chi^2(1) = 5.13$ ,  $p = 0.023$ ) oder bereits mehr als 100 Fremdkörperentfernungen durchgeführt haben ( $\chi^2(2) = 11.51$ ,  $p = 0.003$ ).

Präferenz und Erfahrung von Bronchoskopeurinnen und Bronchoskopeuren sowie der Kliniken beeinflussen demnach das Outcome der Prozeduren und sollten beim Diskurs über die geeignete Technik nicht außer Acht gelassen werden. Diese Erkenntnis hebt die Bedeutung von strukturiertem Training und umfassender Ausbildung hervor.

## II. Abstract

Foreign body aspiration in children is a potentially life-threatening situation that should be diagnosed and treated by airway bronchoscopy. There currently is an international debate about the best technique for foreign body removal. The aim of this study was to compare rigid with flexible bronchoscopy and to investigate the effect of the examiner's personal experience and individual preferences on the individual choice of technique and complication rates. Experts in foreign body removal from various disciplines were invited to participate in this international multicenter study. A personal questionnaire was used to record the individual's experience, preferred technique and number of pediatric bronchoscopies and foreign body removals performed by the examiner and their respective medical center. An anonymous code was used to link the personal questionnaire to the case-related questionnaires, which collected information on the performance and complications of each examination.

64 examiners reported a total of 399 foreign body removals. Of these, 279 patients were treated with rigid bronchoscopy, which was preferred by 96% of the examiners who carried them out. The remaining 120 interventions were performed using flexible bronchoscopy, of which 67.5% of the examiners indicated a preference for this technique. Flexible bronchoscopy was used significantly more often in patients with case-related difficulties ( $\chi^2(1) = 11.06$ ,  $p < 0.001$ ).

In general, there were no significant differences in the complication rates between rigid and flexible bronchoscopy. Complications were significantly less numerous when the examiners used their favored technique ( $\chi^2(1) = 6.41$ ,  $p = 0.011$ ), had more than five years of experience in foreign body removal ( $\chi^2(1) = 5.13$ ,  $p = 0.023$ ) or had already performed more than 100 foreign body removals ( $\chi^2(2) = 11.51$ ,  $p = 0.003$ ).

The preference and experience of bronchoscopists and clinics influences the outcome of procedures and cannot be disregarded when discussing the best technique. This finding highlights the value of structured training and comprehensive education.

### III. Abkürzungsverzeichnis

American Thoracic Society	ATS
Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.	AWMF
Computertomographie	CT
European Respiratory Society	ERS
Flexible Bronchoskopie	FB
Fremdkörper	FK
Fremdkörperaspiration	FKA
Fremdkörperentfernung	FKE
Fremdkörperverweildauer	FKVD
Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde	HNO
International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems	ICD10
Interquartilsrange	IQR
Magnetresonanztomographie	MRT
Positiver endexpiratorischer Druck	PEEP
Standard operating procedure	SOP
Starre Bronchoskopie	SB

## IV. Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><i>Einleitung</i></b> .....	<b>1</b>
1.1	<b>Die Entstehung und Entwicklung der Bronchoskopie</b> .....	<b>1</b>
1.2	<b>Bronchoskopie heute</b> .....	<b>2</b>
1.3	<b>Fremdkörperaspiration im Kindesalter</b> .....	<b>3</b>
1.3.1	Definition der Fremdkörperaspiration.....	3
1.3.2	Epidemiologie der Fremdkörperaspiration.....	3
1.3.3	Ätiologie und Pathogenese der Fremdkörperaspiration .....	7
1.3.4	Symptome der Fremdkörperaspiration .....	10
1.3.5	Diagnostik einer Fremdkörperaspiration.....	11
1.3.6	Therapie einer Fremdkörperaspiration .....	12
1.4	<b>Problemstellung</b> .....	<b>17</b>
1.4.1	Hintergrund .....	17
1.4.2	Zielsetzung.....	18
<b>2</b>	<b><i>Material und Methoden</i></b> .....	<b>19</b>
2.1	<b>Literaturrecherche</b> .....	<b>19</b>
2.2	<b>Studiendesign</b> .....	<b>19</b>
2.2.1	Allgemeiner Aufbau .....	19
2.2.2	Studienteilnehmende .....	20
2.2.3	Inhalt der Fragebögen .....	21
2.3	<b>Statistische Auswertung</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b><i>Ergebnisse</i></b> .....	<b>25</b>
3.1	<b>Datenübersicht</b> .....	<b>25</b>
3.2	<b>Demographische Daten der Kinder</b> .....	<b>25</b>
3.3	<b>Merkmale der Ärztinnen und Ärzte</b> .....	<b>27</b>
3.4	<b>Genutzte Technik</b> .....	<b>31</b>
3.4.1	Vergleich von flexibler und starrer Bronchoskopie .....	31
3.4.2	Vergleich der Komplikationsraten .....	33
3.5	<b>Einfluss der Erfahrung</b> .....	<b>34</b>
3.6	<b>Einfluss der präferierten Technik</b> .....	<b>39</b>
3.7	<b>Fallbezogene Schwierigkeiten</b> .....	<b>39</b>
3.7.1	Häufigkeiten und Gründe von fallbezogenen Schwierigkeiten.....	39

3.7.2	Einfluss auf die Wahl der Bronchoskopietechnik .....	40
3.7.3	Einfluss auf die Komplikationsrate .....	42
<b>3.8</b>	<b>Fremdkörperverweildauer über 7 Tage .....</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b><i>Diskussion</i>.....</b>	<b>46</b>
4.1	Bronchoskopietechniken bei Fremdkörperaspiration im Kindesalter .....	46
4.2	Methodische Probleme und Limitationen.....	54
4.3	Schlussfolgerung .....	55
<b>5</b>	<b><i>Literaturverzeichnis</i> .....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b><i>Anhang</i>.....</b>	<b>66</b>
6.1	Persönlicher Fragebogen .....	66
6.2	Fallbezogener Fragebogen.....	67
6.3	Handbuch für die teilnehmenden Untersuchenden .....	72
<b>7</b>	<b><i>Danksagung</i> .....</b>	<b>1</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Die Entstehung und Entwicklung der Bronchoskopie

Die Anfänge der Bronchoskopie gehen auf den deutschen Rhinolaryngologen Gustav Kilian (1860-1921) zurück. Der „Vater der modernen Bronchoskopie“ absolvierte sein Medizinstudium unter anderem in Heidelberg, erlangte seinen Facharzt für Hals-Nasen-Ohren Heilkunde an der Charité in Berlin und erhielt mit 27 Jahren den Ruf zum Leiter der Poliklinik für Rhino-Otologie der Universität Freiburg [1]. Nachdem der Rhinolaryngologe Alfred Kirstein im Jahr 1895 von der Möglichkeit berichtete, mit einem angepassten Ösophagoskop die Trachea bis zur Bifurkation dazustellen, begann Kilian, angeregt von diesem medizinischen Fortschritt, mit der Überprüfung und Weiterentwicklung dieser Technik [2, 3]. Nachdem er sich in Studien von der Elastizität der Bronchien und dem geringen Komplikationspotential der Technik überzeugt hatte, gelang es ihm 1897 erstmals, erfolgreich einen Fremdkörper (FK) mithilfe eines Ösophagusrohres aus dem rechten Hauptbronchus eines 63-jährigen Mannes zu entfernen [4]. Unter lokaler Betäubung der Trachea mittels einer Cocainlösung ließ sich das angewärmte und geölte Röhrenspeculum weit in die Atemwege schieben und erlaubte die Darstellung bis in die Mittel- und Unterlappenbronchien. Kilian beschrieb die Prozedur als schmerzfrei. Komplikationen wie Blutungen seien nicht aufgetreten. Mittels der gleichen Vorgehensweise bronchoskopierte er auch erfolgreich einen sechsjährigen Jungen [5] und empfahl daraufhin dieses Vorgehen zur allgemeinen Anwendung. Angesichts der 1893 von Preobraschenski publizierten Mortalitätsrate von 52% bei Fremdkörperaspirationen waren die Erkenntnisse von Kilian von überaus hoher medizinischer Bedeutung und sorgten in der Fachwelt für Begeisterung [5, 6]. In den folgenden Jahren nach der Erstbeschreibung der Fremdkörperentfernung (FKE) arbeitete Kilian intensiv an der Optimierung der Technik und des Eingriffes sowie an der Entwicklung neuer Instrumentarien, die das Extrahieren des aspirierten Objektes erleichtern sollten. Die von Kilian als direkte Bronchoskopie beschriebene Technik entspricht der heutigen starren Bronchoskopie. Der japanische Thoraxchirurg Shigeto Ikeda entwickelte 1966 die flexible Bronchoskopie (FB) und verbreiterte somit das Spektrum der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten enorm [7, 8].

## 1.2 Bronchoskopie heute

Durch den technischen Fortschritt haben sich seit den Erfindungen von Kilian und Ikeda sowohl die starre als auch die FB stetig weiterentwickelt und es ergaben sich viele neue Möglichkeiten für den Einsatz der Bronchoskopie zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken. Die in den Anfängen primär den Ärztinnen und Ärzten der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde (HNO) vorbehaltene Methode verbreitete sich in vielen Fachrichtungen wie der Allgemein-, Thorax- und Kinderchirurgie. Insbesondere die FB findet viele Einsatzgebiete in vielen nicht-chirurgischen Disziplinen wie der Pneumologie, Anästhesie, Intensivmedizin und Pädiatrie, da sie auch ohne Allgemeinanästhesie und außerhalb des OP-Saals in Endoskopieräumen oder auf der Intensivstation durchgeführt werden kann [4, 8]. Die Bronchoskopie kann zur Früherkennung und Diagnostik pulmonaler Erkrankungen genutzt werden und kommt bei Bürstenbiopsien für Zytologie und Mikrobiologie, bronchialen Tumorbiopsien, bronchoalveolären Lavages zur Differential- und Immunzytologie, transbronchialen Lymphknotenbiopsien und mikrobiologischen Spülungen zum Einsatz. Zu therapeutischen Zwecken wird die Bronchoskopie bei tracheoösophagealen Fisteln, Atemwegsstenosen wie Fremdkörperaspiration (FKA) oder Sekretverlegung und Hämoptysen sowie zur endobronchialen Strahlentherapie eingesetzt [9-11]. Durch die breite Verfügbarkeit und vergleichbar einfache Handhabung ohne Vollnarkose wird die FB im diagnostischen Kontext gegenüber der starren Technik zunehmend häufiger eingesetzt. Beim interventionellen Gebrauch haben beide Techniken ähnlich viele Vor- und Nachteile, wodurch sich die Indikationsgebiete überschneiden. Mithilfe der flexiblen Bronchoskopie lassen sich periphere Bereiche des Bronchialbaums besser erreichen und das Risiko für schwerwiegende Komplikationen ist geringer als bei der Nutzung des starren Bronchoskops. Dieses weist jedoch durch den größeren Arbeitskanal und einem damit verbundenen breiteren Spektrum an zu nutzenden Instrumenten Vorteile auf. Für einige Indikationen bleibt jedoch die starre Bronchoskopie (SB) die präferierte Technik: bei Tumorabtragungen, Hämoptysen, endobronchialen Ultraschall Untersuchungen mit Feinnadelbiopsie und komplizierten Fremdkörperentfernungen ist der breite Arbeitskanal, die gesicherte Beatmung und eine größere Sicherheit beim Komplikationsmanagement ein ausschlaggebender Faktor. In Anbetracht dessen ist es wenig verwunderlich, dass die starre Technik am häufigsten in der Thoraxchirurgie, Pneumo-Onkologie und HNO eingesetzt wird [12, 13].

## **1.3 Fremdkörperaspiration im Kindesalter**

### **1.3.1 Definition der Fremdkörperaspiration**

Die FKA ist eine häufige, zum Teil lebensbedrohliche Notfallsituation im Kindesalter. Die Aspiration von Objekten wie Lebensmitteln, Spielzeugteilen oder anderen kleinen Gegenständen aus der Umgebung des Kindes kann zu einer Verlegung der Atemwege führen. Je nach Lokalisation des FK reagiert das Kind mit Hustenanfällen und leidet unter Dyspnoe. Insbesondere bei stärkerer Symptomatik sind eine umgehende Diagnostik und Entfernung des FK gefordert [14, 15].

### **1.3.2 Epidemiologie der Fremdkörperaspiration**

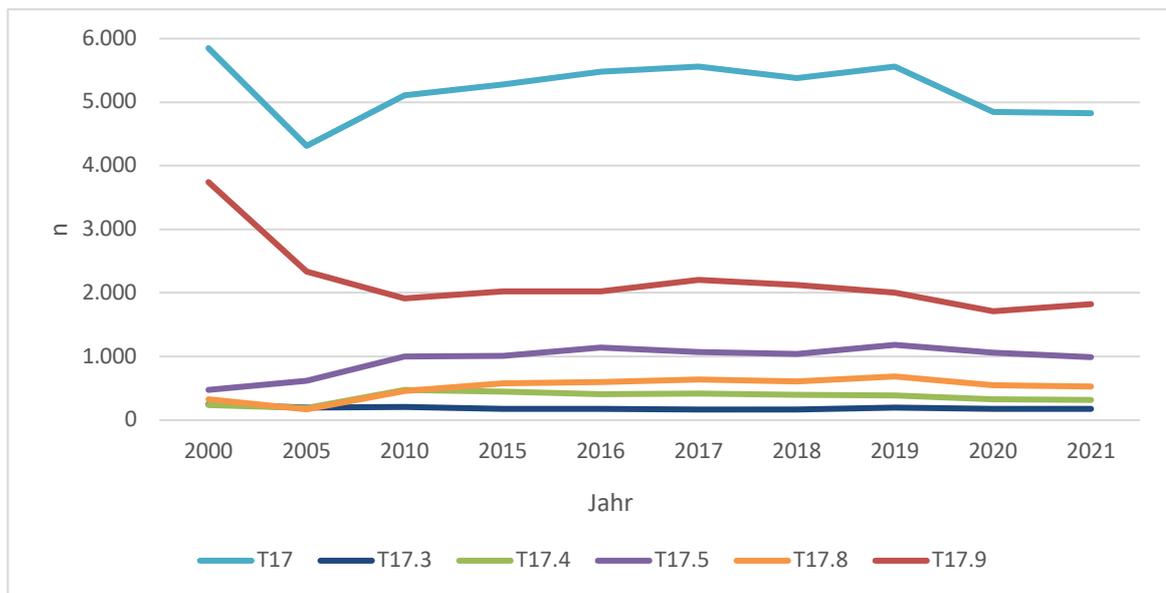
Leider liegen keine offiziellen internationalen Statistiken zur FKA im Kindesalter vor. Die epidemiologischen Daten aus verschiedenen Studien (z.B. [16, 17]) und die Angaben in Lehrbüchern unterscheiden sich jedoch kaum: bei Kindern im Alter von fünf Monaten bis sechs Jahren tritt die FKA am häufigsten auf. Dabei ereignen sich etwa 50% der Fälle zwischen dem zweiten und dritten Lebensjahr [16, 18-20]. Die für Deutschland erhobenen Daten in der jährlich veröffentlichten Gesundheitsberichterstattung des Bundes (GBE) erlauben eine detailliertere Betrachtung der Epidemiologie der Aspiration von FK im Kindesalter. In der internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, German Modification (ICD-10-GM) wird die FKA mit dem Code T17 beschrieben und von T17.1 bis T17.9 in Unterkategorien unterteilt. Besonders relevant sind dabei die folgenden Abstufungen: T17.3 FK im Kehlkopf, T17.4 FK in der Trachea, T17.5 FK im Bronchus, T17.8 FK an sonstigen und mehreren Lokalisationen der Atemwege, T17.9 FK in den Atemwegen, Teil nicht näher bezeichnet. Tabelle 1 und Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass sich die Fallzahlen in Bezug auf alle Altersklassen zum einen die gesamten Fremdkörperaspirationen (T17) pro Jahr über die Zeit kaum verändert haben und zum anderen die meisten der aspirierten Fremdkörper entweder in den Bronchien oder in nicht genau beschriebenen Anteilen der Atemwege lokalisiert sind.

**Tabelle 1: Fallzahlen von Fremdkörperaspirationen in Deutschland**

ICD 10	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>T17</b>	5.850	4.313	5.104	5.279	5.481	5.558	5.379	5.559	4.843	4.823
<b>T17.3</b>	250	199	207	180	179	166	171	192	172	174
<b>T17.4</b>	233	190	474	447	408	419	399	391	323	313
<b>T17.5</b>	475	621	995	1.007	1.145	1.068	1.041	1.183	1.065	989
<b>T17.8</b>	327	169	460	582	595	636	604	686	548	524
<b>T17.9</b>	3.743	2.340	1.918	2.025	2.023	2.204	2.127	2.008	1.712	1.825

**Tab.1:** Darstellung der Daten der Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Es werden absolute Zahlen der oben beschriebenen T17 Diagnosen von 2000, 2005, 2010 und 2015-2021 dargestellt [21], ICD10 = internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, T17 = FK in den Atemwegen, T17.3 = FK im Kehlkopf, T17.4 = FK in der Trachea, T17.5 = FK im Bronchus, T17.8 = FK an sonstigen und mehreren Lokalisationen der Atemwege, T17.9 = FK in den Atemwegen, Teil nicht näher bezeichnet [21]

**Abbildung 1: Fremdkörperaspirationen in Deutschland**



**Abb. 1:** Darstellung der Daten der Gesundheitsberichterstattung des Bundes (Diagnosedaten der Krankenhäuser ab 2000 bezüglich der Diagnose T17, T17.3-5, T17.8-9 in allen Altersgruppen, beiden Geschlechtern und nach der Standardbevölkerung „Deutschland 2011“). Es werden absolute Zahlen der oben beschriebenen T17 Diagnosen von 2000, 2005, 2010 und 2015-2021 dargestellt. ICD10 = internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, T17 = FK in den Atemwegen, T17.3 = FK im Kehlkopf, T17.4 = FK in der Trachea, T17.5 = FK im Bronchus, T17.8 = FK an sonstigen und mehreren Lokalisationen der Atemwege, T17.9 = FK in den Atemwegen, Teil nicht näher bezeichnet, n = absolute Anzahl der Fälle [21]

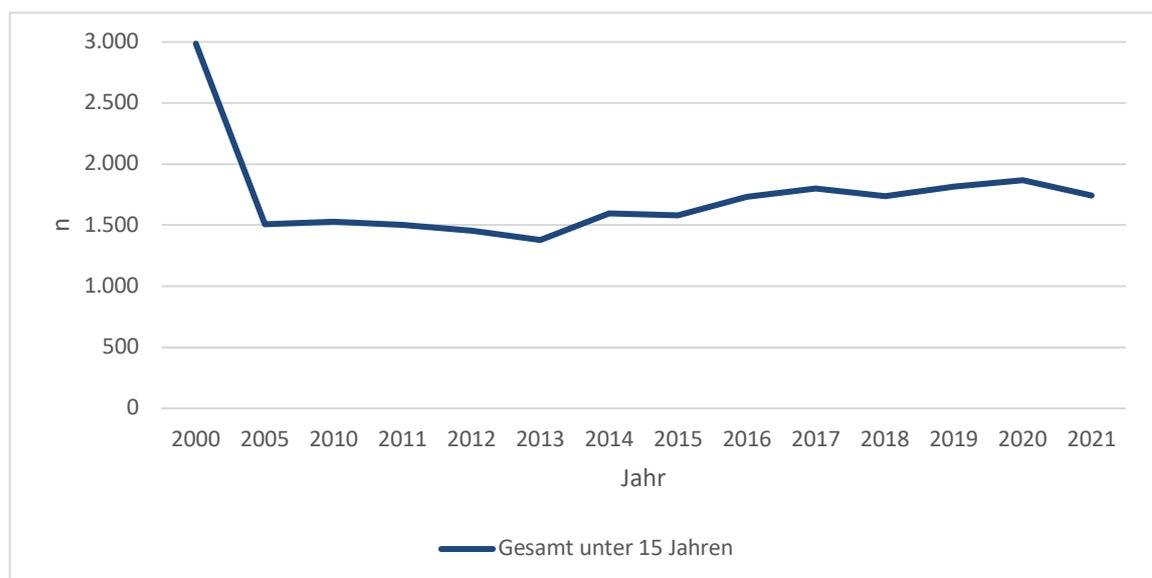
Wie Tabelle 2 und Abbildung 2 zeigen, haben die isolierten Fallzahlen der Kinder unter 15 Jahre, ähnlich wie die Zahlen aller Altersklassen, nach einem deutlichen Abfall von 2000 bis 2005 in den letzten Jahren stagniert. Die Verteilung auf die einzelnen Altersgruppen steht nicht im Widerspruch zu den in der Literatur genannten Daten, auch wenn sie durch die GBE nicht präziser aufgeschlüsselt wurde.

**Tabelle 2: Altersgliederung der Fallzahlen bei kindlichen Fremdkörperaspirationen in Deutschland**

Alter	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>unter 1 Jahr</b>	793	337	260	328	341	393	380	395	406	413
<b>1-5 Jahre</b>	1.638	909	983	997	1.122	1.144	1.100	1.127	1.195	1.067
<b>5-10 Jahre</b>	323	154	179	179	186	177	164	180	182	187
<b>10-15 Jahre</b>	232	106	107	79	84	84	93	115	83	76
<b>Gesamt unter 15 Jahren</b>	2.986	1.506	1.529	1.583	1.733	1.798	1.737	1.817	1.866	1.743

**Tab. 2:** Darstellung der Daten der Gesundheitsberichterstattung des Bundes (Diagnosedaten der Krankenhäuser ab 2000 bezüglich der Diagnose T17, bei Kindern beider Geschlechter unter 15 Jahren, unterteilt in verschiedene Altersklassen und nach der Standardbevölkerung „Deutschland 2011“). Es werden absolute Zahlen der oben beschriebenen T17 Diagnosen von 2000, 2005 und 2010-2021 dargestellt [21]

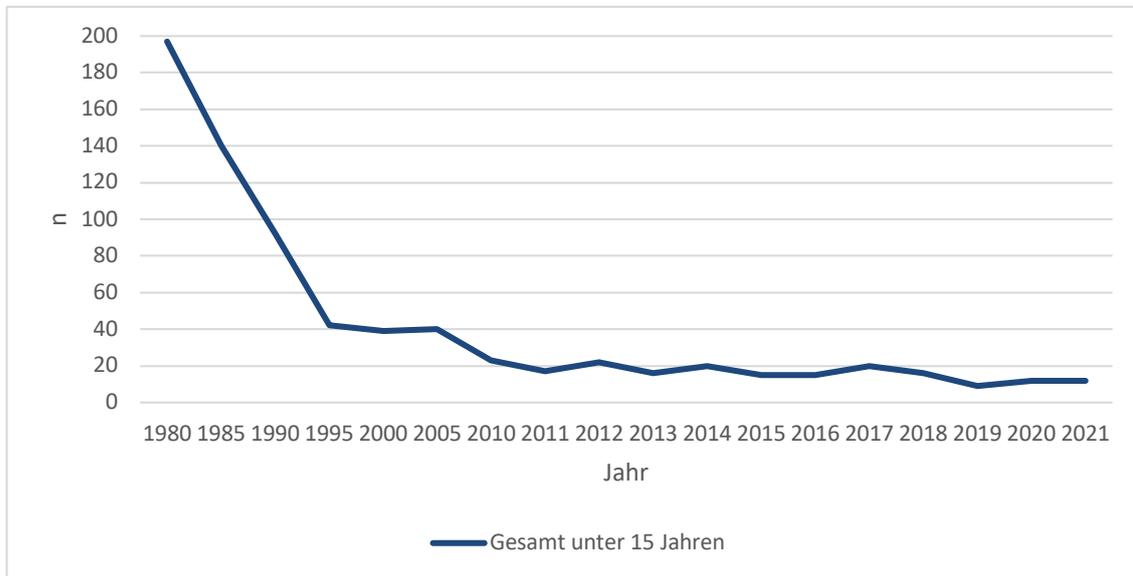
**Abbildung 2: Fremdkörperaspirationen bei Kindern**



**Abb. 2:** Entwicklung der Fallzahlen von Kindern unter 15 Jahren mit FKA (ICD T17) von 2000 bis 2021 [21], n = absolute Anzahl der FKA

Durch die medizinischen und technischen Fortschritte der letzten Jahrzehnte wurde die bronchoskopische FKE kontinuierlich verbessert. Somit konnte, wie die Abbildung 3 verdeutlicht, die Mortalitätsrate seit 1980 stark reduziert werden.

**Abbildung 3: Todesfälle durch Fremdkörperaspiration bei Kindern**



**Abb. 3:** Absolute Zahlen der jährlich verstorbenen Kinder unter 15 Jahren seit 1980. Die Daten entstammen der Gesundheitsberichterstattung des Bundes und wurden von 1980 bis 1998 mithilfe der ICD9 Klassifikation (934 = FKA in die Atemwege) und ab 1998 mithilfe der ICD10 Klassifikation (T17 = FKA) erhoben,  $n$  = absolute Anzahl der FKA

Die Zahlen von Kindern, die an einer FKA versterben, stagnieren jedoch in den letzten Jahren. Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, sind besonders jüngere Kinder unter 5 Jahren durch die FKA lebensbedrohlich gefährdet. Im Jahr 2021 liegt die Mortalitätsrate für Kinder unter 5 Jahren durch FKA bei 0,25 pro 100.000 Kindern und bei Kindern unter 1 Jahr liegt die Rate sogar mit 0,36 pro 100.000 Kindern weiterhin hoch [22].

**Tabelle 3: Fallzahlen der durch Fremdkörperaspiration verstorbenen Kinder**

Alter	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
unter 1 Jahr	13	17	7	8	6	5	5	5	4	3
1-5 Jahre	12	16	13	7	9	12	11	4	8	9
5-10 Jahre	8	3	3	-	-	3	-	-	-	-
10-15 Jahre	6	4	-	-	-	-	3	-	-	-
Gesamt unter 15 Jahren	39	40	23	15	15	20	16	9	12	12

**Tab 3:** Sterbefälle, die der Diagnose T17 zugeordnet werden, bei Kindern beider Geschlechter unter 15 Jahren unterteilt in verschiedene Altersklassen. Es werden absolute Zahlen der oben beschriebenen T17 Sterbefälle von 2000, 2005 und 2010-2021 dargestellt. [23]

Auch Daten aus den USA zeigen vergleichbare Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten mit sinkenden Mortalitätsraten [24]. Bei Kindern unter 4 Jahren versterben in den Vereinigten Staaten jedoch 0,6 von 100.000 Kindern durch die Aspiration eines FKs. Damit ist die FKA in den USA die vierthäufigste Sterblichkeitsursache durch unbeabsichtigte Verletzungen bei Kindern und sogar die führende Ursache dieser Kategorie bei Kindern unter 1 Jahr [25, 26].

Im Kindesalter trifft die FKA deutlich häufiger bei Jungen als bei Mädchen auf. Unterschiedliche Lehrbücher und Studien berichten von einem Verhältnis von 1,5:1 bis zu 2,5:1 und suchen oftmals Erklärungsansätze für die Häufung der Fälle beim männlichen Geschlecht in einer mutmaßlich impulsiveren und wilderen Bewegungs- und Spielweise [14, 17, 27-29].

### 1.3.3 Ätiologie und Pathogenese der Fremdkörperaspiration

Spätestens mit 6 Monaten können Kinder kleine Gegenstände greifen und sich in den Mund stecken. In den folgenden Monaten lernen sie robben, krabbeln und laufen, womit sich den Kindern ein immer größerer Bewegungsradius erschließt. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sie bei der Erkundung des Umfelds kleine Gegenstände finden. In dieser Lebensphase ist der Mundraum für die Kinder eines der wichtigsten Instrumente zur Erforschung der Umwelt, so dass praktisch alles in den Mund gesteckt wird. Gleichzeitig sind die Schluckmechanismen noch unkoordiniert und unausgereift und falls sich das Kind erschrickt oder plötzlich anfängt zu schreien, ohne vorher das Objekt aus

dem Mund zu nehmen, wird dieses leicht in die Atemwege aspiriert [30-33]. Ebenso können Kinder in diesem Alter häufig nicht zwischen essbaren und nicht essbaren Gegenständen unterscheiden. Zu den noch nicht vollständig entwickelten Schluckmechanismen kommt, dass häufig die Molaren noch nicht ausgebildet sind und feste Nahrung nur inadäquat gekaut werden kann. Somit müssen größere Nahrungsbestandteile geschluckt werden und können dabei in die Atemwege gelangen [34-36]. Weitere prädisponierende Faktoren für eine FKA im Kindesalter sind Zugang zu ungeeigneten Nahrungsmitteln oder kleinen Objekten und körperliche Aktivität beim Essen beziehungsweise beiläufige Nahrungsaufnahme beim Spielen. Durch ältere Geschwister können Kinder auch an zu kleines Spielzeug, das sich leicht verschlucken lässt, gelangen [37-40].

Sehr junge Kinder sind durch die kleinen Durchmesser ihrer Atemwege deutlich vulnerabler für eine FKA und komplizierte Verläufe mit stärkerer Dyspnoe [41]. Bei älteren Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen hat die FKA häufig andere Ursachen wie falsch entwickelte Schluckakte, neurologische Erkrankungen wie eine Zerebralparese, Verlust des Bewusstseins und Alkohol- oder Drogenabusus [42, 43].

Die meisten aspirierten FK sind als organisch einzustufen und variieren teilweise etwas durch kulturelle und geographische Gegebenheiten. Allgemein sind Nüsse, in westlichen Ländern insbesondere Erdnüsse, am häufigsten und werden gefolgt von Samen und andere Nahrungsbestandteilen [44-48]. In Indien sind beispielsweise Betelnüsse die am häufigsten aspirierten FK, in den USA werden hingegen oft Hot-Dog Stücke oder Popcorn aus den Atemwegen geborgen. Zu den anorganischen aspirierten Objekten zählen häufig Spielzeugteile, Kugeln, Stecknadeln, Münzen und Stiftkappen. Letztere finden sich besonders häufig bei Kindern im Grundschulalter [48-53].

Bestimmte Eigenschaften von FK können sie für Kinder deutlich gefährlicher machen. Runde Objekte können zum Beispiel die Atemwege leicht komplett verschließen und zur Asphyxie führen. Ebenso erreichen komprimierbare sowie glatte FK mit einer rutschigen Oberfläche tiefere Abschnitte der Bronchien und sind mit den durch das Bronchoskop einzuführenden Instrumenten nur schwer zu entfernen [41]. Auswirkungen einer aspirierten Tablette sind nur schwierig

vorherzusagen, da diese auch von den chemischen Eigenschaften abhängen. Eisen und Kalium können zum Beispiel eine starke Entzündungsreaktion und dadurch eine Stenose des Bronchus verursachen [54, 55].

Die Lokalisation der FK in den Atemwegen der Kinder ist multifaktoriell bedingt. Der Großteil der aspirierten Objekte gelangt bis in die Bronchien und bleibt dort stecken. Deutlich seltener verbleiben die FK bereits im Larynx oder in der Trachea [29, 46, 56]. Die genauen Lokalisationen der FK und Verteilung zwischen der rechten und linken Lunge unterscheiden sich je nach Studie. In einer großen Fallstudie mit 1160 PatientInnen wurde die Verteilung der FK über die Atemwege wie folgt beschrieben [29]: 3% der FK wurden aus dem Larynx geborgen, 13% aus der Trachea. In der rechten Lunge befanden sich 60% der Objekte, der Großteil im Hauptbronchus und nur wenige FK in den peripheren Bronchien. Aus der linken Lunge wurden 23% der aspirierten Objekte entfernt, von denen nur etwa 20% in die tieferen Bronchien gelangten und die restlichen bereits im linken Hauptbronchus festgingen. In einem Prozent der Fälle verteilten sich die FK bilateral. Die Verteilung der FK auf die Hauptbronchi lässt sich durch den steileren Abgang des rechten Hauptbronchus von der Trachea erklären, durch den die FK leichter in diesen gelangen [30, 32, 33, 40, 57]. Es finden sich jedoch auch Studien, die eine gleichmäßige Verteilung der FK zwischen dem rechten und linken Hauptbronchus feststellen [58, 59] oder sogar einen größeren Anteil der Objekte in der linken Lunge beschreiben [35, 60-62].

Bei Kindern unter einem Jahr kommen laryngeale FK häufiger vor als in anderen Altersklassen. Ein Grund dafür könnte der kleinere Durchmesser der Trachea oder eine in diesem Alter noch schwache Atemmechanik sein [46]. Die laryngotracheal lokalisierten Objekte sind häufig sehr groß oder verkanten sich durch scharfe Ecken. Im Vergleich zu FK, die bis in die Bronchien gelangen, sind laryngotracheale FK aufgrund einer möglichen vollständigen Obstruktion oder akuten Schwellung der Schleimhäute für die Kinder besonders gefährlich und mit einer erhöhten Mortalität assoziiert [42, 44, 63, 64].

### **1.3.4 Symptome der Fremdkörperaspiration**

Fremdkörperaspirationen im Kindesalter präsentieren sich sehr unterschiedlich [65, 66]. Die große Bandbreite der klinischen Symptome ist von verschiedenen Faktoren wie dem Grad der Atemwegsblockade, dem Alter des Kindes, der Art sowie der Lokalisation des FK und der zwischen der Aspiration und der bis zur klinischen Vorstellung verstrichenen Zeit abhängig. Direkt nach der Aspiration sind plötzliche Tussis, Würgen und schwere Dyspnoe zu beobachten [67], möglicherweise aber auch nur unspezifische Symptome oder völlige Beschwerdefreiheit [35, 68]. Durch die oft nur partiell verlegten Atemwege sind die häufigsten Symptome Tussis, Tachypnoe, Stridor und Keuchen [46, 69]. Die Lokalisation des aspirierten Objektes hat auch Einfluss auf die Symptome. Laryngotracheal gelegene FK verursachen meist akute Dyspnoe, Stridor, Keuchen und gegebenenfalls Stimmveränderungen [63-66]. Aspirierte Objekte in den Hauptbronchien verursachen typischerweise Tussis und Keuchen. Ebenso können Hämoptysen, Dyspnoe, Vomiturio und Pyrexie auftreten. Zudem können Obstruktionen und reduzierte Atemgeräusche bei der Auskultation auffallen. Kinder mit FK in den unteren Atemwegen sind häufig nach einer initialen Hustenepisode symptomfrei [29, 70, 71].

Das Aspirationsereignis kann klinisch nach Rodriguez et al. (2012) in drei Phasen unterteilt werden: Initialphase, asymptomatische Phase und Komplikationsphase [35]. Die Initialphase ist durch plötzliche Vomiturio und Tussis bei einem davor gesunden Kind charakterisiert, typischerweise vor dem Hintergrund einer Nahrungsaufnahme oder spielenden Tätigkeit [35, 36]. Das Sistieren der Symptomatik beschreibt das Ende der ersten Phase. Die darauffolgende asymptomatische Phase kann zeitlich sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Wird die FKA nicht erkannt, kann das längere Verweilen des aspirierten Objekts zum Übergang in die Komplikationsphase führen [44]. In dieser kann das Verweilen des FK in den Atemwegen zu einer lokale Entzündungsreaktion führen. Diese ist wiederum mit rezidivierenden Pneumonien, chronisch-produktiver Tussis, Hämoptysen, Bronchiektasien und Lungenabszessen assoziiert [35, 59, 72].

### 1.3.5 Diagnostik einer Fremdkörperaspiration

Zur schnellen, nicht-invasiven und risikoarmen Diagnostik einer FKA steht aktuell keine Methode zur Verfügung, die eine sichere Diagnose zulässt [67]. Die Anamnese des Kindes und der Eltern mit der expliziten Frage nach einer plötzlich beginnenden Tussis, starker Vomiturio oder Dyspnoe können bereits erste Hinweise liefern. Eine beobachtete Episode der Vomiturio definiert als plötzlicher Beginn von stärkster Tussis und/oder Dyspnoe und/oder Zyanose bei einem zuvor gesunden Kind, hat eine Sensitivität von 76 bis 92 Prozent für die Diagnose einer FKA [28, 29, 46, 73-75]. Bei der Inspektion können Tachypnoe und Tussis beobachtet werden [28, 36, 40]. Im Rahmen der körperlichen Untersuchung kann der Auskultationsbefund weitere Anhaltspunkte für die Verdachtsdiagnose einer FKA beitragen. Wegweisend sind dabei seitendifferente oder abgeschwächte Atemgeräusche, Giemen über einzelnen Lungenabschnitten oder ein irreguläres Verhältnis von In- zu Expiration [35, 36]. Die klassische Trias aus Tussis, Keuchen und abgeschwächtem Atemgeräusch sind nicht immer vorhanden [46]. Das Vorliegen der Trias hat eine Spezifität von 96 bis 98 Prozent, jedoch nur eine Sensitivität von 27 bis 43 Prozent für die Diagnose einer FKA [76].

Im Rahmen der bildgebenden Diagnostik ist das klassische Röntgen-Thorax bei Verdacht auf FKA das Mittel der Wahl [77]. Durch die Tatsache, dass die aspirierten Objekte häufig organischer Natur sind, können diese röntgenologisch in den meisten Fällen nicht dargestellt werden [28, 78, 79]. Trotzdem kann die Technik zur Lokalisierung der FK und Therapieplanung relevante Informationen liefern. Möglicherweise zeigen sich indirekte Zeichen der FKA wie Atelektase, Verdichtung des Lungenparenchyms und expiratorisch lokale Überblähung im Röntgenbild [57, 75, 80, 81]. Auch wenn das Röntgenbild selbst keine konkreten Hinweise zur FKA liefern sollte, wie in 30% der Fälle mit FKA [17, 29, 75], so können durchaus kinderpneumologische Differentialdiagnosen ausgeschlossen werden [40]. Zur Überprüfung des Verdachts einer FKA erreicht die Röntgen-Thorax-Aufnahme eine Sensitivität von 68 bis 76 Prozent und eine Spezifität von 45 bis 67 Prozent [82]. Wird jedoch aufgrund einer typischen Anamnese, wie bei einer beobachteten FKA oder den üblichen klinischen Symptomen eine FKA vermutet, so kann gegebenenfalls auch auf das Röntgenbild verzichtet werden.

Dadurch kann wertvolle Zeit gespart und das Kind vor der Strahlenbelastung geschützt werden [83].

Theoretisch würde die Computertomographie (CT) oder die Magnetresonanztomographie (MRT) eine sichere Identifizierung des FK in den Atemwegen des Kindes erlauben [84]. Das hochauflösende CT-Bild, das für die Lokalisation des aspirierten Objektes benötigt wird, ist jedoch mit einer sehr hohen Strahlenbelastung verbunden, weshalb der Einsatz dieser Technik bei Kindern äußerst fragwürdig ist [34, 85]. Das MRT würde ebenfalls eine sichere Diagnose erlauben und ist besonders gut geeignet, um die besonders häufig aspirierten fettreichen Erdnüsse darzustellen [86], jedoch müssten junge Kinder für die Bildgebung sediert werden. Somit ist in der Situation einer vermuteten FKA eine MRT-Bildgebung ebenfalls ungeeignet. Mit dem Einsatz einer der beiden Techniken würde man bei akuten Atembeschwerden der Kinder auch zusätzlich sehr viel wertvolle Zeit verlieren [34].

Unabhängig von der vorangegangenen Diagnostik sollten die kindlichen Atemwege bei einem mäßigen bis schweren Verdacht auf einen FKA bronchoskopisch kontrolliert werden, um eine Aspiration entweder sicher auszuschließen oder den bestätigten FK im gleichen Zuge zu entfernen [67].

### **1.3.6 Therapie einer Fremdkörperaspiration**

Bei Verdacht auf FKA müssen die Kinder in einer geeigneten Klinik stationär aufgenommen und schnellstmöglich bronchoskopiert werden [83].

Wie bereits beschrieben wird die Bronchoskopie bei der FKA sowohl zu diagnostischen als auch zu therapeutischen Zwecken genutzt und ist heutzutage ein risikoarmes Verfahren. In einer europaweiten Umfrage von Schramm et al. (2017), bei der 198 Ärztinnen und Ärzte aus 33 Ländern befragt wurden, stellte sich heraus, dass die Bronchoskopie bei Kindern eine etablierte Untersuchungsmethode geworden und mittlerweile auch weit verbreitet ist. Die Studie ergab, dass der Verdacht auf eine FKA von 73% der Teilnehmenden als häufigste Bronchoskopieindikation genannt wurde [87].

Um das Risiko der Intervention weiter zu reduzieren und optimale, standardisierte

Bedingungen für die Bronchoskopie zu schaffen, erarbeiteten Nicolai und Hinrichs 2013 eine Checkliste. Diese beinhaltet folgende Aspekte: Vorhandensein von Reanimationsmedikamenten, Notfallbesteck, Nottracheotomiebesteck, Bronchoskope in allen Größen (sowohl starr als auch flexibel), Absaugeinrichtung für Endoskop und Pharynx, Magnete und diverse Bronchoskopiezangen [88].

#### **1.3.6.1 Fremdkörperentfernung mithilfe starrer Bronchoskopie**

Für die SB benötigen Kinder eine Allgemeinanästhesie. Bei vollständiger Relaxation kann das starre Beatmungsbronchoskop mithilfe eines Laryngoskops über Cavitas oris, Larynx und Trachea bis zu den Hauptbronchien vorgeschoben werden. Der zu wählende Durchmesser des Bronchoskops kann dabei anhand des Umfangs des kleinen Fingers der Kinder abgeschätzt werden. Falls keine Optik integriert ist, muss diese im nächsten Schritt eingebracht werden. Durch Kippung und Winkelung des Kopfes kann das starre Bronchoskop in die verschiedenen Bereiche des Bronchialbaums eingeführt werden. Zur Bergung des FK werden daraufhin zum aspirierten Objekt passende Bronchoskopiezangen und andere Instrumente zum Greifen des FK durch den Arbeitskanal des Bronchoskops eingebracht und das Objekt daraufhin aus den Atemwegen entfernt [88-90].

#### **1.3.6.2 Fremdkörperentfernung mithilfe flexibler Bronchoskopie**

Für die FB benötigen die Patientinnen und Patienten keine Allgemeinanästhesie, sondern lediglich Lokalanästhetika am Bronchoskop und in den Atemwegen sowie gegebenenfalls zusätzlich eine leichte Analgosedierung. Der Zugang zu den Atemwegen erfolgt mit dieser Technik bei den spontan atmenden Patientinnen und Patienten nasal. Während das biegsame Endoskop, das mit einem Gleitmittel wie beispielsweise Silikonspray vorbehandelt wird, durch das eine Nasenloch eingeführt wird, kann über das andere Nasenloch eine Sonde zur Sauerstoffzufuhr eingeführt werden. Bevor das Endoskop an den Stimmlippen vorbei geschoben wird, sollte deren Beweglichkeit dokumentiert und unter Sicht ein Lokalanästhetikum appliziert werden. Nach Passage der Stimmlippen sollten auch die folgenden Bronchien vor der Endoskopie mithilfe des Lokalanästhetikums betäubt werden. Für kleine Kinder besteht die

Möglichkeit das Endoskop über spezielle Beatmungsmasken einzuführen, wodurch die Belüftung der Lunge mithilfe eines positiven endexpiratorischen Drucks (PEEP) verbessert werden kann. Bei der FB müssen spezielle Instrumente zur FKE genutzt werden, da der Durchmesser des Arbeitskanals des Endoskops insbesondere bei sehr jungen Kindern deutlich kleiner ist als bei der starren Bronchoskopie [88, 89, 91, 92].

### **1.3.6.3 Vergleich der starren und flexiblen Bronchoskopie**

Sowohl die SB als auch die FB weisen bei der Entfernung von aspirierten FK Vor- und Nachteile auf. Bei der SB steht bedingt durch den weiteren Durchmesser ein größerer Arbeitskanal zur Verfügung. Dadurch können die behandelnden Ärztinnen und Ärzte auf eine breite Auswahl an Instrumenten zur Entfernung des FK zurückgreifen [93]. Vorteilhaft ist ebenfalls, dass bei der SB die Möglichkeit besteht, die Lunge des Kindes direkt durch das Bronchoskop zu belüften (Jet-Ventilation) und der Atemweg jederzeit gesichert ist. Einige Autorinnen und Autoren beschrieben ein hohes Maß an Sicherheit, da durch den weiten Arbeitskanal die Sicht trotz eingeführter Instrumente nicht zu stark eingeschränkt wird [33, 83]. Als Nachteile der SB wird die benötigte Allgemeinanästhesie aufgeführt, wodurch die Intervention aufwändiger wird und in einem OP-Saal stattfinden muss. Das starre Bronchoskop eignet sich auch nicht zur Entfernung weit peripher gelegener FK und stellt die Untersuchenden bei anatomischen Besonderheiten wie Wirbelsäulanomalien oder Kieferverletzungen vor Probleme. Ebenso besteht das Risiko, dass es bei nicht ausreichender Relaxierung der Kinder und zu flacher Narkose oder unsachgemäßer Handhabung des starren Rohres die Trachea schwer verletzt wird [93].

Die FB zeigt Vorteile durch eine breitere Verfügbarkeit und einen geringeren Aufwand. Dadurch, dass die Intervention nur eine leichte Sedierung benötigt, kann sie auch in Endoskopiesälen und auf Intensivstationen durchgeführt werden. Das Endoskop kann auch deutlich weiter in den Bronchialbaum vorgeschoben werden, was die Darstellung und Entfernung von peripheren FK ermöglicht. Das Potential für Verletzungen der Atemwege durch das biegbare Instrument ist deutlich geringer. Bei der FB besteht das Problem, dass das Kind nicht durch das Endoskop beatmet werden kann und der Atemweg nicht

gesichert ist. Somit besteht insbesondere bei kleinen Kindern, bei denen das Endoskop Großteile des Durchmessers der Atemwege ausfüllt, die Gefahr eines Sauerstoffmangels. Zudem bietet das flexible Bronchoskop nur einen kleineren Arbeitskanal, der die Auswahl an Instrumenten einschränkt [83, 94]. Bei Beatmung mittels Endoskopiemaske besteht zusätzlich aufgrund des durch das Endoskop verursachten erhöhten Atemwegswiderstandes das Risiko einer gastralen Beatmung. Bei der Entfernung des erfassten FK mit gleichzeitigem Zurückziehen des Endoskops besteht zudem die Gefahr, den FK zu verlieren [67].

Die Gegenüberstellung der beiden Techniken offenbart Stärken und Schwächen an unterschiedlichen Stellen, die sich teilweise jedoch gut ergänzen könnten. Die Fachgesellschaften European Respiratory Society (ERS) und American Thoracic Society (ATS) sowie die Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF) „Interdisziplinäre Versorgung von Kindern nach FKA und Fremdkörperingestion“ definieren die SB als Goldstandard zur FKE [95-98]. Es wird jedoch empfohlen zuerst mithilfe der FB die Verdachtsdiagnose zu bestätigen sowie den FK zu lokalisieren und darauffolgend auf die starre Technik zu wechseln. Somit können unnötige Einsätze der invasiveren SB vermieden werden. Die Erfahrungen zahlreicher Autoren deckt sich mit dem empfohlenen Vorgehen der Lehrmeinung [35, 60, 78, 91].

Vereinzelt werden Versuche beschrieben, die Vorteile beider Techniken zu kombinieren. Rodriguez et al. (2012) und Göktas et al. (2010) berichten von einer kombinierten Technik, bei der das FB durch das SB eingeführt wird und FK auf diese Art erfolgreich entfernt werden konnten [35, 37].

Beim Blick auf die Publikationen des letzten Jahrzehnts fällt auf, dass immer häufiger Studien veröffentlicht werden, die entgegen der Leitlinienempfehlung auf die SB verzichten. Die Daten aus zum Teil sehr großen Patientenkollektiven mit über 1000 Kindern beschreiben einen sicheren und komplikationsarmen Einsatz der FB zur FKE bei Kindern [66, 99-102]. Diese Ergebnisse führen zu einer anhaltenden Debatte in der Fachwelt um die vermeintlich bessere Technik.

#### **1.3.6.4 Anästhesiologische Therapie**

Die Leitlinie der AWMF beinhaltet nicht nur die Diagnostik und bronchoskopische Entfernung des FK, sondern auch das anästhesiologische Management. Die Bronchoskopie sollte mittels anästhesiologischem Standardmonitorings überwacht werden. Dazu zählt eine nicht-invasive Blutdruckmessung, pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung, inspiratorische Sauerstoffkonzentrations-Dokumentation, endtidale Kohlenstoffdioxidmessung und ein Elektrokardiogramm. Aufgrund der nicht eindeutigen Datenlage gibt die Leitlinie keine klare Empfehlung bezüglich der Narkoseeinleitung [90, 98, 103-107].

Zur Allgemeinanästhesie bei Nutzung der SB kann eine total intravenöse Anästhesie oder eine balancierte Anästhesie gewählt werden. Die Narkose sollte zum gesamten Zeitpunkt ausreichend tief sein, da bei einer zu flachen Sedierung Tussis und Unruhe des Kindes provoziert werden und dies zu Komplikationen führen kann [88, 90, 98]. Bei der FB wird eine Analgosedierung mit oder ohne Unterstützung von topischen Anästhetika gewählt. Bei beiden Techniken können systemisch wirksame Medikamente durch den topischen Einsatz von Lidocain in den Atemwegen eingespart werden.

Nach der Intervention sollte das Kind stationär weiterbehandelt und individuell zwischen Intensiv- oder Normalstation entschieden werden. Den zuständigen Anästhesistinnen und Anästhesisten obliegt die individuelle Handhabung des Procederes unter Beachtung des klinikinternen Handlungsleitfadens [67, 107].

#### **1.3.6.5 Komplikationen**

Zu den möglichen Komplikationen einer bronchoskopischen FKE zählt die Hypoxie, die einen Atemstillstand, eine Arrhythmie und kardiale oder zerebrale Ischämien zur Folge haben kann. Prophylaktisch sollte eine möglichst sichere Sauerstoffzufuhr gewährleistet und das Kind pulsoxymetrisch kontrolliert werden. Bei stärkeren Abfällen der Sauerstoffsättigung muss die Bronchoskopie unterbrochen werden. Bei der FKE kann es auch zu Blutungen der Bronchialschleimhaut kommen, die je nach Intensität von selbst sistieren oder gestillt werden müssen. Für leichte Blutungen reicht zur Blutstillung häufig die lokale Applikation von Adrenalin oder Fibrin. Schwerere Blutungen können mit

einer Ballontamponade gestillt werden [108]. Auch ein Pneumothorax zählt zu den seltenen Komplikationen, der je nach Ausprägungsgrad eine verlängerte stationäre Überwachung und Thoraxdrainagen erfordert. Der Abriss der Trachea mit möglicherweise tödlichen Folgen ist ein sehr seltenes Ereignis, das in der Regel nur durch eine SB verursacht werden kann. Weitere Komplikationen sind Bronchospasmen, Laryngospasmen und postinterventionelle Infektionen und Pneumonien [10, 109].

## **1.4 Problemstellung**

### **1.4.1 Hintergrund**

Mit der fortschreitenden Weiterentwicklung der FB ist diese Technik bei FKA im Kindesalter zu einer echten Alternative zur SB geworden. Gleichzeitig ist die Datenlage zur FKE bei FKA im Kindesalter gering und somit die wissenschaftliche Evidenz, auf der Leitlinien und Empfehlungen der Fachgesellschaften basieren, schwach [67, 110]. Die meisten Studien basieren auf retrospektiven Fallanalysen einzelner Zentren. Zudem kann aufgrund von hausinternen Standards häufig nur eine der beiden Techniken zur FKE betrachtet und analysiert werden [66, 111]. Andere Studien, die die FKA im Kindesalter erforschen, zielen primär auf eine Erfassung der diagnostischen Aspekte, um durch die Verbesserung der Standards die Anzahl an überflüssigen Bronchoskopien, bei denen sich kein FK in den Atemwegen befindet, zu senken [57]. Nur einzelne Studien, wie beispielsweise die von Golan-Tripto et. al. (2021) stellen beide Techniken vergleichend gegenüber und versuchen Gründe für die Komplikationsraten sowie Vor- und Nachteile der SB oder FB zu eruieren [102]. Zur genaueren Beurteilung der Situation fehlt es an großen prospektiven Studien, die neben dem Vergleich der SB mit der FB auch untersucher- und klinikspezifische Daten zu Ausbildung und hausinternen Standards bezüglich dieser Techniken erheben. Auf der Basis der daraus gewonnenen Daten könnten die Empfehlungen und Leitlinien der Fachgesellschaften aktualisiert und möglicherweise an neue Erkenntnisse angepasst werden.

### **1.4.2 Zielsetzung**

Der primäre Endpunkt der hier vorgestellten Studie ist der Vergleich der Komplikationsraten der flexiblen und starren Bronchoskopie zur Behandlung von Kindern mit FKA unter Anwendung eines neuen Klassifikationssystems.

Der sekundäre Endpunkt ist die Analyse des Einflusses von klinischen Faktoren auf die Komplikationsrate. Zu den Zielkriterien zählten persönliche Präferenzen und die Erfahrung der Untersuchenden, sowie die folgenden fallbedingte Faktoren: eine lange Verweildauer des FK, Kinder in einem Alter unter 12 Monaten, ein peripher gelegener FK, die Verlegung der großen Atemwege und ein unglücklich geformter FK. Die Ergebnisse werden mit den aktuellen Empfehlungen der Literatur und Fachgesellschaften verglichen.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Literaturrecherche**

Meine Literaturrecherche erfolgte für wissenschaftliche Publikationen mithilfe der Datenbank der National Library of Medicine, pubmed.gov. Mithilfe der Suchbegriffe “aspiration”, “foreign body”, “bronchoscopy”, “children”, “tracheobronchial foreign body“ wurden Artikel erfasst. Für weitere Fachliteratur erfolgte die Recherche auf Basis der Präsenzbestände und Onlinedatenbank der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf sowie der Thieme eRef Online-Bestände [112].

### **2.2 Studiendesign**

#### **2.2.1 Allgemeiner Aufbau**

Um die Fragestellung zu überprüfen, wurde eine prospektive, internationale, multizentrische Studie entworfen, die auf einem anonymen persönlichen Fragebogen und einem fallbezogenen Fragebogen basiert. Die Evaluationssoftware *EvaSys* (Education Survey Automation Suite) der Firma Electric Paper Evaluationssysteme GmbH ermöglichte die anonymisierte Durchführung und Abspeicherung der Online-Umfrage.

Die Studie ist im Studienregister der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf unter der ID: 2016105732 registriert und wurde durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität mit dem Ethikvotum Nummer 5736R genehmigt. Die Studie dient dem Qualitätsmanagement der Untersuchungstechnik und erforderte daher keine Zustimmung der Patientinnen und Patienten. Die strenge Begrenzung der erhobenen Informationen zu den Untersuchenden und Kliniken verhindert Rückschlüsse auf die einzelnen Teilnehmenden. Zudem ist nicht nachvollziehbar, ob Ärztinnen und Ärzte aus medizinischen Zentren, die Zugang zur Studie erhalten haben, überhaupt Fälle beigetragen haben. Die Anonymität der Fälle wurde durch die Einschränkung der Aufzeichnung von personenbezogenen Daten auf Alter, Geschlecht und Hintergrund und Art des Aspirationsereignisses gewährleistet.

Im ersten Schritt füllten die teilnehmenden Untersuchenden den anonymen

persönlichen Fragebogen aus und erstellten am Ende der Informationsabfrage einen persönlichen, individuellen Code. Im zweiten Schritt bearbeiteten die Teilnehmenden nach jeder Bronchoskopie zur FKE bei einem Kind den fallbezogenen Fragebogen und versahen diesen mit dem persönlichen Code. Somit ist es möglich, die Informationen der anonymen Fragebögen einander zuzuordnen, und Zusammenhänge zwischen persönlichen Eigenschaften der Untersuchenden und fallbezogenen Aspekten zu überprüfen.

## **2.2.2 Studienteilnehmende**

### **2.2.2.1 Auswahlkriterien**

Die Kriterien für die Auswahl von einzuladenden Zentren wurden von Dr. Dirk Schramm und Christina Vossen entwickelt. Die Einladungen der Zentren und angefragten Untersuchenden erfolgte durch Christina Vossen per E-Mail. Im ersten Schritt wurden alle Ärztinnen und Ärzte im nationalen Verteiler der Gesellschaft für pädiatrische Pneumologie angeschrieben und im Folgenden die Mitglieder der ERS zur Teilnahme an der Studie eingeladen. Zusätzlich wurde über weitere Netzwerke (ped-lung.org, World Association for Bronchology and Interventional Pulmonology, European Association for Bronchology and Interventional Pulmonology, Asian-Pacific Association for Bronchology and Interventional Pulmonology) um teilnehmende Zentren geworben. Im folgenden Schritt wurden alle Forschungsgruppen, die in den vergangenen Jahren wissenschaftliche Arbeiten zum Thema FKA im Kindesalter und zu flexiblen oder starren Bronchoskopietechniken veröffentlicht haben, kontaktiert. Schließlich wurden international in allen Ländern, die nicht in der ERS vertreten sind, große Kliniken, die über eine pädiatrische Intensivstation, Kinderchirurgie oder pädiatrische Pneumologie verfügen, angefragt.

Bei positiver Rückmeldung und Interesse an der Teilnahme der Studie wurden den Ärztinnen und Ärzten alle Informationen und Unterlagen in Form eines digitalen Handbuchs, das im Anhang beigefügt ist, durch Christina Vossen per E-Mail zugesendet. Diese enthielten detaillierte Erläuterungen zum Aufbau der Studie, den einzelnen Fragen des persönlichen Fragebogens und fallbezogenen Fragebogens, sowie dem von den Teilnehmenden gewünschten Vorgehen. Vor dem Hintergrund, dass bei einer FKE schwere Komplikationen bis zum

Versterben eines Kindes auftreten können, wurde verdeutlicht, dass die Informationen vollständig anonymisiert sind. Es ist keine Zuordnung der Fälle zu den realen Untersuchern möglich, da die Fälle nur mit den anonymen Untersucherprofilen verknüpft werden.

#### **2.2.2.2 Einschlusskriterien**

Voraussetzung für die Analyse der Fälle aus dem Zeitraum von Mai 2017 bis Februar 2018 war die FKE mithilfe eines starren oder flexiblen Bronchoskops bei einem Kind zwischen 0 und 18 Jahren sowie die Vollständigkeit des eingereichten Fragebogens.

#### **2.2.2.3 Ausschlusskriterien**

Unter zwei Bedingungen wurden eingesendete Fälle nicht in die Auswertung einbezogen. In Einzelfällen konnten die fallbezogenen Fragebögen aufgrund eines fehlerhaften persönlichen Codes nicht zu einem persönlichen Fragebogen zugeordnet werden und wurden somit von den Analysen ausgeschlossen. Weiterhin wurden Berichte von Patientinnen und Patienten, bei denen nicht nur die FB oder SB, sondern eine Kombination aus FB durch ein starres Bronchoskop verwendet wurde, nicht in die Analysen einbezogen. Dies ist darin begründet, dass bei der Kombination die Ergebnisse der Untersuchungen weder der einen noch der anderen Technik zugeordnet werden können.

### **2.2.3 Inhalt der Fragebögen**

#### **2.2.3.1 Konzeption**

Die Fragestellungen wurden auf Grundlage einer Recherche und Analyse von Publikationen im Bereich der pädiatrischen Bronchoskopie sowie Erfahrungen aus Vorgängerstudien [67, 87, 113] der Arbeitsgruppe durch ein Expertengremium unter der Leitung von Dr. Dirk Schramm formuliert. Zudem wurde der Fragebogen von Jens Kretschmann und Marvin Reuter, zwei Masterstudierenden der *School of Public Health*, bezüglich der Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität überprüft.

### **2.2.3.2 Persönlicher Fragebogen**

Der persönliche Fragebogen diente der Erstellung eines detaillierten, jedoch anonymen Profils der Untersuchenden. Dafür wurde die Fachrichtung der Ärztinnen und Ärzte, beispielsweise Pädiatrie oder Kinderchirurgie, erfragt. Um die Erfahrung der Untersuchenden in der FKE einzuordnen, wurden zwei Aspekte abgefragt. Zum einen die Erfahrung in der pädiatrischen Bronchoskopie, untergliedert in weniger oder mehr als fünf Jahre sowie die Anzahl der selbst durchgeführten FKE in vier Stufen. Zur Kategorisierung der Erfahrung und Routine der Klinik und des Teams, in dem die Ärztinnen und Ärzte die FKE durchgeführt haben, wurden zwei Variablen abgefragt. Dabei wurde die Anzahl der jährlichen pädiatrischen Bronchoskopien in vier Abstufungen und die Anzahl der pädiatrischen FKE in drei Variablen unterteilt abgefragt. Der persönlichen Fragebogen erfasste auch die persönliche Präferenz der Untersuchenden für die unterschiedlichen Techniken, die wie folgt unterteilt wurden: Präferenz für die Entfernung des FKs mithilfe der SB, der FB oder durch eine Kombination beider Techniken. Bei dieser wird die Diagnose der FKA und die Lokalisation des FK zuerst durch den Einsatz des FB bestätigt und daraufhin zur SB gewechselt, um den FK zu entfernen. Abschließend wurde abgefragt, ob die teilnehmende Person an einem formalen Training teilgenommen hat.

Die einzelnen Variablen und genauen Antwortmöglichkeiten können dem Fragebogen im Anhang entnommen werden.

### **2.2.3.3 Fallbezogener Fragebogen**

Der Fallbezogene Fragebogen wurde von den Untersuchenden nach jeder durchgeführten FKE ausgefüllt. Es wurden umfassende Informationen zu den behandelten Kindern, dem Setting der Intervention, dem Ablauf, den genutzten Techniken und dem Auftreten von Komplikationen erfasst. Zunächst wurde das Alter in Monaten oder Jahren, die Körpergröße in Zentimetern und das Gewicht der Kinder in Kilogramm abgefragt. Der Zeitraum zwischen der vermuteten FKA und der Bronchoskopie konnte in vier Abstufungen angegeben werden. Bei den FK wurde zwischen organischen oder nicht-organischen Objekten differenziert. Zudem war es möglich, sofern die Unterkategorien nicht ausreichend zum FK passten, diesen in einem Freitextfeld genauer zu beschreiben. Es gab die

Möglichkeit fallbezogene Schwierigkeiten, die bereits vor dem Beginn der Intervention bestanden, anzumerken und in acht Unterkategorien zu differenzieren.

Die Abfrage der Informationen zum Setting der FKE begann mit dem Ort der Intervention. Bei dieser Frage konnte zwischen Operationssaal, Endoskopieraum oder Intensivstation ausgewählt werden. Das Anästhesieverfahren konnte als Allgemeinanästhesie oder Sedierung klassifiziert werden. Im Falle der Auswahl der Allgemeinanästhesie musste zusätzlich der Beatmungsmodus ausgewählt werden.

Die folgenden Daten wurden zum Ablauf der Behandlung erhoben. Es wurde die zuerst genutzte Technik erfragt (SB oder FB) und welches der nachstehenden Instrumente genutzt wurde: Zange, Korb, Absaugung oder ein anderes Werkzeug. Ein möglicher Technikwechsel konnte als flexibel zu starr oder starr zu flexibel beschrieben werden und mit mehreren Auswahlmöglichkeiten begründet werden. Im Falle eines stattgehabten Technikwechsels konnte das abschließend genutzte Werkzeug ausgewählt werden.

Die Anzahl und Art von möglicherweise aufgetretenen Komplikationen wurde sowohl vor- als auch nach dem Technikwechsel erfasst. Dafür wurden zunächst Überkategorien gebildet: respiratorische Komplikationen, kardiovaskuläre Komplikationen, Blutungen, Trauma und Tod. Bis auf die Letzte konnten bei allen Kategorien spezifische Beschreibungen als Unterkategorie ausgewählt werden.

Es wurde eine Definition für die Schwere der Komplikationen entwickelt, die eine praktikable und präzise Beschreibung der Komplikationen im klinischen Setting ermöglicht. Die Schwere der Komplikationen wurde wie in Tabelle 4 beschrieben definiert. Eine leichte Komplikation wurde zwar bemerkt, jedoch konnte die Prozedur ohne Unterbrechung weitergeführt werden. Bei einer moderaten Komplikation führte diese zu einer kurzen Unterbrechung der Prozedur. Eine schwere Komplikation führt zu einem Abbruch der Prozedur. Ebenso wurden technikbezogene Komplikationen erfragt und in vier Unterkategorien spezifiziert. Probleme mit dem Equipment wurden in Defekt des Instruments, falsche Größe des Instruments oder Instrument nicht verfügbar unterteilt.

**Tabelle 4: Definitionen der Komplikationen einer FKE und Klassifikationssystem**

<b>Schwere der Komplikationen</b>	
Mild	Die Komplikation wurde bemerkt, jedoch war keine Unterbrechung der Bronchoskopie nötig
Moderat	Die Komplikation wurde bemerkt und eine kurze Unterbrechung war nötig. Die Untersuchung konnte jedoch abgeschlossen werden.
Schwer	Die Komplikation erforderte einen Abbruch der Untersuchung
<b>Art der Komplikationen</b>	
Respiratorisch	Sättigungsabfall, Hypo- oder Hyperkapnie, Laryngospasmus, Bronchospasmus, Tussis
Kardio-vaskulär	Bradykardie, Tachykardie, Arrhythmie, Hypo- oder Hypertonie
Blutung	Epistaxis, Blutung in den unteren oder oberen Atemwegen
Trauma	Trauma der Schleimhaut oder Pneumothorax

**Tab. 4:** Definitionen der Komplikationen, die während einer FKE mittels flexiblem oder starrem Bronchoskop auftreten können

### 2.3 Statistische Auswertung

Die Übertragung der Daten aus „EvaSys“ hat im ersten Schritt in „Microsoft Excel“ stattgefunden und wurde von Anna Wiemers durchgeführt. Die nachfolgenden Arbeiten wurden von mir durchgeführt. Zuerst hat eine statistische Beratung durch das Institut für Systemische Neurowissenschaften der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf stattgefunden. Daraufhin habe ich die Aufarbeitung der Daten und die statistischen Analysen mit der Software „IBM SPSS Statistics 27“ durchgeführt. Für die demographischen Daten der behandelten Kinder, Art der FK, Erfahrung und Präferenzen der Untersuchenden sowie medizinischen Zentren und den Häufigkeiten von Komplikationen wurden deskriptive Analysen durchgeführt. Korrelationen zwischen der Erfahrung der Ärztinnen und Ärzte, fallbezogenen Schwierigkeiten sowie anderen Faktoren und der genutzten Technik auf der einen- und den aufgetretenen Komplikationen auf der anderen Seite wurden mithilfe des Pearson's Chi-Quadrat Test durchgeführt. Die Stärke des Zusammenhangs von zwei Variablen wurde mithilfe des Cramer's V gemessen. Das akzeptierte Signifikanzniveau lag bei  $\alpha = 0,05$ .

Zur Berechnung der benötigten Fallzahlen für die Überprüfung der Hypothese der Studie wurde eine zweiseitige Power Analyse zu dem primären Endpunkt mit der Software „G\*Power“ (Version 3.1.9.6) durchgeführt [114]. Bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  und dem Ziel 80% Power zum Finden einer mittleren Effektstärke von 30% mit dem Chi-Quadrat-Test zu erreichen, ergab die Berechnung eine minimale Fallzahl von  $n = 356$ .

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Datenübersicht**

Insgesamt wurden 446 Fälle von 85 Untersuchenden über den Fragebogen eingetragen. Dabei mussten 36 Prozeduren (8,0%) ausgeschlossen werden, da der angegebene individuelle Code im fallbezogenen Fragebogen keinem persönlichen Fragebogen der untersuchenden Personen zugeordnet werden konnte. Ebenso wurden 11 Fälle (2,5%) nicht berücksichtigt, da zur FKE eine Kombination der beiden Techniken mit dem Einsatz eines FB durch ein SB genutzt wurde. Somit wurden insgesamt 47 (10,5%) der Fälle ausgeschlossen und nicht mit in die Analysen einbezogen. Es verblieben 399 Untersuchungen (89,5%), die analysiert wurden und in die Berechnungen einfließen.

### **3.2 Demographische Daten der Kinder**

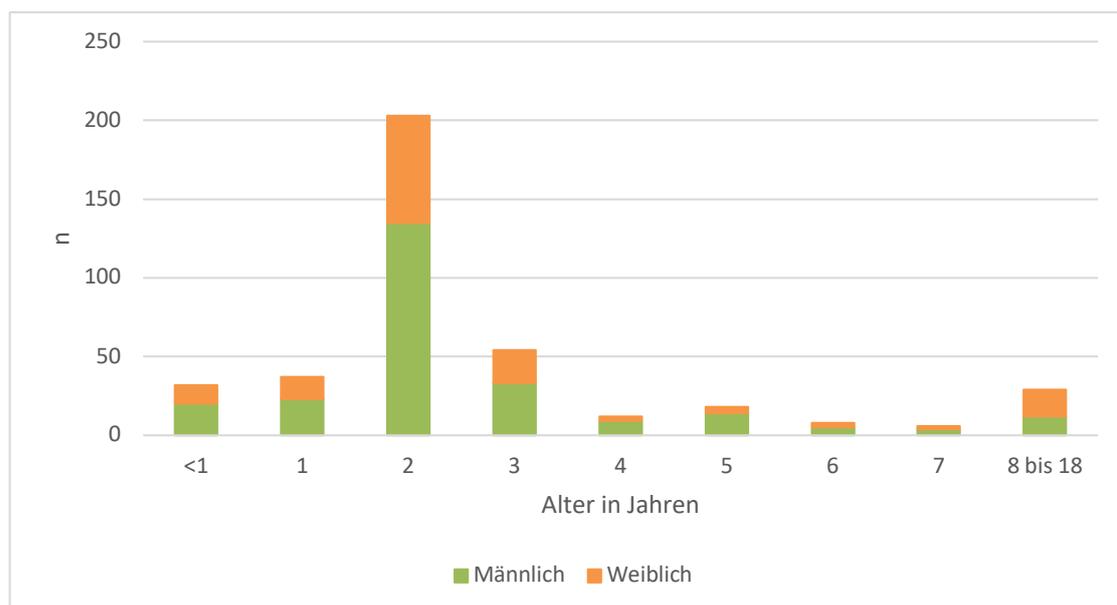
Ein Auszug der demographischen Daten der behandelten Kinder und Informationen über den entfernten FK werden in Tabelle 5 und Abbildung 4 dargestellt. Es handelt sich vorwiegend um Kleinkinder, die in mehr als der Hälfte aller Fälle männlich (63,9%) waren. Der Median des Alters lag bei 2 Jahren mit einer *Interquartilsrange* von 1. In weniger als der Hälfte der Fälle (40,9%) wurden die Kinder innerhalb der ersten 24 Stunden behandelt und der FK entfernt. Längere Intervalle bis zur FKE traten mit absteigender Häufigkeit auf. Bei einem Großteil der Patientinnen und Patienten wurde der FK als organisch eingestuft (81,2%). Dabei ließen sich 261 der geborgenen FK (65,4%) der Kategorie „Nüsse, Samen & Körner“ zuordnen. Bei 75 Kindern war der FK anorganischer Natur, wobei die größte Gruppe mit 6,3% auf Plastikteile zurückzuführen ist.

**Tabelle 5: Demographische Daten der Kinder und Charakteristika der FK**

	n	%
Alle Kinder	399	100
Männliches Geschlecht	255	63,9
<b>Zeit zwischen Aspiration und Bronchoskopie</b>		
< 24h	163	40,9
< 7d	127	31,8
> 7d	92	23,1
unbekannt	17	4,3
<b>Art des Fremdkörpers</b>		
Organische FK	324	81,2
Nüsse / Getreide / Körner	261	65,4
Gemüse	25	6,3
Früchte	15	3,8
Andere	23	5,8
Anorganische FK	75	18,8
Plastik	25	6,3
Metall (z.B. Büro Zubehör)	18	4,5
Spielzeug	15	3,8
Stein	6	1,5
Andere	11	2,8

**Tab. 5:** Demographische Daten der Kinder, Zeit zwischen dem Aspirationsereignis und der FKE in den Fällen und Charakteristika der FK in absoluten Zahlen und Prozent

**Abbildung 4: Verteilung der Kinder nach Altersklassen und Geschlecht:**



**Abb. 4:** Darstellung der Anzahl der behandelten Kinder nach Alter und Geschlecht, n = absolute Zahlen

### 3.3 Merkmale der Ärztinnen und Ärzte

Insgesamt füllten 85 Untersuchende den persönlichen Fragebogen aus, wovon 64 (75,3%) über den individuellen Code zu eingegebenen Fällen zugeordnet werden konnten. Die einzelnen Fachärztinnen und -ärzte verteilten sich nicht gleichmäßig auf die einzelnen Fachgebiete. Mehr als die Hälfte der Teilnehmenden war auf die pädiatrische Pneumologie spezialisiert (57,9%). Die nächstgrößeren Gruppen bildeten die Fachärztinnen und -ärzte für HNO mit 18,7%. Die genaue Verteilung ist in Tabelle 6 dargestellt.

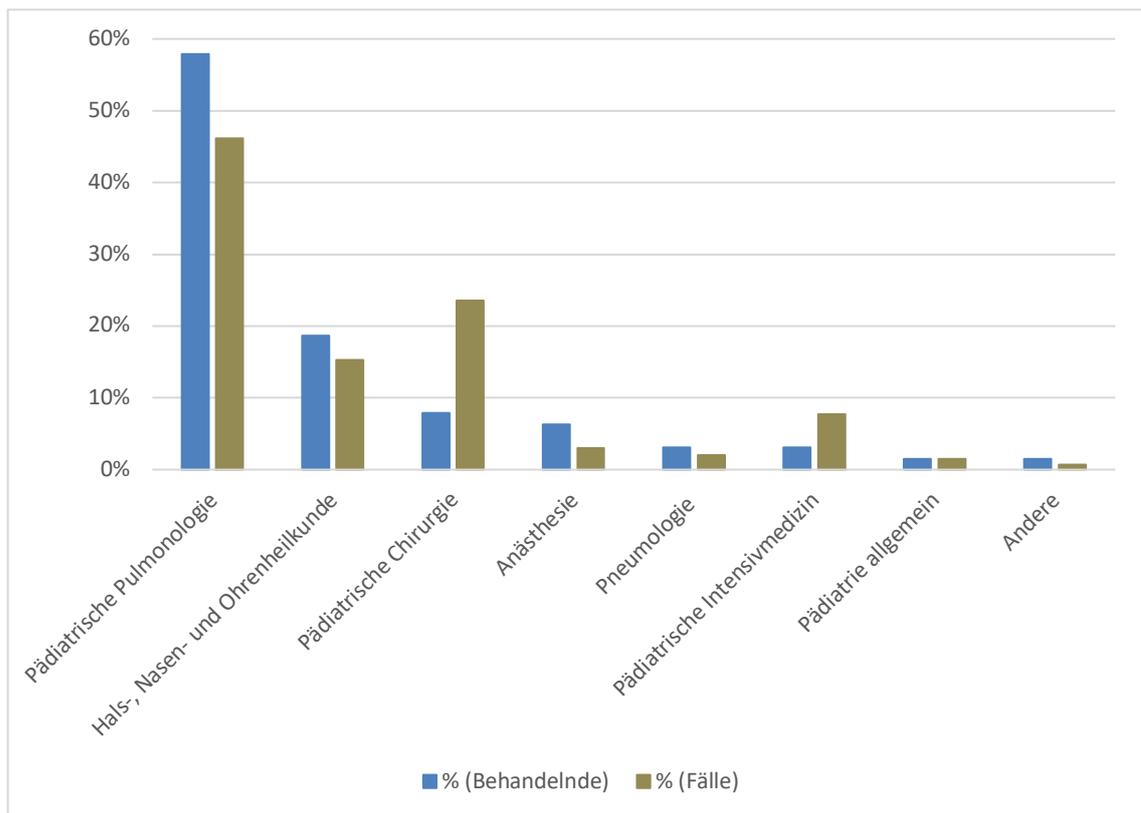
**Tabelle 6: Verteilung der Ärztinnen und Ärzte auf die unterschiedlichen Fachrichtungen**

Fachrichtung	n	%
Gesamt	64	100
pädiatrische Pneumologie	37	57,9
Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde	12	18,7
Pädiatrischen Chirurgie	5	7,9
Anästhesie	4	6,3
Pädiatrische Intensivmedizin	2	3,1
Allgemeine Pädiatrie	1	1,5
Andere	3	4,6

**Tab. 6:** Darstellung der Verteilung in absoluten Zahlen und Prozent

Wie Abbildung 5 zu entnehmen ist, verteilen sich die Fälle ebenfalls nicht gleichmäßig auf die Ärztinnen und Ärzte der einzelnen Fachrichtungen. Es fällt auf, dass von Kinderpneumologinnen und -pneumologen mit 184 (46,1%) weniger Fälle pro untersuchender Person und dafür von Kinderchirurginnen und -chirurgen (94 / 23,6%) und pädiatrischen Intensivmedizinerinnen und -medizinerinnen (31 / 7,8%) mehr Fälle eingegeben wurden. Im Median haben die Bronchoskopierenden 3 ( $\pm$  IQR 7) Fälle zu der Studie beigetragen.

**Abbildung 5: Verteilung der Ärztinnen und Ärzte sowie der Fälle auf die Fachrichtungen:**



**Abb. 5:** Darstellung der prozentualen Anteile der teilnehmenden Ärztinnen und Ärzte an den Fachrichtungen und der prozentualen Verteilung der Fälle auf die Fachrichtungen

Bei der Betrachtung der in Tabelle 7 dargestellten Verteilung der Ärztinnen und Ärzte nach der Bronchoskopieerfahrung (< 5 / > 5 Jahre), wird deutlich, dass sich die meisten der Untersuchenden (54 / 84,4%) schon länger mit der Bronchoskopie befassten. Ebenso behandelten sie den Großteil (378 / 94,7%) der Kinder. Ein weiterer Parameter, um die Erfahrung der Teilnehmenden zu kategorisieren, war die Anzahl der bereits durchgeführten Fremdkörperentfernungen. Nur etwa ein Viertel der Teilnehmenden (17 / 26,6%) wies einen Erfahrungsschatz von unter 20 Fremdkörperentfernungen auf und behandelte lediglich 12,3% der Kinder. Die größte Gruppe der Behandelnden (29 / 45,3%) konnte zu Beginn der Studie auf einen Erfahrungsschatz von 20-100 Bronchoskopien zurückgreifen und versorgte insgesamt knapp ein Drittel der Patientenkohorte (128 / 32,1%). Der Anteil der Untersuchenden, die bereits über 100 Fremdkörperentfernungen durchgeführt hatten, belief sich auf 28,1%. Diese Gruppe behandelte jedoch mehr als die Hälfte der Kinder (222 / 55,6%).

Ebenso wurde die Anzahl der pädiatrischen Bronchoskopien pro Zentrum über ein Jahr erfasst. Der Großteil der Untersuchenden (79,7%) praktiziert in Zentren, die jährlich weniger als 200 Bronchoskopien bei Kindern durchführen. Auf die größere Untersucherkohorte entfallen anteilig weniger Fälle (66,4%). Die Erfahrung und Routine des Zentrums der Untersuchenden für die FKE bei Kindern wurde in drei Stufen gemessen. Dabei sind die meisten der Untersuchenden (53,1%) in Zentren tätig, die zwischen 11 und 30 Fremdkörperentfernungen pro Jahr praktizieren. Auf diese Gruppe entfallen 47,1% der behandelten Kinder und somit erneut anteilig etwas weniger.

**Tabelle 7: Erfahrung in Bronchoskopie und Fremdkörperentfernung**

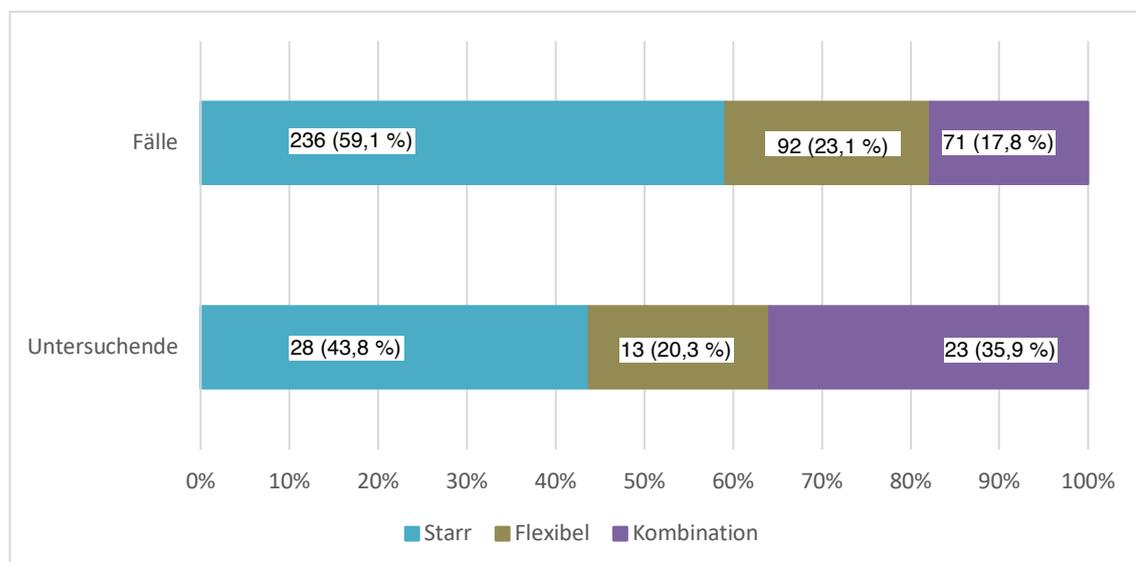
			Untersuchende		Fälle	
			n = 64	%	n = 399	%
<b>Bronchoskopierende</b>	Bronchoskopie Erfahrung in Jahren	< 5	10	15,6	21	5,3
		> 5	54	84,4	378	94,7
	Anzahl an absolvierten FKE	< 20	17	26,6	49	12,3
		< 100	29	45,3	128	32,1
> 100		18	28,1	222	55,6	
<b>Medizinisches Zentrum</b>	Anzahl an pädiatrischen Bronchoskopien [pro Jahr]	0-50	17	26,6	55	13,8
		51-200	34	53,1	210	52,6
		> 200	13	20,3	134	33,6
	Anzahl an FKE [pro Jahr]	0 - 10	22	34,4	61	15,3
		10 - 30	34	53,1	188	47,1
		> 30	8	12,5	150	37,6

**Tab. 7:** Die Erfahrung der Bronchoskopierenden, die die FKE durchgeführt haben und ihrer medizinischen Zentren wurde durch die Erfahrung in Jahren, Anzahl an Kinder Bronchoskopien und FKE gemessen [115]

Der persönliche Fragebogen erfasste die präferierte Technik der Untersuchenden zur FKE, die in Abbildung 6 dargestellt sind. Im Balken für die Untersuchenden erkennt man, dass die meisten Ärztinnen und Ärzte die starre Technik präferieren oder eine Kombination aus der Bestätigung des FK mittels

FB und Entfernung mittels SB zu bevorzugen. Nur wenige nutzen die flexible Methode als Mittel der Wahl. Betrachtet man den oberen Balken für die Fälle, fällt auf, dass insbesondere die Untersuchenden, die die starre Technik präferieren, anteilig mehr Patientinnen und Patienten behandeln. Dagegen behandelt die Gruppe mit der Präferenz für die Kombination weniger Patienten. Da die Ärztinnen und Ärzte, die eine Kombination aus beiden Techniken bevorzugen, letztendlich die Entfernung des FK mittels starrer Bronchoskopie wählen, wurde diese Gruppe für die weiteren Analysen der Kohorte der starren Bronchoskopie zugeordnet. Aus diesem Grund wird für diese Auswertungen auch davon abgesehen den Wechsel der Technik in die Berechnungen und Analysen mit einzubeziehen.

**Abbildung 6: Verteilung der präferierten Techniken:**

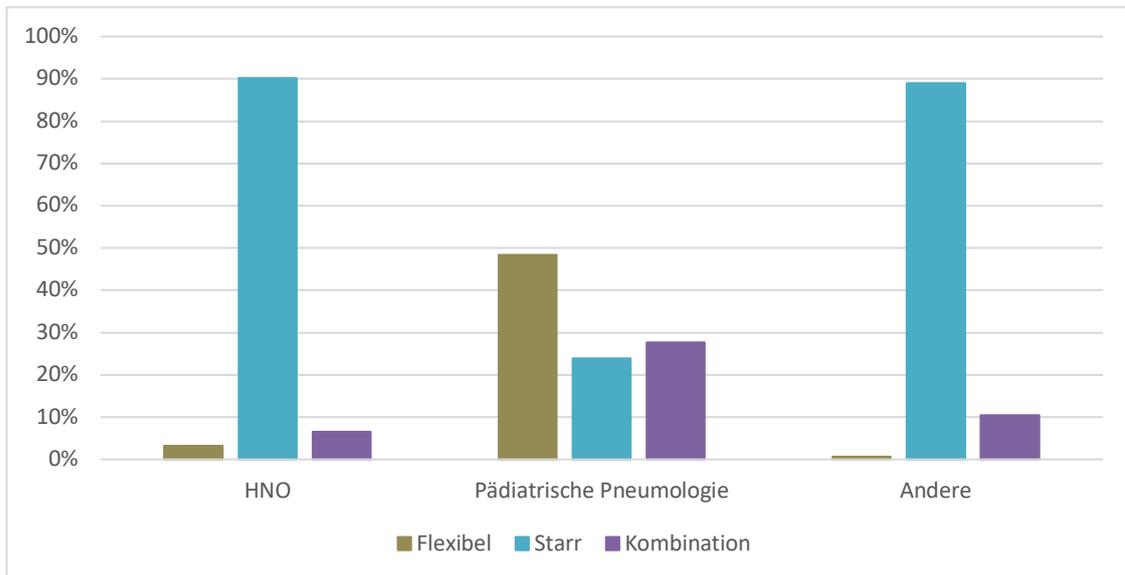


**Abb. 6:** Darstellung der prozentualen Verteilung der Untersuchenden auf die persönlich präferierten Techniken und des Anteils der Fälle je nach Präferenz der Untersuchenden. Abbildung von absoluten Zahlen sowie des jeweiligen prozentualen Anteils an den teilnehmenden Untersuchenden bzw. den ausgewerteten Fällen

Analysiert man die präferierte Technik im Zusammenhang mit den Fachrichtungen der Ärztinnen und Ärzte, fällt auf, dass Untersuchende der pädiatrischen Pneumologie signifikant häufiger die FB präferieren (n=89, 48,37%) ( $\chi^2(2) = 185,45, p = <0,001, n = 399$ , die Effektstärke ist mittelstark Cramers V = 0,682, p=<0,001). Beim Blick auf die Untersuchenden aus der HNO entsteht ein entgegengesetztes Bild. Die Ärztinnen und Ärzte präferieren signifikant häufiger die SB (n=55, 90,2%) ( $\chi^2(1) = 29,039, p = <0,001, n = 399$ ,

die Effektstärke ist mittelstark (Cramers V = 0,270, p=<0,001). Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 7 verdeutlicht.

**Abbildung 7: Präferenzen bei der Wahl der Technik:**



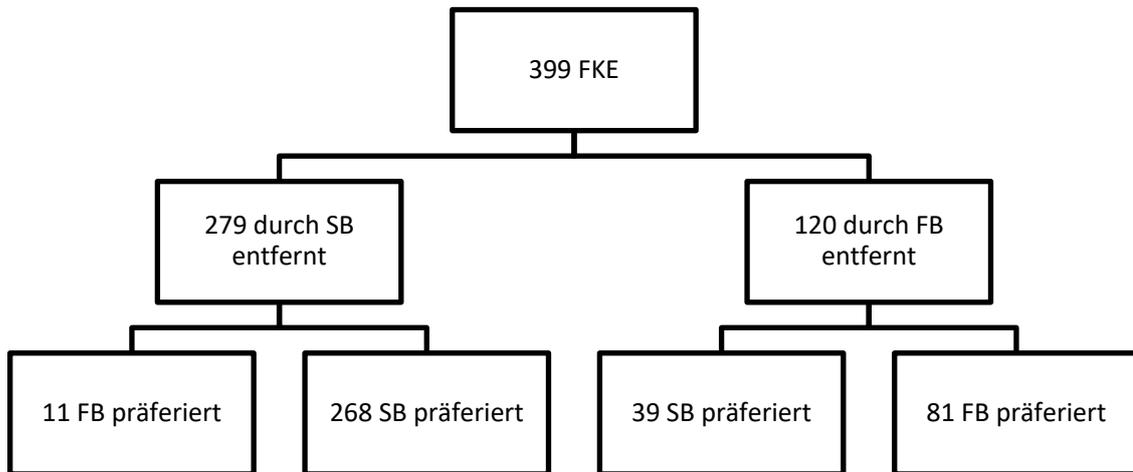
**Abb. 7:** Darstellung des Vergleichs zwischen Ärztinnen und Ärzten der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde (HNO) und der pädiatrischen Pneumologie sowie den zusammengefassten restlichen Behandelnden aus anderen Fachgebieten in Bezug auf die präferierte Technik

### 3.4 Genutzte Technik

#### 3.4.1 Vergleich von flexibler und starrer Bronchoskopie

Wie in Abbildung 8 dargestellt wurde der FK in 279 Fällen (69,9%) durch Nutzung der SB entfernt, die restlichen 120 Patientinnen und Patienten (30,1%) wurden mithilfe der FB behandelt. Insgesamt wurden 349 Fälle (87,4%) in der bevorzugten Methode abgeschlossen. Von den 50 Fällen, in denen der FK nicht in der präferierten Technik entfernt wurde, entfallen 39 (78%) Interventionen mittels flexibler Bronchoskopie, bei denen die Untersuchenden normalerweise die starre Technik präferieren. In 11 (22%) Fällen wurden Kinder mittels SB entgegen der Präferenz für die flexible Technik behandelt.

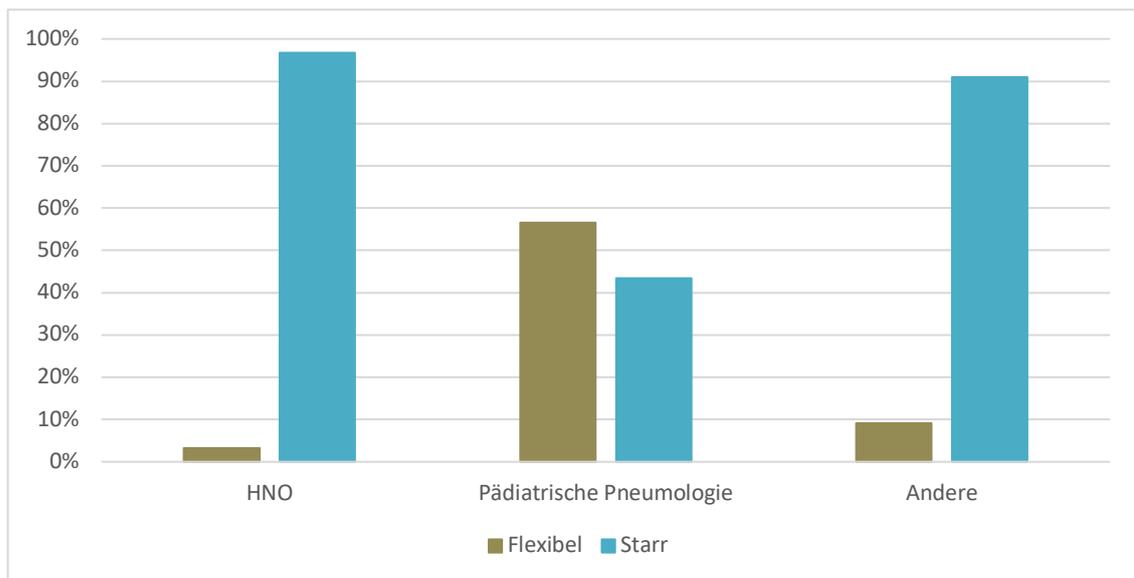
**Abbildung 8: Verteilung der genutzten Techniken im Vergleich zu den Präferenzen:**



**Abb. 8:** Veranschaulichung der Verteilung der Präferenzen und genutzten Techniken, FKE = Fremdkörperentfernung, SB = starre Bronchoskopie, FB = flexible Bronchoskopie [115]

Wirft man wie bei den Präferenzen einen Blick auf die unterschiedliche Nutzung der Techniken durch pädiatrische Pneumologinnen und Pneumologen sowie Ärztinnen und Ärzte für HNO, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den bevorzugten Methoden. Die Gruppe aus der pädiatrischen Pneumologie nutzt die FB signifikant öfter ( $n=104$ , 56,52%) ( $\chi^2(1) = 113,56$ ,  $p = <0,001$ ,  $n = 399$ , die Effektstärke ist mittelstark Cramers  $V = 0,534$ ,  $p=<0,001$ ) als die Untersuchenden der HNO ( $n=2$ , 3,28%) und der anderen Fachgesellschaften ( $n=14$ , 9,09%). Betrachtet man die Nutzung der starren Bronchoskopie, fällt auf, dass diese signifikant öfter von Ärztinnen und Ärzten aus der HNO angewendet wird ( $\chi^2(1) = 24,587$ ,  $p = <0,001$ ,  $n = 399$ , die Effektstärke ist mittelstark Cramers  $V = 0,248$ ,  $p=<0,001$ ) (Abb. 9).

**Abbildung 9: Vergleich der genutzten Techniken:**



**Abb. 9:** Darstellung des Vergleichs zwischen Ärztinnen und Ärzten der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde (HNO) und der pädiatrischen Pneumologie in Bezug auf die genutzte Technik

### 3.4.2 Vergleich der Komplikationsraten

Wie Tabelle 8 zeigt, sind in der Studie bei 63 (15,8%) Patientinnen und Patienten Komplikationen aufgetreten. Davon sind 22 (18,3%) bei Prozeduren mit FB und 41 (14,7%) bei Fremdkörperentfernungen mit der SB aufgetreten. Es lassen sich zwischen flexibler und starrer Bronchoskopie keine signifikanten Unterschiede ( $\chi^2(1) = 0,835$ ,  $p = 0,361$ ,  $n = 399$ ) messen. In Fällen mit einer Komplikation wird signifikant häufiger die Technik gewechselt ( $\chi^2(2) = 10,021$ ,  $p = 0,007$ ,  $n = 399$ ), jedoch ist die Effektstärke niedrig (Cramers  $V = 0,158$ ,  $p=0,007$ ). Es wurde in der gesamten Studie kein Technikwechsel mit einer Komplikation begründet. Gründe für einen Technikwechsel waren hingegen Standardprozeduren, sehr tief in den Bronchien liegende FK oder eine Fragmentierung des FKs.

Bei Betrachtung der unterschiedlichen in Tabelle 8 dargestellten Komplikationsformen lässt sich lediglich bei den respiratorischen Komplikationen ein Unterschied zwischen den Techniken feststellen. Bei der flexiblen Bronchoskopie traten mit 13,3% im Vergleich zur starren Bronchoskopie mit 5,7% signifikant häufiger respiratorische Komplikationen auf ( $\chi^2(1) = 0,6,568$ ,  $p = 0,010$ ,  $n = 399$ ), jedoch ist die Effektstärke niedrig (Cramers  $V = 0,128$ ,  $p=0,010$ ).

**Tabelle 8: Anzahl und Art der Komplikationen**

	Starr (n=279)		Flexibel (n=120)		p-Wert	Cramer's V
	n	%	n	%		
Gesamtzahl der Komplikationen	41	14,7	22	18,3	0.361	0,046
Respiratorisch	16	5,7	16	13,3	<b>0.010</b>	<b>0,128</b>
Kardiovaskulär	0	0	1	0,8	0.127	0,076
Blutung	25	9,0	8	6,7	0.446	0,038
Trauma der Schleimhaut	3	1,1	0	0	0.254	0,057

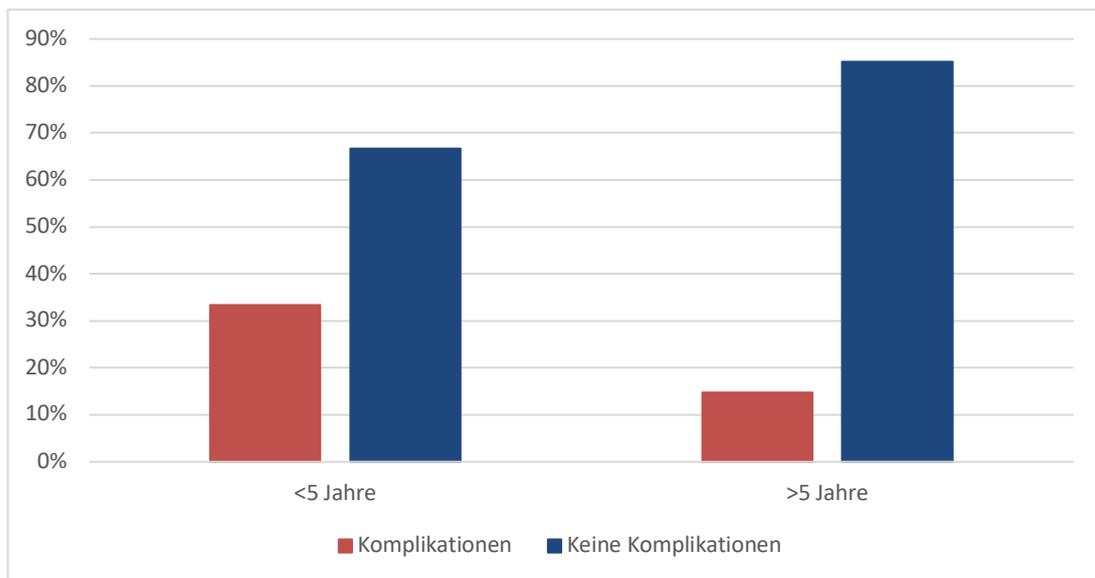
**Tab 8:** Anzahl und Art der Komplikationen während der starren oder flexiblen Bronchoskopie. Die p-Werte sind mittels Pearson's Chi-Quadrat Test ermittelt und die Stärke des Zusammenhanges mithilfe des Cramer's V berechnet

### 3.5 Einfluss der Erfahrung

Die anhand der Anzahl von Bronchoskopien und Fremdkörperentfernungen gemessene Erfahrung der Untersuchenden und Zentren wurde mit den Komplikationsraten der einzelnen Gruppen verglichen und analysiert.

Bei der Analyse der in Tabelle 9 und Abbildung 10 dargestellten Komplikationsraten der Ärztinnen und Ärzte mit weniger oder mehr als 5 Jahren Erfahrung, sticht die Gruppe der Unerfahreneren hervor. Mit einer Komplikationsrate von 33,3% gegenüber den 14,8% der Gruppe mit über fünf Jahren Erfahrung zeigt sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $\chi^2(1) = 5,131$ ,  $p = 0,023$ ,  $n = 399$ ) mit einer niedrigen Effektstärke (Cramers V = 0,113,  $p=0,023$ ).

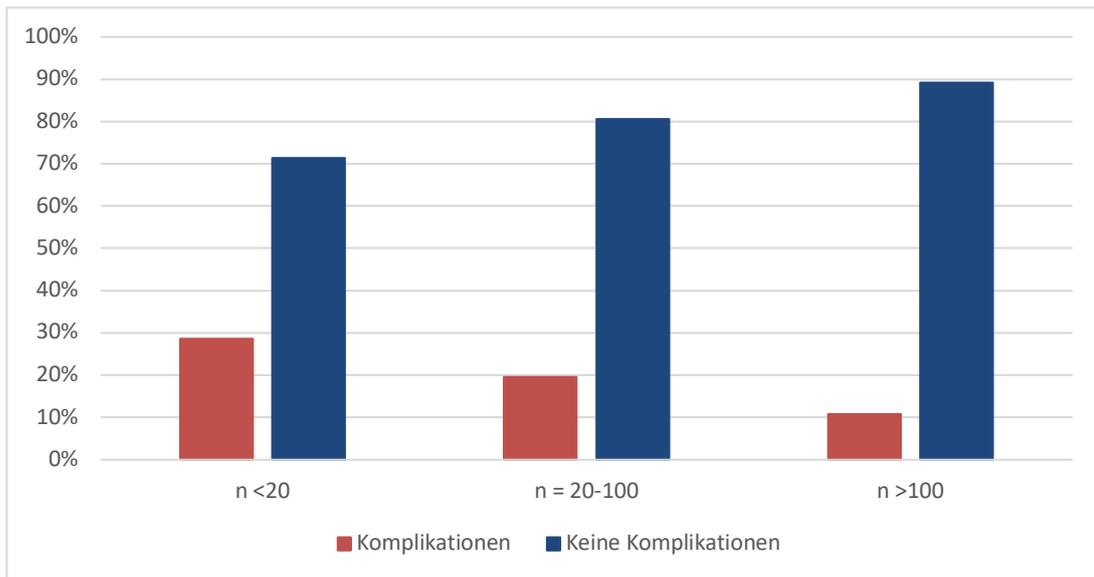
**Abbildung 10: Einfluss der Erfahrung auf die Komplikationsrate:**



**Abb. 10:** Darstellung des Vergleichs der Gruppen von Ärztinnen und Ärzten mit weniger oder mehr als 5 Jahren Erfahrung in Bezug auf die Komplikationsraten in Prozent

Im Hinblick auf die in Abbildung 11 und Tabelle 9 dargestellten von einem Untersucher durchgeführten Fremdkörperentfernungen, lässt sich mit steigender Zahl eine sinkende Komplikationsrate feststellen. Treten in der Kohorte mit weniger als 20 durchgeführten Prozeduren noch in 28,6% der Fälle Komplikationen auf, so fällt die Rate in der Gruppe mit 20-100 abgeschlossenen Entfernungen bereits auf 19,5%. Die Kohorte der Ärzte mit über 100 absolvierten Fremdkörperentfernungen weist nur noch in 10,8% der Fälle Komplikationen auf. Vergleicht man nun die einzelnen Gruppen, lassen sich detailliertere Rückschlüsse ziehen. Betrachtet man die Gruppe mit am wenigsten durchgeführten Prozeduren (<20) mit der Mittleren (20-100), so ergibt sich kein signifikanter Unterschied der Komplikationsraten. Stellt man jedoch die mittlere Gruppe den Untersuchenden mit über 100 Fremdkörperentfernungen gegenüber, lässt sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl ausgeübter Bronchoskopien und dem Auftreten von Komplikationen, ( $\chi^2(1) = 5,13$ ,  $p = 0,024$ ,  $n = 350$ ) feststellen. Die Effektstärke ist niedrig (Cramers  $V = 0,121$ ,  $p = 0,024$ ).

**Abbildung 11: Einfluss der absolvierten Fremdkörperentfernungen auf die Komplikationsrate:**

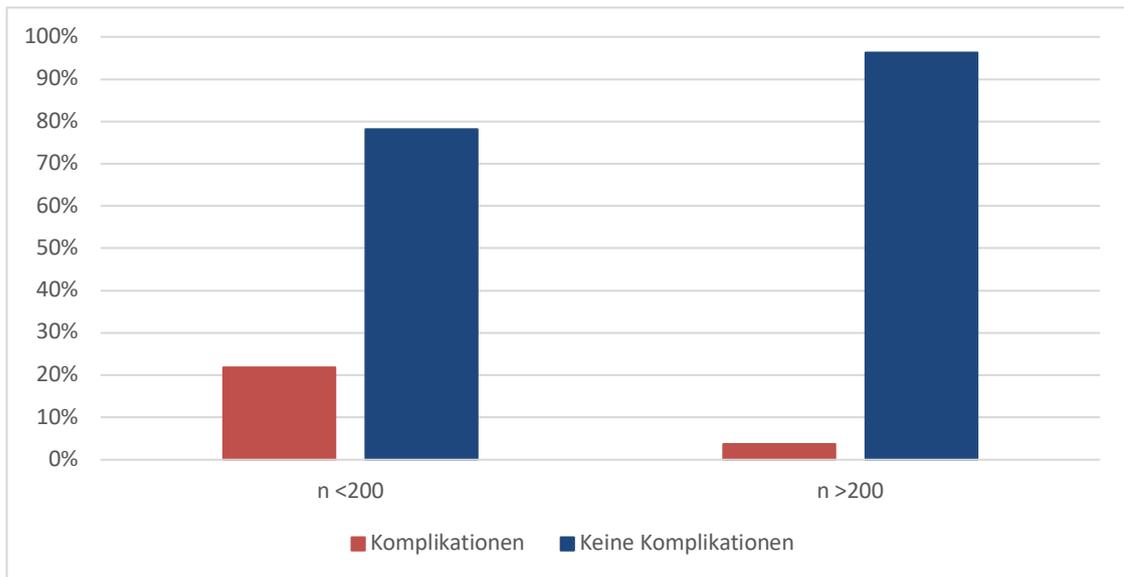


**Abb. 11:** Darstellung des Vergleichs der Gruppen von Ärztinnen und Ärzten mit weniger als 20 Fremdkörperentfernungen, 20-100 Prozeduren und über 100 Interventionen in Bezug auf die prozentuale Anzahl von aufgetretenen Komplikationen

Analysiert man die Tabelle 9 und Abbildung 12 dargestellte Anzahl an jährlichen Bronchoskopien pro Zentrum und das Auftreten von Komplikationen so lässt sich feststellen, dass die Gruppe mit weniger als 200 Bronchoskopien pro Jahr mit 21,9% eine signifikant höhere Komplikationsrate als die Kohorte von Untersuchern aus Zentren mit über 200 Bronchoskopien pro Jahr (3,7%) hat. ( $\chi^2(1) = 22,063$ ,  $p = <0,001$ ,  $n = 399$ ). Die Effektstärke ist niedrig (Cramers  $V = 0,235$ ,  $p = <0,001$ ). Auch hier lassen sich im detaillierteren Vergleich weitere Aspekte abgrenzen. Zwischen der Gruppe mit weniger als 50 Bronchoskopien und der mit 51-200 können keine signifikanten Unterschiede verzeichnet werden. Vergleicht man jedoch letztere mit der Gruppe mit über 200 Bronchoskopien, so ergibt sich eine signifikante Verringerung der Komplikationsrate ( $\chi^2(1) = 24,56$ ,  $p = <0,001$ ,  $n = 394$ ). Die Effektstärke ist niedrig (Cramers  $V = 0,267$ ,  $p = <0,001$ ).

Zwischen der Anzahl an Fremdkörperentfernungen pro Zentrum pro Jahr und der Komplikationsrate kann kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ( $\chi^2(2) = 0,38$ ,  $p = 0,828$ ,  $n = 399$ ).

**Abbildung 12: Einfluss der Bronchoskopien pro Zentrum pro Jahr auf die Komplikationsrate**



**Abb. 12:** Darstellung des Vergleichs der Komplikationsraten in Prozent der Gruppen von Zentren mit mehr oder weniger als 200 Bronchoskopien pro Jahr,  $n$  = absolute Zahl

**Tabelle 9: Erfahrung in Bronchoskopien und Fremdkörperentfernungen in Zusammenhang mit Komplikationen**

			Anzahl		Komplikationen		Korrelation		
			n	n	%	$\chi^2$	p	Cramér's V	
Bronchoskopeur:in	Bronchoskopie Erfahrung [Jahren]	< 5	21	7	33,3	5,13	<b>0,023</b>	0,113	
		> 5	378	56	14,8				
	Anzahl an FKE	< 20	49	14	28,6	5,13	<b>0,024</b>	0,121	
		20-100	128	25	19,5				
		> 100	222	24	10,8				
	Medizinisches Zentrum	Anzahl an pädiatrischen Bronchoskopien [pro Jahr]	0-50	55	8	14,5	24,56	<b>&lt;0,001</b>	0,267
50-200			210	50	23,8				
> 200			134	5	3,7				
Anzahl an FKE [pro Jahr]		0 - 10	61	11	18,0	0,38	0,828	0,031	
	10 - 30	188	30	16,0					
	> 30	150	22	14,7					

**Tab. 9:** Darstellung der Komplikationsraten von Ärztinnen und Ärzten sowie medizinischen Zentren in Abhängigkeit von verschiedenen Maßen an Erfahrung, Darstellung von unterschiedlichen Berechnungen zu möglichen Zusammenhängen. Hervorhebung von signifikanten Ergebnissen durch fette Markierung [115]

### **3.6 Einfluss der präferierten Technik**

Der Großteil der Ärztinnen und Ärzte präferiert die SB zur Entfernung von FK aus dem Tracheobronchialsystem (20,3% flexibel / 79,7% starr). Die Verteilung der Fälle ähnelt der Präferenz (23,1% flexibel / 76,9% starr) und die Komplikationsrate der, die FB präferierenden, Untersuchenden ist mit 15,2% ähnlich hoch wie der Ärztinnen und Ärzte, die die SB präferieren (16,0%).

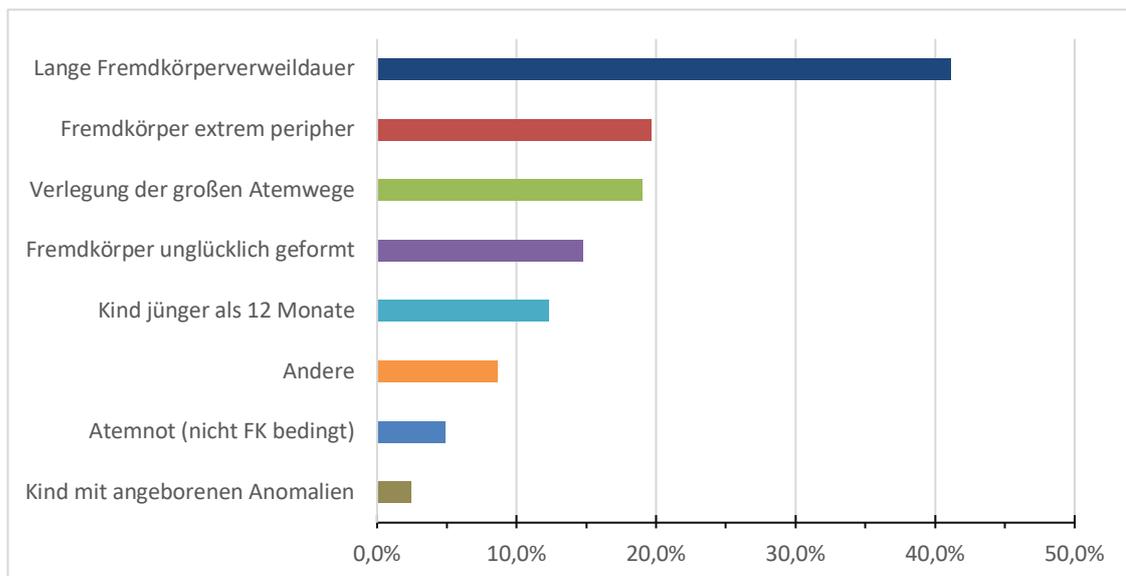
Ein Großteil der Ärztinnen und Ärzte hat die Behandlungen in der präferierten Technik abgeschlossen. Dabei traten bei 349 Patientinnen und Patienten 49 (14,0%) Komplikationen auf. Die 50 Fälle, die in der nicht-präferierten Technik abgeschlossen wurden, weisen dagegen eine signifikant höhere Komplikationsrate (14 / 28,0%) – ( $\chi^2(1) = 6.410$ ,  $p = 0,011$ ,  $n = 399$ ) auf. Die Effektstärke ist niedrig (Cramers  $V = 0,127$ ,  $p = 0,011$ ). Daraus lässt sich ableiten, dass das Komplikationsrisiko höher ist, wenn die Untersuchenden in einer Technik arbeiten, die sie nicht bevorzugen.

### **3.7 Fallbezogene Schwierigkeiten**

#### **3.7.1 Häufigkeiten und Gründe von fallbezogenen Schwierigkeiten**

Insgesamt 163 Fälle (40,9%) wurden vom ärztlichen Personal als fallbezogene Schwierigkeiten klassifiziert. Bei den meisten der Patientinnen und Patienten mit fallbezogenen Schwierigkeiten (67 / 41,1%) wurden diese mit einer großen Zeitspanne zwischen der Aspiration und der ersten Bronchoskopie begründet. In 32 Fällen (19,6%) führte ein in den Atemwegen extrem peripher gelegener FK zur Einstufung als fallbezogene Schwierigkeit, bei 31 Kindern (19,0%) war eine Verlegung der großen Atemwege und daraus resultierende fulminante Dyspnoe Anlass zur Einstufung. Bei 24 Patientinnen und Patienten (14,7%) betrachteten die behandelnden Ärztinnen und Ärzte den Fall aufgrund einer unglücklichen Form des FK wie beispielsweise eine kleine Kugel oder eine kompliziert zu greifende Stecknadel den Fall als schwierig. Weitere Gründe für die Einstufung als fallbezogene Schwierigkeit waren: Alter des Kindes unter 12 Monaten ( $n=20$  / 12,3%), Kind in fulminanter Dyspnoe aufgrund anderer Ursachen wie eine Pneumonie ( $n=8$  / 4,9%), Kind mit angeborenen Malformationen oder Anomalien ( $n=4$  / 2,5%) oder andere ( $n=14$  / 8,6%). Die Verteilung der fallbezogenen Schwierigkeiten wird in Abbildung 13 dargestellt.

**Abbildung 13: Fallbezogene Schwierigkeiten:**



**Abb. 13:** Darstellung der verschiedenen Ursachen für die Klassifikation als Fallbezogene Schwierigkeit: Lange Fremdkörperverweildauer (FKVD), die eine starke Entzündungsreaktion / Schleimhautreaktion / Stenose / Granulationsreaktion hervorruft; extrem peripher gelegener FK; akute Dyspnoe durch Verlegung der großen Atemwege; unglücklich geformte und somit schwer zu entfernende FK wie Kugeln, Pins etc.; Kind im Alter unter 12 Monaten; Dyspnoe, die nicht durch den FK bedingt wird, zum Beispiel durch eine Pneumonie; Kind mit angeborenen Anomalien und Malformationen, die die Entfernung des Fremdkörpers erschweren; Andere

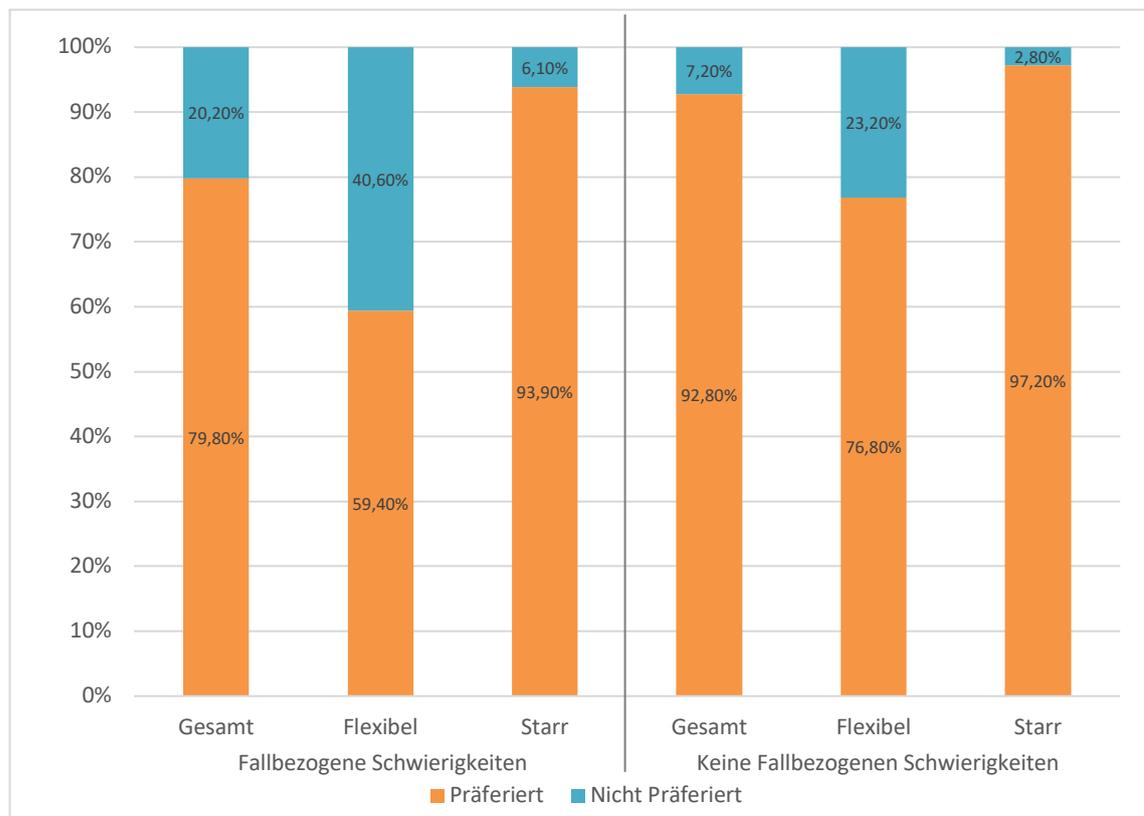
### 3.7.2 Einfluss auf die Wahl der Bronchoskopietechnik

Bei dieser Kategorie fällt auf, dass sich das Nutzungsverhalten von den anderen zuvor beschriebenen Gruppen unterscheidet. Der Anteil der flexiblen Bronchoskopie in der Gruppe mit fallbezogenen Schwierigkeiten ist mit 39,3% signifikant höher als in der Gruppe ohne fallbezogene Schwierigkeiten (23,7%) ( $\chi^2(1) = 11,06$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 399$ ). Die Effektstärke für diese Berechnung ist niedrig (Cramér's  $V = 0,17$ ).

Daraus resultiert eine niedrigere Rate von starren Bronchoskopien in dieser Gruppe. Bei fallbezogenen Schwierigkeiten wurde ebenso eine signifikant höhere Rate an Technikwechseln ( $n=39 / 23,9\%$ ) verzeichnet als in der Gruppe ohne fallbezogene Schwierigkeiten ( $n=22 / 9,3\%$ ) ( $\chi^2(1) = 15,878$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 399$ ). Die Effektstärke für diese Berechnung ist niedrig (Cramér's  $V = 0,199$ ).

Wie in Abbildung 14 ersichtlich wird, ist der Anteil der Untersuchenden, die bei fallbezogenen Schwierigkeiten zur nicht bevorzugten Technik greifen, signifikant höher ( $\chi^2(1) = 14,961$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 399$ ). Die Effektstärke für diese Berechnung ist niedrig (Cramér's  $V = 0,194$ ). In der Gruppe mit fallbezogenen Schwierigkeiten wurde der FK in 33 Fällen (20,2%) in der nicht präferierten Technik entfernt, in der Kohorte ohne fallbezogene Schwierigkeiten war dies nur 17-mal der Fall (7,2%). Bei den mit starrer Bronchoskopie behandelten Patienten bevorzugten Ärztinnen und Ärzte zu 93,9% diese Technik. Bei Kindern ohne fallbezogene Schwierigkeiten präferierten sogar 97,2% der starr abgeschlossenen Fälle die SB. Bei den Kindern, die mit flexibler Bronchoskopie behandelt wurden, ist der Unterschied größer. Bei fallbezogenen Schwierigkeiten präferierten nur 59,4% der Untersucher die Technik und bei Kindern ohne erschwerende Bedingungen 76,8%.

**Abbildung 14: Wahl der Bronchoskopiertechnik bei fallbezogenen Schwierigkeiten:**



**Abb. 14:** Darstellung des Vergleichs der Nutzung der FB und SB in Fällen mit oder ohne fallbezogene Schwierigkeiten unter Berücksichtigung der Präferenz der untersuchenden Person

### 3.7.3 Einfluss auf die Komplikationsrate

Die Komplikationsrate der Fremdkörperentfernungen bei Kindern mit fallbezogenen Schwierigkeiten ist mit 30,7% deutlich höher als bei Patientinnen und Patienten ohne erschwerende Faktoren (5,5%). Es entfallen 79,4% aller Komplikationen auf die Kohorte dieser Kinder. Es ist ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und fallbezogenen Schwierigkeiten zu erkennen ( $\chi^2(1) = 45,923$   $p = <0,001$ ,  $n = 399$ ). Die Effektstärke ist mittelstark (Cramers  $V = 0,339$ ,  $p = <0,001$ ). Bei der Betrachtung von Tabelle 10 fällt auf, dass bei den Kindern dieser Kohorte die Komplikationsrate der SB mit 35,4% höher als die der FB (23,4%) ist, obwohl bei der flexiblen Technik mehr Untersuchende in der nicht-präferierten Technik arbeiteten. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant ( $\chi^2(1) = 2,595$ ,  $p = 0,107$ ,  $n = 163$ ).

**Tabelle 10: Fallbezogene Schwierigkeiten**

	Schwierige+ Fälle				Fälle ohne Schwierigkeiten			
	Prozeduren		Komplikationen*		Prozeduren		Komplikationen	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Starre<sup>§</sup> Entfernung</b>	<b>99</b>	<b>60,7</b>	<b>35</b>	<b>35,4</b>	<b>180</b>	<b>76,3</b>	<b>6</b>	<b>3,3</b>
Präferenz#: starr	92	92,9	32	34,8	176	97,8	6	3,4
Präferenz#: flexibel	7	7,1	3	42,9	4	2,2	0	0
<b>Flexible<sup>§</sup> Entfernung</b>	<b>64</b>	<b>39,3</b>	<b>15</b>	<b>23,4</b>	<b>56</b>	<b>23,7</b>	<b>7</b>	<b>12,5</b>
Präferenz#: flexibel	38	59,4	8	21,1	43	76,8	3	7,0
Präferenz#: starr	26	40,6	7	27,9	13	23,2	4	30,8
<b>Gesamt</b>	<b>163</b>		<b>50</b>		<b>236</b>		<b>13</b>	

**Tab. 10:** Einfluss von fallbezogenen Schwierigkeiten auf die Wahl der Technik [115]

+ Fallbezogene Schwierigkeiten wurden vom Untersucher eingestuft und enthielten fulminante Dyspnoe, Alter des Kindes unter 12 Monaten, Aspiration weit in der Vergangenheit, angeborene Malformation / Anomalie, extrem peripher liegender FK, unglücklich geformter FK

# Präferenz des Untersuchers zur FKE flexible oder SB zu nutzen.

§ Endoskoptyp, der für die FKE genutzt wurde

\*Respiratorische Komplikationen inklusive Entsättigung, Hypo- oder Hyperkapnie, Laryngospasmus, Bronchospasmus und Tussis, kardiovaskuläre Komplikationen inklusive Bradykardie, Tachykardie, Arrhythmie, Hypo- oder Hypertonie, Blutungen inklusive Epistaxis, Blutungen des unteren oder oberen Atemwegs, Trauma der Mucosa oder Pneumothorax

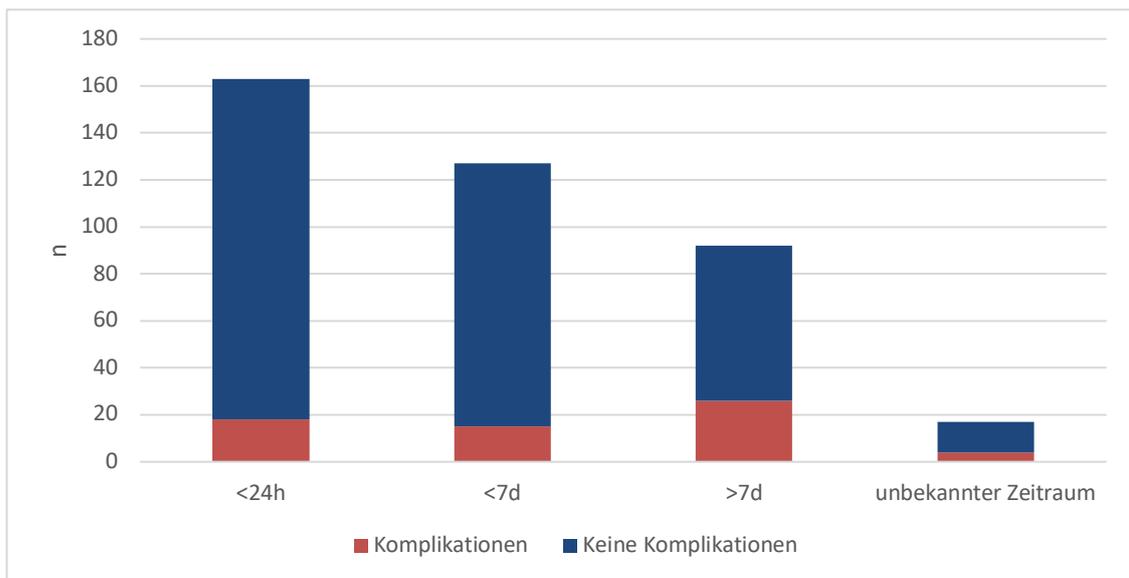
### **3.8 Fremdkörperverweildauer über 7 Tage**

Bei 92 (23,1%) Kindern lag zwischen dem Zeitpunkt der Aspiration und der ersten Bronchoskopie ein Zeitraum von über sieben Tagen. In 163 Fällen (40,9%) wurde der FK innerhalb der ersten 24 Stunden und bei 127 Patientinnen und Patienten (31,8%) innerhalb der ersten 7 Tage entfernt. Bei 17 Kindern (4,3%) wurde das Ereignis nicht beobachtet und kein akuter Beginn der Symptome festgestellt, wodurch keine genaue Zeitspanne zwischen der Aspiration und Bronchoskopie angegeben werden konnte.

Bei der Kohorte mit einer FKVD über sieben Tagen ist der Anteil an flexiblen Bronchoskopien mit 37% höher als bei der normalen Gruppe, bei der nur 28% der Fälle mit der flexiblen Technik behandelt wurden. Im Vergleich zur starren Bronchoskopie, bei der zu 100% in der präferierten Technik gearbeitet wurden, fällt auf, dass nur bei 67,6% der Prozeduren die FB auch von der untersuchenden Person bevorzugt wurde. Bei den Kindern mit einer FKVD von über 7 Tagen haben sich somit manche Ärztinnen und Ärzte gegen die bevorzugte starre Technik entschieden, jedoch niemand gegen die präferierte flexible.

Grundsätzlich kann mit steigender Dauer bis zur bronchoskopischen Entfernung des FK eine Zunahme der Komplikationsrate beobachtet werden (Abb.15). Während in der Gruppe ohne aufgetretene Komplikationen die Fallzahlen mit steigender Dauer bis zur FKE abnehmen, so verhält sich der Trend der Gruppe, in der Komplikationen aufgezeichnet wurden genau in die entgegengesetzte Richtung. In der Kohorte ohne Komplikationen wurden 145 (43,2%) der Kinder innerhalb von 24 Stunden, 112 (33,3%) in den ersten 7 Tagen und 66 (19,6%) nach 7 Tagen behandelt. In 13 Fällen (3,9%) war der Zeitpunkt der Aspiration unbekannt. Die Patientinnen und Patienten, bei denen während der Behandlung Komplikationen auftraten, verteilten sich wie folgt auf die Zeitfenster: 18 Kinder (28,6%) unter 24 Stunden, 15 Kinder (23,8%) innerhalb der ersten 7 Tage und 26 Kinder (41,3%) über 7 Tage. Bei 4 Kindern (6,3%) konnte das Zeitfenster nicht ermittelt werden.

**Abbildung 15: Zeit zwischen Aspiration und Fremdkörperentfernung:**



**Abb. 15:** Darstellung der Komplikationsrate bei Gruppen mit unterschiedlichen Zeiträumen zwischen Aspiration und FKE, h = Stunden, d = Tage, n = absolute Anzahl der Fälle

Bei den Fällen mit einer Verweildauer des FKs in den Atemwegen des Kindes von über sieben Tagen war die Komplikationsrate mit 28,3% gegenüber der Kohorte mit einer kürzeren Verweildauer (12,1%) signifikant höher. ( $\chi^2(1) = 13.99$   $p < 0.001$ ,  $n = 399$ ). Die Effektstärke ist niedrig (Cramér's  $V = 0.19$ ). Es konnten weiterhin nicht signifikante Unterschiede zwischen den Komplikationsraten der SB und FB festgestellt werden, die Tabelle 11 entnommen werden können.

**Tabelle 11: Fälle mit einer Fremdkörperverweildauer von über 7 Tagen**

	FKVD >7d		FKVD <7d	
	N	%	N	%
<b>Alle Fälle</b>	399	100,0	399	100,0
Zeit zwischen Aspiration und Bronchoskopie	92	23,1	307	76,9
Komplikationen	26	28,3	37	12,1
<b>Genutzte Technik</b>				
<b>Flexible Bronchoskopie</b>	34	37,0	86	28,0
präferiert	23	67,6	58	67,4
Fallbezogene Schwierigkeiten	27	79,4	36	41,9
Komplikationen	8	23,5	14	16,3
<b>Starre Bronchoskopie</b>	58	63,0	221	72,0
präferiert	58	100,0	210	95,0
Fallbezogene Schwierigkeiten	33	56,9	67	30,3
Komplikationen	18	31,0	23	10,4

**Tab. 11:** Darstellung der Fälle mit einem Zeitraum von über sieben Tagen zwischen Aspiration und der Entfernung des Fremdkörpers in Zusammenschau mit Fällen, die der Gruppe mit fallbezogenen Schwierigkeiten zugeordnet wurden und Fällen, bei denen eine Komplikation aufgetreten ist. FKVD = Fremdkörperverweildauer, d = Tage, n = Anzahl, % = Prozent

## 4 Diskussion

### 4.1 Bronchoskopietechniken bei Fremdkörperaspiration im Kindesalter

Unsere Studie zu Fremdkörperaspirationen im Kindesalter und den angewendeten Bronchoskopietechniken ist nach unserem Wissensstand die erste prospektive, multizentrische Datenerfassung zu dieser Thematik. Die Erhebung von Informationen zu den Untersuchenden sowie den behandelnden Zentren ermöglichte erstmalig die Analyse dieser Daten in Kombination mit den Ergebnissen der fallbezogenen Fragebögen. Ebenso zählt die Fallzahl der Studie zu den größten im Bereich der Forschung zur FKA im Kindesalter. Zusammenfassend: Wir sind zu der Erkenntnis gekommen, dass eine geringere Komplikationsrate mit der persönlichen Präferenz und der Erfahrung des Untersuchenden assoziiert ist. Ebenso lässt sich feststellen, dass der Vergleich der flexiblen und starren Bronchoskopie zur Entfernung von Objekten aus den Atemwegen bei Kindern mit FKA in unserer Studie keine klare Empfehlung einer überlegenen Technik zulässt.

Die Patientenkohorte der Studie ähnelt hinsichtlich ihrer Altersstruktur, der Geschlechterverteilung und Art der FK den vorbeschriebenen Ergebnissen vieler Studien und der gängigen Lehrmeinung [16, 18, 27, 116-118]. Jedoch kommt es teilweise zu leichten Differenzen mit nationalen oder *single-center* Studien [34, 44, 119]. Beispielsweise untersuchten Baram et al. Kinder im Iraq und stellten 2017 fest, dass dort Sonnenblumenkerne annähernd 50% der aspirierten FK ausmachten [119]. Trotzdem schlussfolgern wir daraus, dass es sich bei unserem Kollektiv durch die internationale Streuung um eine repräsentative Patientenkohorte handelt.

Bei der Betrachtung des Alters der Patientinnen und Patienten fällt auf, dass über 90 % der Kinder unter drei Jahren alt sind und die FKA am häufigsten bei Kindern zwischen einem und zwei Jahren auftritt. Das häufige Auftreten in diesem Alter wird unter anderem durch die anatomischen Gegebenheiten im Larynx bei jungen Kindern sowie einer zum Teil noch inadäquaten Kontrolle des Schluckaktes begünstigt [33, 120, 121]. Zudem trägt eine Unachtsamkeit und unzureichende Überwachung des Kindes durch die Eltern zu einer erhöhten Rate

an FKA bei [41, 122]. Als mögliche Gründe für den deutlich größeren Anteil von männlichen Patienten geben Ding et al. die impulsivere Art und ein anderes, abenteuer-orientierteres Spielverhalten von Jungen an [27].

Durch die umfangreichen Daten, die wir erhoben haben, konnten wir Beziehungen zwischen unterschiedlichen Erfahrungsgraden und den persönlichen Präferenzen der Untersuchenden zu untersuchen.

Mehr als die Hälfte der teilnehmenden Ärztinnen und Ärzte unserer Studie waren Kinderpneumologinnen und Kinderpneumologen, der Bereich der Kinderchirurgie war nur mit weniger als 10 % vertreten. In vergleichbaren Studien werden FKE häufiger von Kinderchirurginnen und Kinderchirurgen sowie Fachärztinnen und Fachärzten für HNO durchgeführt. Dies zeigt auch die Studie von Sjogren et al., bei der 450 Kinder mit FKA zu 45,6% von Kinder- und Allgemeinchirurgen und -chirurginnen und zu 34,2% von ärztlichem Personal der pädiatrischen HNO interventionell behandelt wurden [19]. Diese abweichenden Verhältnisse lassen sich durch die gezielte Rekrutierung von Kinderpneumolog\*innen über uns geläufige Kanäle, wie dem Verteiler „ped-pul“ oder der europäischen Fachgesellschaft für Pneumologie (ERS) erklären.

Die Daten unserer Studie zeigen, dass mit steigender Erfahrung der Untersuchenden und Zentren mehr Bronchoskopien durchgeführt wurden und gleichzeitig eine signifikant niedrigere Komplikationsrate verzeichnet wurde. Dies passt zu der generellen Annahme, dass mit zunehmender Übung und Routine Prozesse optimiert werden können und weniger Fehler sowie Komplikationen unterlaufen [102]. In unserer Studie gibt es nur wenige erfahrene und routinierte Spezialistinnen und Spezialisten, die dafür jedoch sehr viele Kinder mit einer FKA behandeln. Dies birgt sowohl Vor- als auch Nachteile. Zum einen kann, wie durch unsere Studie bestätigt, durch die hohe Fallzahl einzelner Zentren und Untersuchenden eine bestmögliche Behandlung der Kinder erzielt werden [19]. Zum anderen fehlt dadurch in kleineren Zentren die Expertise, Routine und interne Ausbildungsmöglichkeit. Zur anhaltenden Debatte um die Mindestanzahl an Bronchoskopien, die für eine sichere und selbständige Beherrschung der Interventionstechnik notwendig sind, lassen sich aus unseren Beobachtungen erste Zahlen beisteuern. Wird die Intervention durch Ärztinnen und Ärzte

durchgeführt, die mehr als fünf Jahre Bronchoskopieerfahrung sowie über 100 FKE verfügen, werden signifikant niedrigere Komplikationsraten verzeichnet. Auch bei der Erfahrung der Kliniken konnten Unterschiede festgestellt werden. Ab einer Anzahl von 200 pädiatrischen Bronchoskopien einer Klinik pro Jahr sinken die Komplikationsraten signifikant. Ein konkreter Grenzwert kann jedoch aus unseren Daten nicht benannt werden, da die Erfahrung des Einzelnen und der Kliniken in Gruppen eingeteilt wurde und keine kontinuierliche Messung der Erfahrung erfolgte. In Anbetracht der Erkenntnisse, die unsere Analysen zu der Definition von erfahrenen Untersuchenden liefern, wären weitere Studien mit einer metrischen Skala für diese Parameter wünschenswert.

Im persönlichen Fragebogen wurde zusätzlich erfragt, ob die Untersuchenden zum Erlernen der Technik an speziellen Fortbildungen oder Kursen (*Formal Training*) teilgenommen haben. Leider stellte sich bei der Auswertung der Ergebnisse heraus, dass aufgrund von fehlenden internationalen Standards und der Abwesenheit einer einheitlichen Definition eines „*formal Trainings*“ sehr unterschiedliche Antworten von den teilnehmenden Ärztinnen und Ärzten gegeben wurden, die eine umfassende Analyse der Daten nicht ermöglichten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Vicencio in seinem Editorial „*A paediatric bronchoscopist's 'Field of Dreams': Will the flexible cryoprobe hit a home run?*“, in dem er mangelnde Vergleichbarkeit und fehlende standardisierte Ausbildungsmöglichkeiten für bronchoskopische Techniken in den USA bemängelt [123]. Bereits 2013 stellten Huang et al. ähnliche Probleme bei der Verfügbarkeit von Ausbildungsmöglichkeiten für Ärztinnen und Ärzte und der Verfügbarkeiten der beiden Bronchoskopietechniken im Allgemeinen für den chinesischen Raum fest. Diese Umstände führten laut den Analysen zu gehäuften Fehldiagnosen, Verzögerungen in der Behandlung und erhöhten Komplikationsraten [124]. Ein strukturiertes Fortbildungsprogramm sowie die Zertifizierung von Kursen würden die Ausbildungsmöglichkeiten von Ärztinnen und Ärzten und die internationale Vergleichbarkeit deutlich verbessern. Analog zur Erwachsenenpneumologie wäre die Ergänzung der Fähigkeiten zur FKE mithilfe der SB und FB im Ausbildungskatalog der Kinderpneumologinnen und -pneumologen ein wichtiger Grundstein zur Qualitätssicherung [125].

Unsere Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Präferenzen und Anwendungen der Techniken durch die pädiatrischen Pneumologen und Ärztinnen und Ärzte der HNO. Erstere präferieren und nutzen häufiger die FB, letztere hingegen in der Regel die SB. Eine mögliche Begründung hierfür könnten die unterschiedlichen Nutzungen der Techniken im klinischen Alltag der Fachrichtungen sein. In der HNO wird die SB regelmäßig angewendet, in der pädiatrischen Pneumologie findet hingegen fast ausschließlich die FB Anwendung. Aufgrund der unterschiedlichen Präferenzen und klinischen Übung wäre es sehr interessant, wenn zukünftige Studien erheben würden, wie Kliniken entscheiden, aus welcher Fachrichtung die Untersuchenden zur FKE hinzu gezogen werden.

Die Analyse der allgemeinen Komplikationsraten der SB und FB führte zu einer wichtigen Erkenntnis: die Komplikationsraten beider Techniken unterscheiden sich nicht. Die ATS (2015) und ERS (2017) empfehlen die starre Bronchoskopie zur Entfernung von Fremdkörpern bei Kindern als Gold-Standard [96, 97]. Ebenso wird auch in der AMWF S2K-Leitlinie die Nutzung der starren Technik präferiert. Betrachtet man jedoch jüngere Publikationen, entsteht der Eindruck, dass der Anteil an flexiblen Bronchoskopen zur FKE steigt. Verschiedene Studien attestieren der endoskopischen Technik erfolgreiche und komplikationsarme Prozeduren zur Entfernung der aspirierten Objekte [27, 66, 117, 126-128]. Jedoch sind Publikationen, in denen die Techniken direkt gegenübergestellt werden, rar. Im Jahr 2021 publizierten Golan-Tripto et al. ein Paper, in dem sowohl die flexible als auch die starre Technik angewendet und miteinander verglichen wurden. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen wies die FB mit 0 % eine signifikant niedrigere Komplikationsrate als die SB mit 9,2% auf [102]. Die Forschungsgruppe begründet die niedrige Komplikationsrate der FB mit einem großen Maß an Erfahrung und einer signifikant kürzeren Interventionsdauer. Der Unterschied zu unseren Daten bezüglich der Komplikationsraten könnte dem Fakt geschuldet sein, dass unsere Studie bereits leichte Komplikationen erfasst hat, von Golan-Tripto et al. jedoch nur schwere Zwischenfälle mit in die Analysen aufgenommen wurden. Es zeigten sich viele weitere unterschiedliche Systeme zur Erfassung von Komplikationen bei der FKE, die weltweit von Untersuchenden und Forschenden genutzt werden [29, 66,

102, 128, 129]. Durch diese Tatsache ist die Vergleichbarkeit der einzelnen Studienergebnisse eingeschränkt. Eine international einheitliche Klassifikation der Komplikationen einer FKE hätte für zukünftige Forschungsprojekte große Vorteile und würde präzisere Analysen ermöglichen. Doch nicht nur unterschiedliche Klassifikationssysteme für Komplikationen bei der gleichen Intervention stellen für das Qualitätsmanagement ein Problem dar. Häufig ist die Objektivierbarkeit von Systemen zur Messung und Einstufung von Zwischenfällen und Fehlern eingeschränkt. Bei der FKE werden Komplikationen meist vom Untersuchenden selbst in der Patientenakte vermerkt, ohne dass es standardisierte Protokolle gibt. Bei den oft retrospektiv angelegten Studien kann diese Herangehensweise bei der Auswertung Schwierigkeiten bereiten. Auch unter der Annahme, dass in den forschenden Krankenhäusern eine zielgerichtete Fehlerkultur herrscht, muss davon ausgegangen werden, dass die Dokumentation durch die untersuchende Person selbst nicht immer eine objektive Beschreibung zulässt. Neben strukturellen Barrieren können auch persönliche Ängste vor rechtlichen Konsequenzen oder Schuldzuweisungen eine exakte Aufzeichnung von Komplikationen verhindern [130]. Teile dieser Schwierigkeiten konnten wir mit unserer Klassifikation umgehen. Durch die Einteilung der Komplikationen in ihrem Schweregrad anhand der Einschätzung der anästhesiologischen Kollegen und Kolleginnen ist die Einstufung objektiver und nicht durch die persönliche Bewertung der untersuchenden Person verzerrt. Wie Houben et al. beschreiben, ist zur Komplikationsforschung jedoch nicht nur eine einheitliche und möglichst objektive Klassifikation, sondern auch eine lückenlose Dokumentation von Komplikationen notwendig [131]. Diese müsse jedoch, trotz des erhöhten Aufwandes, in einer separaten Datenbank getrennt von der Patientenakte erfolgen, da nur so eine strukturierte Analyse möglich sei [131]. Im Rahmen einer „*root cause analysis*“ können daraufhin strukturelle Fehlerquellen und Probleme erkannt und behoben werden [132]. Betrachtet man die aufgeführten Aspekte, so erscheint es dringend notwendig, dass die FKE international einheitlich und strukturiert dokumentiert wird. Insbesondere für die Komplikationen und deren Einteilung in Schweregrade, aber ebenfalls für Fälle, die komplikationslos ablaufen, würde sich ein digitales, einfach zugängliches Protokoll anbieten. Da es aktuell keine vergleichbare Klassifikation gibt, bei der

die Einstufung der Schwere von Komplikationen möglichst objektiv durch Ärztinnen und Ärzte einer anderen Fachrichtung geschieht, empfehlen wir die konsequente Nutzung der von uns beschriebenen Klassifikation von Komplikationen für zukünftige Studien und im klinischen Alltag.

Auch wenn sich in unserer Studie die Gesamtkomplikationen der beiden verglichenen Techniken nicht signifikant unterscheiden, so fällt jedoch die signifikant höhere Rate an respiratorischen Komplikationen bei der flexiblen Bronchoskopie auf. Im Gegensatz zur starren Bronchoskopie, bei der der Atemweg durch das Bronchoskop selbst gesichert wird, wird die flexible Bronchoskopie meist in Sedierung und außerhalb des Operationssaals durchgeführt. Dadurch wird die Verfügbarkeit der flexiblen Bronchoskopie verbessert, wobei das exakte Monitoring der Atemparameter teilweise eine technische Herausforderung darstellt. Da bei der flexiblen Bronchoskopie der Atemweg oft nicht vollständig gesichert ist, sollte auf das Monitoring nicht verzichtet werden. Der Großteil der respiratorischen Komplikationen der flexiblen Bronchoskopie in unserer Studie waren Sättigungsabfälle. Auch Trachsel et al. zeigten eine starke Beeinflussung des Tidalvolumens und des Atemflusses durch das Einführen eines flexiblen Bronchoskops in den kleinen Atemweg des Kindes [133]. In Anbetracht dessen ist die höhere Rate an respiratorischen Komplikationen bei der flexiblen Bronchoskopie keine Überraschung. Unter Voraussetzung eines genauen Monitorings der Atemparameter kann die FB als sichere und komplikationsarme Technik eingestuft werden.

Wir konnten weiterhin zeigen, dass die Komplikationsrate signifikant niedriger war, wenn die präferierte Technik angewandt wurde. Vermutlich liegt dies daran, dass Untersuchende die Technik, in der sie routinierter, erfahrener und sicherer sind, als präferiert angeben. Dies führt jedoch dazu, dass in manchen Fällen zu der präferierten Technik gegriffen wird, obwohl eine andere Methode in der Situation möglicherweise besser geeignet wäre. Gegengleich kann es auch passieren, dass Untersuchende dazu gezwungen sind, die Technik zu nutzen, die sie normalerweise nicht bevorzugen und somit praktisch nie üben, woraus sich ein höheres Risiko für Komplikationen ergibt.

Eine Gruppe von Untersuchenden gab an, den FK mithilfe der FB zu bestätigen und mithilfe der SB zu entfernen. Diese Gruppe wurde mit denjenigen zusammengeführt, die die SB präferieren, da die Entfernung des FK im Fokus der vorliegenden Arbeit lag.

In Situationen mit fallbezogenen Schwierigkeiten, wie beispielsweise einer verlängerten FKVD oder einer ungünstigen Form des FK, nutzen Ärztinnen und Ärzte die FB signifikant häufiger als in der Gruppe ohne erschwerende Faktoren, häufig auch entgegen der persönlichen Präferenz. Angesichts der Tatsache, dass die SB im Vergleich zur flexiblen Technik den Atemweg vollständig sichert und normalerweise im Fall von Dyspnoe die Technik der Wahl ist, war dieses Ergebnis überraschend. Möglicherweise könnte dies daran liegen, dass ein relevanter Anteil der teilnehmenden Untersuchenden im klinischen Alltag die FB deutlich häufiger nutzt und angesichts der erwarteten Schwierigkeiten entgegen der leitliniengetreuen allgemeinen Präferenz zu der flexiblen Technik greift. Eine andere mögliche Erklärung könnte die schnellere Verfügbarkeit in Notfallsituationen und die Nutzung der Technik außerhalb des Operationssaals sein. Im Fall von extrem peripher gelegenen Fremdkörpern kann die flexible Technik auch Vorteile gegenüber der starren Bronchoskopie haben und somit zu dem höheren Anteil beigetragen haben. Unabhängig von der gewählten Technik treten bei fallbezogenen Schwierigkeiten signifikant häufiger Komplikationen auf. Dies ist auch zu erwarten gewesen, da erschwerte Behandlungsumstände mit einem höheren Komplikationsrisiko assoziiert sind. Es muss jedoch beachtet werden, dass zum einen die Einstufung als fallbezogene Schwierigkeit durch die behandelnde Person selbst geschah und ein gewisses *Bias* nicht ausgeschlossen werden kann. Die Planung der Studie sah vor, dass die Einstufung als „fallbezogene Schwierigkeit“ nur mit dem Wissen vor der Bronchoskopie vorgenommen werden sollte. Da die Eingabe eines Falls in den fallbezogenen Fragebogen jedoch immer erst nach Abschluss der Behandlung erfolgte, kann nicht ausgeschlossen werden, dass mögliche Komplikationen während der Prozedur diese Einschätzung beeinflussten.

Unsere Daten zeigen, dass mit längerer FK-Verweildauer das Risiko für Komplikationen bei der bronchoskopischen Entfernung steigt. Ab einer FKVD von

über 7 Tagen konnten wir eine signifikant höhere Komplikationsrate feststellen. Diese Ergebnisse passen zu der Publikation von Foltran et al, in der eine verzögerte Diagnose und Behandlung mit einem steigenden Risiko für akute und chronische Komplikationen in Verbindung gebracht wird. Das umfangreiche Review erfasste 1699 Artikel zu FKA bei insgesamt 37.997 Kindern von 1978 bis 2008 [68]. Im Kontrast dazu beschreiben Sjogren et al. eine unveränderte Komplikationsrate von zwei Gruppen aus unter und über 5 Tagen zwischen dem Aspirationsereignis und der FKE bei einer gesamten Kohorte von 450 Kindern. Ziel der Studie war eine retrospektive offene Analyse der Fälle mit FKA in einem Klinikverbund aus 22 Krankenhäusern [19]. Als mögliche Ursachen für das häufigere Auftreten von Komplikationen müssen lokale Entzündungsprozesse, die durch das längere Verweilen des FK ausgelöst werden, in Betracht gezogen werden. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, dass der FK durch Inflammationsprozesse mit zunehmender Zeit fester an die Bronchialwand gebunden ist. Dadurch würde die Entfernung des FK erschwert und Schleimhautblutungen provoziert werden [14]. Vor dieser Erkenntnis entsteht die Frage, ob der FK immer so schnell wie möglich entfernt werden sollte oder möglicherweise vorerst abgewartet werden kann, bis beispielsweise am nächsten Tag das routinierte Team vor Ort ist. Sicherlich lässt sich diese Fragestellung nicht universell beantworten und die Entscheidung sollte in jedem Fall individuell gefällt werden. Ergebnisse einer Studie von Mani et al. zeigen jedoch, dass ein kreislaufstabiles Kind ohne akute Dyspnoe von einer Behandlung durch das routinierte Standardteam profitiert, auch wenn diese möglicherweise erst am nächsten Tag stattfindet. Ebenso sei durch diese kurze Verzögerung kein erhöhtes Komplikationsrisiko zu erwarten [30]. Diese Erkenntnis wird auch durch unsere Daten gestützt, da die erhöhte Komplikationsrate erst ab 7 Tagen festgestellt werden konnte.

Bei Patienten, bei denen die Zeitspanne zwischen der Aspiration und der Entfernung des FK über 7 Tage misst, wird die FB häufiger genutzt als in den Gruppen mit einer Entfernung vor dem 7. Tag. Unter diesen Untersuchenden präferieren ein Drittel eigentlich die SB; trotzdem erzielt auch hier die FB eine geringere Komplikationsrate und scheint bei der Behandlung von Kindern mit einer FKVD von über 7 Tagen gegenüber der starren Technik Vorteile aufzuweisen. Die höhere Komplikationsrate der starren Bronchoskopie könnte

dadurch begünstigt werden, dass die Untersuchenden in der bevorzugten Technik bleiben, statt zur in diesem Fall möglicherweise besser geeigneten flexiblen Bronchoskopie zu wechseln.

## **4.2 Methodische Probleme und Limitationen**

Wie bei jeder Studie, bei der Teilnehmende Informationen selbst mit Hilfe von Fragebögen beisteuern, besteht im Vergleich zu selbst durchgeführten Messungen die Möglichkeit, dass Daten absichtlich oder unabsichtlich durch die eingebenden Personen verfälscht werden. Alle Teilnehmenden haben den Prinzipien der guten wissenschaftlichen Praxis zugestimmt, wodurch davon auszugehen ist, dass die Daten nach bestem Wissen und Gewissen beigetragen wurden.

Die systematische Erfassung von Komplikationen verlangt eine Objektivierung der klinischen Rahmenbedingungen, die bei manchen Daten nur bedingt möglich war. Hier ist die Einstufung einer Untersuchung als „komplizierter Fall“ zu nennen, die an eine individuelle Einschätzung der untersuchenden Person und nicht an genaue Grenzwerte gekoppelt ist. Retrospektiv beurteilt stellen wir fest, dass eine FKVD von mehr als 7 Tagen nicht in allen Fällen automatisch als komplizierender Faktor gewertet wurde. In zukünftigen Studien sollte ein „komplizierter Fall“ noch genauer definiert werden. Ebenso muss beachtet werden, dass die Einstufung als komplizierter Fall beim initialen Patientenkontakt geschehen soll, jedoch möglicherweise durch den Interventionsverlauf bei der Eingabe des Fragebogens nach abgeschlossener Behandlung des Falls beeinflusst werden kann.

Die internationale Vergleichbarkeit der Studie ist durch den hohen Anteil an pädiatrischen Pneumologinnen und Pneumologen limitiert. Dies ist auf die gute Vernetzung unserer Arbeitsgruppe im Bereich Kinderpneumologie zurückzuführen. Welche Fachrichtung die Fremdkörperentfernung bei Kindern durchführt, variiert nicht nur von Land zu Land, sondern auch von Klinik zu Klinik. Auch wenn es hierfür keine belastbaren Zahlen gibt, ist davon auszugehen, dass die Fremdkörperentfernung dennoch in den überwiegenden Fällen in den Händen von Kinderpneumologinnen und Kinderpneumologen liegt.

Eine weitere Limitation der Studie entstand durch die Anonymisierung zwischen eingegebenen Fällen und Untersuchenden: Die partizipierenden Ärztinnen und Ärzte haben unterschiedlich viele Fälle zu der Studie beigetragen. Da wir international gestreut eine große Bandbreite an Kliniken zur Teilnahme eingeladen haben, ist es möglich, dass einzelne Expertinnen und Experten der FKE in Ballungsgebieten viele Fälle behandelt haben, wohingegen in anderen Kliniken im Studienzeitraum nur wenige Kinder mit einer FKA vorstellig wurden.

Ebenso können (und wollen) wir nicht nachvollziehen, welche Kliniken tatsächlich Fälle zu der Studie beigetragen haben. Es ist für uns nicht einsehbar, ob nach der Einwilligung zur Studienteilnahme auch tatsächlich Fälle beigetragen wurden.

Die beiden genannten Unsicherheiten nehmen wir deshalb in Kauf, damit die Eingabe der Fälle anonym erfolgen kann und die Untersuchenden sicher sind, dass keine Rückschlüsse auf ihre Person bzw. ihre Klinik erfolgt. Nur so können wir sicher sein, dass Komplikationen ehrlich und unverändert in den Fragebogen eingetragen werden.

### **4.3 Schlussfolgerung**

Insgesamt zeigt unsere Studie vergleichbare Komplikationsraten zwischen der flexiblen und der starren Bronchoskopie zur FKE im Kindesalter. Die Wahl des richtigen Verfahrens ist vielmehr abhängig von der Erfahrung und Präferenz des Untersuchenden, der Erfahrung des Zentrums, der FKVD, der Art und Lage des FK und dem klinischen Zustand des Kindes. Es liegt die Schlussfolgerung nahe, dass Kliniken eine Expertise für beide Techniken vorhalten sollten - entweder durch die Schulung von Untersuchenden in beiden Techniken oder durch ein interdisziplinäres Endoskopierteam.

Dieser Empfehlung steht die Tatsache gegenüber, dass die geringe Fallzahl von FKA im Kindesalter vor allem in weniger dicht besiedelten Gebieten die Routine mit der bronchoskopischen Entfernung - noch dazu in zwei verschiedenen Techniken - erschwert. Unsere Studie hat gezeigt, dass die Erfahrung der Ärztinnen und Ärzten in der pädiatrischen Bronchoskopie und FKE invers mit der Komplikationsrate korreliert. Daher wäre es wünschenswert die Entfernung von FK in Kompetenzzentren, in denen durch Rufbereitschaft eine dauerhaft

verfügbare, qualitativ hochwertige Behandlung vorgehalten werden kann durchzuführen. In diesen Zentren können zusätzlich weiterführende interventionelle Techniken, wie die Kryotherapie, Anwendung finden. Für die akut behandlungsbedürftigen Fälle sollten auch Ärztinnen und Ärzte in kleineren Kliniken regelmäßige Fortbildungen durchlaufen und Zugriff auf eindeutige Leitlinien oder klinikinterne Verfahrensanweisungen haben. Für die Zukunft ist die Zertifizierung von Kursen zur FKE und das Einbinden dieser Fähigkeiten in den Ausbildungskatalog der Kinderpneumologie wünschenswert, wie es in der Erwachsenenpneumologie schon lange etabliert ist.

Als Grundlage zur Entwicklung von Ausbildungskonzepten oder SOP und zur Aktualisierung von Leitlinien müsste durch zukünftige Studien die aktuell teils unzureichende Evidenz verbessert werden. Dazu sollte im ersten Schritt eine einheitliche Klassifikation und Dokumentation für die Analyse der Komplikationen einer FKE international etabliert werden. Dabei müsste ein Augenmerk auf eine möglichst standardisierte Einstufung der Komplikationen gelegt werden. Die von uns genutzte Einteilung des Schweregrades einer Komplikation könnte dafür eine Grundlage bilden.

Mithilfe von regelmäßiger, zertifizierter Fortbildung würden behandelnde Ärztinnen und Ärzte besser für die FKE qualifiziert. Mithilfe von evidenzbasierten Handlungsabläufen könnten die Untersuchenden einfacher die für das Kind am besten passende Technik wählen, ohne eine nicht präferierte Technik nutzen zu müssen. Dies könnte auch in weniger spezialisierten oder peripher gelegenen Kliniken zu einer verbesserten Versorgung von Kindern mit FKA führen.

## 5 Literaturverzeichnis

1. Kropp, R., *Pneumologie*. 2005, New York: Georg Thieme Verlag KG Stuttgart.
2. Kirstein, A., *Autoskopie des Larynx und der Trachea (Besichtigung ohne Spiegel)*. Berliner Klinische Wochenschrift, 1895. **22**: p. 476–478.
3. Becker, H.D. and B.R. Marsh, *History of the Rigid Bronchoscope*. Interventional Bronchoscopy, 2000. **30**: p. 2-15.
4. Stasche, N., *Gustav-Killian-Symposium - 100. Jahrestag der Bronchoskopie: Flexible und starre Endoskopie der Luft- und oberen Speisewege*. Deutsches Ärzteblatt, 1999. **96 (4)**.
5. Kilian, G., *Ueber directe Bronchoskopie*. Münchener medicinische Wochenschrift, 1898. **27**: p. 844-847.
6. Riecker, O.E., *Die Bronchologie. Ihre Arbeitsmethoden und Möglichkeiten*. Archiv für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde, 1952. **161(1)**: p. 1-72.
7. Fliss, D.M., *Atlas of Pediatric Head and Neck and Skull Base Surgery*. 2020, Stuttgart: Thieme.
8. Panchabhai, T.S. and A.C. Mehta, *Historical perspectives of bronchoscopy. Connecting the dots*. Ann Am Thorac Soc, 2015. **12(5)**: p. 631-41.
9. Wälscher, J. and D. Gompelmann, *Bronchoskopie*. DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift, 2016. **141(17)**: p. 1236-1238.
10. Lorenz, J. and R. Bals, *Bronchoskopie*, in *Checkliste XXL Pneumologie*, J. Lorenz, et al., Editors. 2016, Georg Thieme Verlag KG.
11. Valipour, A., *Bronchoskopie in der Diagnostik intrathorakaler Tumoren*, in *Expertise Thoraxchirurgie*, M.R. Müller, et al., Editors. 2015, Georg Thieme Verlag KG.
12. Köhler, D., B. Schönhofer, and T. Voshaar, *Bronchoskopie in starrer und flexibler Technik*, in *Pneumologie*, D. Köhler, B. Schönhofer, and T. Voshaar, Editors. 2014, Georg Thieme Verlag KG.
13. Hahn, J.-M., *Bronchoskopie*, in *Checkliste Innere Medizin*, J.-M. Hahn, Editor. 2018, Georg Thieme Verlag KG.
14. Fadel E Ruiz, M., *Airway foreign bodies in children*. UpToDate, 2022.
15. Wetsch, W.A., J. Hinkelbein, and F. Spöhr, *Fremdkörperaspiration*, in *Kurzlehrbuch Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie*, W.A. Wetsch, J. Hinkelbein, and F. Spöhr, Editors. 2018, Georg Thieme Verlag KG.
16. Ding, L., et al., *Tracheobronchial Foreign Bodies in Children: Experience From 1,328 Patients in China*. Front Pediatr, 2022. **10**: p. 873182.
17. Sahin, A., et al., *Inhalation of foreign bodies in children: experience of 22 years*. J Trauma Acute Care Surg, 2013. **74(2)**: p. 658-63.

18. Hameed, S. and Y.M. Reddy, *A Tertiary Care Centre Experience on the Management of Paediatric Tracheobronchial Foreign Body During the COVID 19 Pandemic*. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2021: p. 1-8.
19. Sjogren, P.P., et al., *Predictors of complicated airway foreign body extraction*. Laryngoscope, 2018. **128**(2): p. 490-495.
20. Kerbl, R., et al., *Fremdkörperaspiration*, in *Checkliste Pädiatrie*, R. Kerbl, et al., Editors. 2015, Georg Thieme Verlag KG.
21. *Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Krankenhausstatistik*. 23.04.2023; Available from: [https://www.gbe-bund.de/gbe/lpkg\\_olap\\_tables.prc\\_set\\_page?p\\_uid=gast&p\\_aid=9530630&p\\_sprache=D&p\\_help=2&p\\_indnr=702&p\\_ansnr=62006142&p\\_version=7&D.001=1000001&D.002=1000002&D.003=1000004&D.972=1000619&D.100=10101](https://www.gbe-bund.de/gbe/lpkg_olap_tables.prc_set_page?p_uid=gast&p_aid=9530630&p_sprache=D&p_help=2&p_indnr=702&p_ansnr=62006142&p_version=7&D.001=1000001&D.002=1000002&D.003=1000004&D.972=1000619&D.100=10101).
22. Statista. *Kinder und Jugendliche in Deutschland nach Altersgruppen*. 2021 23.04.2023]; Available from: <https://de.statista.com>.
23. *Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Todesursachenstatistik*. 23.04.2023; Available from: [https://www.gbe-bund.de/gbe/lpkg\\_olap\\_tables.prc\\_set\\_orientation?p\\_uid=gast&p\\_aid=60591938&p\\_sprache=D&p\\_help=2&p\\_indnr=631&p\\_ansnr=84321465&p\\_version=3&D.000=1&D.001=3&D.002=3&D.003=3&D.004=3&D.946=2&D.048=3](https://www.gbe-bund.de/gbe/lpkg_olap_tables.prc_set_orientation?p_uid=gast&p_aid=60591938&p_sprache=D&p_help=2&p_indnr=631&p_ansnr=84321465&p_version=3&D.000=1&D.001=3&D.002=3&D.003=3&D.004=3&D.946=2&D.048=3).
24. Kramer, T.A., K.H. Riding, and L.J. Salkeld, *Tracheobronchial and esophageal foreign bodies in the pediatric population*. J Otolaryngol, 1986. **15**(6): p. 355-8.
25. *Centers for Disease Control and Prevention. Web-based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS): Leading Causes of Death Reports, 1981 - 2020*. 10.05.2022]; Available from: <https://wisqars.cdc.gov/fatal-leading>.
26. *National Safety Council Injury Facts. Deaths in the Home and Community by Age Group and Cause*. 10.05.2022]; Available from: <https://injuryfacts.nsc.org/home-and-community/home-and-community-overview/deaths-in-the-home-and-community-by-age-group-and-cause/>.
27. Ding, G., et al., *Tracheobronchial foreign body aspiration in children: A retrospective single-center cross-sectional study*. Medicine (Baltimore), 2020. **99**(22): p. e20480.
28. Ciftci, A.O., et al., *Bronchoscopy for evaluation of foreign body aspiration in children*. J Pediatr Surg, 2003. **38**(8): p. 1170-6.
29. Eren, S., et al., *Foreign body aspiration in children: experience of 1160 cases*. Ann Trop Paediatr, 2003. **23**(1): p. 31-7.
30. Mani, N., et al., *Removal of inhaled foreign bodies--middle of the night or the next morning?* Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2009. **73**(8): p. 1085-9.
31. Lando, T., A.M. Cahill, and L. Elden, *Distal airway foreign bodies: Importance of a stepwise approach, knowledge of equipment and utilization of other services' expertise*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2011. **75**(7): p. 968-72.
32. Shubha, A.M. and K. Das, *Tracheobronchial foreign bodies in infants*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2009. **73**(10): p. 1385-9.

33. Skoulakis, C.E., et al., *Bronchoscopy for foreign body removal in children. A review and analysis of 210 cases*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2000. **53**(2): p. 143-8.
34. Laya, B.F., R. Restrepo, and E.Y. Lee, *Practical Imaging Evaluation of Foreign Bodies in Children: An Update*. *Radiol Clin North Am*, 2017. **55**(4): p. 845-867.
35. Rodriguez, H., et al., *Management of foreign bodies in the airway and oesophagus*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2012. **76 Suppl 1**: p. S84-91.
36. Zur, K.B. and R.S. Litman, *Pediatric airway foreign body retrieval: surgical and anesthetic perspectives*. *Paediatr Anaesth*, 2009. **19 Suppl 1**: p. 109-17.
37. Goktas, O., et al., *Foreign body aspiration in children: field report of a German hospital*. *Pediatr Int*, 2010. **52**(1): p. 100-3.
38. Srivastava, G., *Airway Foreign Bodies in Children* CLINICAL PEDIATRIC EMERGENCY MEDICINE, 2010. **11**: p. 67-72.
39. Aydogan, L.B., et al., *Rigid bronchoscopy for the suspicion of foreign body in the airway*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2006. **70**(5): p. 823-8.
40. Oncel, M., G.S. Sunam, and S. Ceran, *Tracheobronchial aspiration of foreign bodies and rigid bronchoscopy in children*. *Pediatr Int*, 2012. **54**(4): p. 532-5.
41. Committee on Injury, V. and P. Poison, *Prevention of choking among children*. *Pediatrics*, 2010. **125**(3): p. 601-7.
42. DeRowe, A., D. Massick, and D.J. Beste, *Clinical characteristics of aero-digestive foreign bodies in neurologically impaired children*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2002. **62**(3): p. 243-8.
43. Wolkove, N., et al., *Occult foreign-body aspiration in adults*. *Jama*, 1982. **248**(11): p. 1350-2.
44. Mu, L., P. He, and D. Sun, *Inhalation of foreign bodies in Chinese children: a review of 400 cases*. *Laryngoscope*, 1991. **101**(6 Pt 1): p. 657-60.
45. Schmidt, H. and B.C. Manegold, *Foreign body aspiration in children*. *Surg Endosc*, 2000. **14**(7): p. 644-8.
46. Tan, H.K., et al., *Airway foreign bodies (FB): a 10-year review*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2000. **56**(2): p. 91-9.
47. Chapin, M.M., et al., *Nonfatal choking on food among children 14 years or younger in the United States, 2001-2009*. *Pediatrics*, 2013. **132**(2): p. 275-81.
48. Altkorn, R., et al., *Fatal and non-fatal food injuries among children (aged 0-14 years)*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2008. **72**(7): p. 1041-6.
49. Rimell, F.L., et al., *Characteristics of objects that cause choking in children*. *Jama*, 1995. **274**(22): p. 1763-6.
50. Fitzpatrick, P.C. and J.L. Guarisco, *Pediatric airway foreign bodies*. *J La State Med Soc*, 1998. **150**(4): p. 138-41.

51. Lemberg, P.S., D.H. Darrow, and L.D. Holinger, *Aerodigestive tract foreign bodies in the older child and adolescent*. Ann Otol Rhinol Laryngol, 1996. **105**(4): p. 267-71.
52. Jiaqiang, S., et al., *Rigid bronchoscopy for inhaled pen caps in children*. J Pediatr Surg, 2009. **44**(9): p. 1708-11.
53. Ullal, A., et al., *Virtual Bronchoscopy: Highly Sensitive Time and Life Saving Investigation in the Diagnosis of Foreign Body Aspiration-Our Experience*. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2019. **71**(Suppl 1): p. 378-383.
54. Küpeli, E., et al., *"Pills" and the air passages*. Chest, 2013. **144**(2): p. 651-660.
55. Kinsey, C.M., et al., *Evaluation and management of pill aspiration: case discussion and review of the literature*. Chest, 2013. **143**(6): p. 1791-1795.
56. Black, R.E., D.G. Johnson, and M.E. Matlak, *Bronchoscopic removal of aspirated foreign bodies in children*. J Pediatr Surg, 1994. **29**(5): p. 682-4.
57. Heyer, C.M., et al., *Evaluation of clinical, radiologic, and laboratory prebronchoscopy findings in children with suspected foreign body aspiration*. J Pediatr Surg, 2006. **41**(11): p. 1882-8.
58. Karatzanis, A.D., et al., *The risk of foreign body aspiration in children can be reduced with proper education of the general population*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2007. **71**(2): p. 311-5.
59. Karakoc, F., et al., *Late diagnosis of foreign body aspiration in children with chronic respiratory symptoms*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2007. **71**(2): p. 241-6.
60. Cohen, S., et al., *Suspected foreign body inhalation in children: what are the indications for bronchoscopy?* J Pediatr, 2009. **155**(2): p. 276-80.
61. Daniilidis, J., et al., *Foreign body in the airways: a review of 90 cases*. Arch Otolaryngol, 1977. **103**(10): p. 570-3.
62. Hight, D.W., A.I. Philippart, and J.H. Hertzler, *The treatment of retained peripheral foreign bodies in the pediatric airway*. J Pediatr Surg, 1981. **16**(5): p. 694-9.
63. Lima, J.A., *Laryngeal foreign bodies in children: a persistent, life-threatening problem*. Laryngoscope, 1989. **99**(4): p. 415-20.
64. Esclamado, R.M. and M.A. Richardson, *Laryngotracheal foreign bodies in children. A comparison with bronchial foreign bodies*. Am J Dis Child, 1987. **141**(3): p. 259-62.
65. Zhijun, C., et al., *Therapeutic experience from 1428 patients with pediatric tracheobronchial foreign body*. J Pediatr Surg, 2008. **43**(4): p. 718-21.
66. Tang, L.F., et al., *Airway foreign body removal by flexible bronchoscopy: experience with 1027 children during 2000-2008*. World J Pediatr, 2009. **5**(3): p. 191-5.
67. Schramm, D., *Fremdkörperaspiration im Kindesalter*. Der Pneumologe, 2015. **12**(6): p. 500-512.

68. Foltran, F., et al., *Inhaled foreign bodies in children: a global perspective on their epidemiological, clinical, and preventive aspects*. *Pediatr Pulmonol*, 2013. **48**(4): p. 344-51.
69. Wiseman, N.E., *The diagnosis of foreign body aspiration in childhood*. *J Pediatr Surg*, 1984. **19**(5): p. 531-5.
70. Laks, Y. and Z. Barzilay, *Foreign body aspiration in childhood*. *Pediatr Emerg Care*, 1988. **4**(2): p. 102-6.
71. Burton, E.M., et al., *Tracheobronchial foreign body aspiration in children*. *South Med J*, 1996. **89**(2): p. 195-8.
72. Antón-Pacheco, J.L., et al., *Foreign body aspiration in children: Treatment timing and related complications*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2021. **144**: p. 110690.
73. François, M., et al., *[Endoscopy for exploration for foreign bodies of the lower respiratory tract of the child. Apropos of 668 cases]*. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*, 1985. **102**(6): p. 433-41.
74. Blazer, S., Y. Naveh, and A. Friedman, *Foreign body in the airway. A review of 200 cases*. *Am J Dis Child*, 1980. **134**(1): p. 68-71.
75. Even, L., et al., *Diagnostic evaluation of foreign body aspiration in children: a prospective study*. *J Pediatr Surg*, 2005. **40**(7): p. 1122-7.
76. Singh, H. and A. Parakh, *Tracheobronchial foreign body aspiration in children*. *Clin Pediatr (Phila)*, 2014. **53**(5): p. 415-9.
77. Donnelly, L.F., D.P. Frush, and G.S. Bisset, 3rd, *The multiple presentations of foreign bodies in children*. *AJR Am J Roentgenol*, 1998. **170**(2): p. 471-7.
78. Righini, C.A., et al., *What is the diagnostic value of flexible bronchoscopy in the initial investigation of children with suspected foreign body aspiration?* *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2007. **71**(9): p. 1383-90.
79. Zerella, J.T., et al., *Foreign body aspiration in children: value of radiography and complications of bronchoscopy*. *J Pediatr Surg*, 1998. **33**(11): p. 1651-4.
80. Staatz, G., *Fremdkörperaspiration*, in *Referenz Radiologie – Kinderradiologie*, G. Staatz, Editor. 2021, Georg Thieme Verlag KG.
81. Kiyani, G., et al., *Foreign body aspiration in children: the value of diagnostic criteria*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2009. **73**(7): p. 963-7.
82. Svedström, E., H. Puhakka, and P. Kero, *How accurate is chest radiography in the diagnosis of tracheobronchial foreign bodies in children?* *Pediatr Radiol*, 1989. **19**(8): p. 520-2.
83. Nicolai, T., *Fremdkörperaspiration und Ingestionsunfälle*. *Notfallmedizin up2date*, 2007. **2**(03): p. 213-225.
84. Koşucu, P., et al., *Low-dose MDCT and virtual bronchoscopy in pediatric patients with foreign body aspiration*. *AJR Am J Roentgenol*, 2004. **183**(6): p. 1771-7.

85. Gibbons, A.T., et al., *Avoiding unnecessary bronchoscopy in children with suspected foreign body aspiration using computed tomography*. J Pediatr Surg, 2020. **55**(1): p. 176-181.
86. Imaizumi, H., et al., *Definitive diagnosis and location of peanuts in the airways using magnetic resonance imaging techniques*. Ann Emerg Med, 1994. **23**(6): p. 1379-82.
87. Schramm, D., et al., *Pediatric flexible and rigid bronchoscopy in European centers- Availability and current practice*. Pediatr Pulmonol, 2017. **52**(11): p. 1502-1508.
88. Nicolai, T. and B. Hinrichs, *Bronchoskopie*, in *Pädiatrische Pneumologie*, E. von Mutius, et al., Editors. 2013, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 193-202.
89. Nicolai, T., *Technik der Bronchoskopie bei Kindern*. Monatsschrift Kinderheilkunde, 1999. **147**(2): p. 139-149.
90. Badelt, G., *Starre Bronchoskopie*, in *Anästhesie bei Kindern*, F.-J. Kretz, et al., Editors. 2017, Georg Thieme Verlag KG.
91. Nicolai, T., *The role of rigid and flexible bronchoscopy in children*. Paediatr Respir Rev, 2011. **12**(3): p. 190-5.
92. Müller-Lobeck, L., et al., *Starre und flexible Bronchoskopie nach Fremdkörperaspiration bei Kindern*, in *SOPs in Anästhesiologie und Schmerztherapie*, C. Spies, et al., Editors. 2013, Georg Thieme Verlag KG.
93. Dikensoy, O., C. Usalan, and A. Filiz, *Foreign body aspiration: clinical utility of flexible bronchoscopy*. Postgrad Med J, 2002. **78**(921): p. 399-403.
94. Divisi, D., et al., *Foreign bodies aspirated in children: role of bronchoscopy*. Thorac Cardiovasc Surg, 2007. **55**(4): p. 249-52.
95. Midulla, F., et al., *Flexible endoscopy of paediatric airways*. Eur Respir J, 2003. **22**(4): p. 698-708.
96. Eber, E., et al., *ERS statement: interventional bronchoscopy in children*. Eur Respir J, 2017. **50**(6).
97. Faro, A., et al., *Official American Thoracic Society technical standards: flexible airway endoscopy in children*. Am J Respir Crit Care Med, 2015. **191**(9): p. 1066-80.
98. AWMF. *S2k-Leitlinie Fremdkörperaspiration und Fremdkörperingestion, interdisziplinäre Versorgung von Kindern*. 2016 26.03.2023]; Available from: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-031>.
99. Swanson, K.L., et al., *Flexible bronchoscopic management of airway foreign bodies in children*. Chest, 2002. **121**(5): p. 1695-700.
100. Castro, M., et al., *Flexible Bronchoscopic Removal of Foreign Bodies from Pediatric Airways*. Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology, 1994. **1**(2).

101. Wood, R.E. and M.W. Gauderer, *Flexible fiberoptic bronchoscopy in the management of tracheobronchial foreign bodies in children: the value of a combined approach with open tube bronchoscopy*. J Pediatr Surg, 1984. **19**(6): p. 693-8.
102. Golan-Tripto, I., et al., *From rigid to flexible bronchoscopy: a tertiary center experience in removal of inhaled foreign bodies in children*. Eur J Pediatr, 2021. **180**(5): p. 1443-1450.
103. Brooks, P., et al., *Canadian pediatric anesthesiologists prefer inhalational anesthesia to manage difficult airways*. Can J Anaesth, 2005. **52**(3): p. 285-90.
104. Soodan, A., D. Pawar, and R. Subramaniam, *Anesthesia for removal of inhaled foreign bodies in children*. Paediatr Anaesth, 2004. **14**(11): p. 947-52.
105. Pinzoni, F., et al., *Inhaled foreign bodies in pediatric patients: review of personal experience*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2007. **71**(12): p. 1897-903.
106. Liao, R., J.Y. Li, and G.Y. Liu, *Comparison of sevoflurane volatile induction/maintenance anaesthesia and propofol-remifentanil total intravenous anaesthesia for rigid bronchoscopy under spontaneous breathing for tracheal/bronchial foreign body removal in children*. Eur J Anaesthesiol, 2010. **27**(11): p. 930-4.
107. Joachim Lorenz, R.B., *Checkliste XXL Pneumologie*. Vol. 4. 2016, Stuttgart: Thieme.
108. Spelsberg, F.W., et al., *Tipps und Tricks bei der bronchoskopischen Blutstillung*. Viszeralchirurgie, 2004. **39**(05): p. 30.
109. Altuntas, B., Y. Aydin, and A. Eroglu, *Complications of tracheobronchial foreign bodies*. Turk J Med Sci, 2016. **46**(3): p. 795-800.
110. Dr. Christoph Bernhard Eich, D.M.L., Dr. Karin Becke, Prof. Dr. Claudia Höhne, *S2k-Leitlinie Fremdkörperaspiration und Fremdkörperingestion, interdisziplinäre Versorgung von Kindern*. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI), 2015.
111. Boufersaoui, A., et al., *Foreign body aspiration in children: experience from 2624 patients*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2013. **77**(10): p. 1683-8.
112. KG, G.T.V., *Thieme eRef*. 2014-2023. p. <https://eref.thieme.de/>.
113. Schramm, D., et al., *Foreign body removal in children: Recommendations versus real life-A survey of current clinical management in Germany*. Pediatr Pulmonol, 2017. **52**(5): p. 656-661.
114. Faul, F., et al., *G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences*. Behav Res Methods, 2007. **39**(2): p. 175-91.
115. Freitag, N., et al., *Preference matters: New aspects on how foreign bodies should and could be removed from a child's airway*. Pediatr Pulmonol, 2023.

116. Tan, G.X., E.F. Boss, and D.S. Rhee, *Bronchoscopy for Pediatric Airway Foreign Body: Thirty-Day Adverse Outcomes in the ACS NSQIP-P*. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019. **160**(2): p. 326-331.
117. Kim, K., et al., *Foreign body removal by flexible bronchoscopy using retrieval basket in children*. *Ann Thorac Med*, 2018. **13**(2): p. 82-85.
118. Ozyuksel, G., et al., *New scoring system to predict foreign body aspiration in children*. *J Pediatr Surg*, 2020. **55**(8): p. 1663-1666.
119. Baram, A., et al., *Tracheobronchial Foreign Bodies in Children: The Role of Emergency Rigid Bronchoscopy*. *Glob Pediatr Health*, 2017. **4**: p. 2333794X17743663.
120. Mansour, B. and N. Elias, *Foreign Body Aspiration in Children with Focus on the Role of Flexible Bronchoscopy: A 5 Year Experience*. *Isr Med Assoc J*, 2015. **17**(10): p. 599-603.
121. Rovin, J.D. and B.M. Rodgers, *Pediatric foreign body aspiration*. *Pediatr Rev*, 2000. **21**(3): p. 86-90.
122. Yang, C., et al., *The role of 3D computed tomography (CT) imaging in the diagnosis of foreign body aspiration in children*. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2015. **19**(2): p. 265-73.
123. Vicencio, A., *A paediatric bronchoscopist's 'Field of Dreams': Will the flexible cryoprobe hit a home run?* *Respirology*, 2022.
124. Huang, Z., et al., *Delayed diagnosis and treatment of foreign body aspiration in China: the roles played by physician inexperience and lack of bronchoscopy facilities at local treatment centers*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2013. **77**(12): p. 2019-22.
125. Nordrhein, Ä. *Weiterbildungsordnung der Ärztekammer Nordrhein, 13.8 Facharzt/Fachärztin für Innere Medizin und Pneumologie*. 2020 [cited 2024 14.03.2024]; Available from: [https://www.aekno.de/fileadmin/user\\_upload/aekno/downloads/2020/wbo/wbo-2020-13-8-innere-pneumologie.pdf](https://www.aekno.de/fileadmin/user_upload/aekno/downloads/2020/wbo/wbo-2020-13-8-innere-pneumologie.pdf).
126. De Palma, A., et al., *Endoscopic removal of tracheobronchial foreign bodies: results on a series of 51 pediatric patients*. *Pediatr Surg Int*, 2020. **36**(8): p. 941-951.
127. Suzen, A., S.C. Karakus, and N. Erturk, *The role of flexible bronchoscopy accomplished through a laryngeal mask airway in the treatment of tracheobronchial foreign bodies in children*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2019. **117**: p. 194-197.
128. Li, P., G. Jiang, and Q. Li, *The risks of postoperative complications and prolonged hospital stay in children receiving bronchoscopy*. *J Pediatr Surg*, 2020. **55**(7): p. 1309-1312.
129. Brkic, F., et al., *Death as a Consequence of Foreign Body Aspiration in Children*. *Med Arch*, 2018. **72**(3): p. 220-223.

130. *Patient Safety Learning Systems: A Systematic Review and Qualitative Synthesis*. Ont Health Technol Assess Ser, 2017. **17**(3): p. 1-23.
131. Houben, P. and A. Pascher, [*Management of errors and complications in surgery*]. Chirurg, 2021. **92**(3): p. 232-236.
132. Wu, A.W., A.K. Lipshutz, and P.J. Pronovost, *Effectiveness and efficiency of root cause analysis in medicine*. JAMA, 2008. **299**(6): p. 685-7.
133. Trachsel, D., et al., *Use of continuous positive airway pressure during flexible bronchoscopy in young children*. Eur Respir J, 2005. **26**(5): p. 773-7.

## 6 Anhang

### 6.1 Persönlicher Fragebogen

#### Online Supplement 1 – Personal questionnaire (PQ)

1) ID:

Please create your own ID. Your personal ID conduces to merge all your cases and personal information. As a guaranty of anonymity, we are neither able to identify you personally nor the centre, you are reporting from.

To make it easier for you to remember and reproduce your personal ID we would kindly ask you to follow this instruction to create your personal ID:

--- --

Please fill in the first and the last letter of your place of birth e.g. Berlin --> BN

Please fill in the first two numbers of your birthday e.g. date of birth: 03. March 1964 --> 03

Please fill in the first and the last letter of your mother's name e.g. Helen --> HN

Please fill in the first two numbers of your mother's birthday e.g. mothers's date of birth: 19.December 1940 --> 19

--> BN 03 HN 19

Please use this ID for all cases you include in the future. Please fill in all 8 fields!

- |   |  |
|---|--|
| <p>2) Your medical specialization</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> Anaesthesiology</li><li><input type="radio"/> Cardiology</li><li><input type="radio"/> ENT</li><li><input type="radio"/> Paediatrics</li><li><input type="radio"/> Paediatric pulmonology</li><li><input type="radio"/> Intensive care medicine (adult)</li><li><input type="radio"/> Intensive care medicine (paediatric)</li><li><input type="radio"/> Pulmonology (adult)</li><li><input type="radio"/> Surgery (adult)</li><li><input type="radio"/> Surgery (paediatric)</li><li><input type="radio"/> Other</li></ul> | <p>5) Preferred technique for foreign body removal</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> Flexible</li><li><input type="radio"/> Rigid</li><li><input type="radio"/> Combination</li></ul>                |
| <p>3) Experience in bronchoscopy in years</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> &lt; 5 years</li><li><input type="radio"/> &gt; 5 years</li></ul>   | <p>6) Number of paediatric bronchoscopies in your center (per year)</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> 0 – 50</li><li><input type="radio"/> 51 – 200</li><li><input type="radio"/> &gt; 200</li></ul> |
| <p>4) How many foreign body removals did you perform approximately?</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> &lt; 20</li><li><input type="radio"/> &lt; 100</li><li><input type="radio"/> &gt; 100</li></ul>   | <p>7) Number of foreign body removals in your center (per year)</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> 0 – 10</li><li><input type="radio"/> 11 – 30</li><li><input type="radio"/> &gt; 30</li></ul>       |

## 6.2 Fallbezogener Fragebogen

### Online Supplement 1 – Case questionnaire (CQ)

#### ID

Please create your own ID. Your personal ID conduces to merge all your cases and personal information. As a guaranty of anonymity, we are neither able to identify you personally nor the centre, you are reporting from.

To make it easier for you to remember and reproduce your personal ID we would kindly ask you to follow this instruction to create your personal ID:

- \_\_ Please fill in the first and the last letter of your place of birth e.g. Berlin --> BN
- \_\_ Please fill in the first two numbers of your birthday e.g. date of birth: 03. March 1964 --> 03
- \_\_ Please fill in the first and the last letter of your mother's name e.g. Helen --> HN
- \_\_ Please fill in the first two numbers of your mother's birthday e.g. mother's date of birth: 19.December 1940 --> 19

--> BN 03 19

Please use this ID for all cases you include in the future. Please fill in all 8 fields!

#### Foreign body removal: information about the child and the case

- 1) Gender
  - Male
  - Female
- 2) Age (in months)
- 3) Height (in cm)
- 4) Weight (in kg)
- 5) Time between aspiration and first bronchoscopy
  - < 24h
  - < 7 days
  - > 7 days
  - unknown
- 6) Foreign body
  - Organic
  - Inorganic
- 7) Organic foreign bodies
  - Nuts, Seeds or Grains
  - Vegetables
  - Fruits
  - Other:
- 8) Inorganic Foreign body
  - Metal (e.g. office supplies, screws, ...)
  - Stone (also sand)
  - Toy
  - Other:
- 9) Case related difficulties
  - None
  - Foreign body position in large airways ("bolus") = child with fulminant respiratory distress
  - Child in fulminant respiratory distress because of other causes (pneumonia, etc.)
  - Child younger than 12 months

- Child with congenital malformations/anomalies (e.g. stenosis, ...)
- Foreign body of “unhaoooy” shape (ball/pin/etc.)
- Event of aspiration long ago – fulminant inflammation/mucosal reaction/stenosis/granulation
- Other:

- Forceps
- Basket
- Cryo
- Other:

15) Was a switch of technique necessary?

- No
- Yes, a switch to flexible
- Yes, a switch to rigid
- Yes, a combination of flexible via rigid was used

16) Reasons for the switch

- Standard procedure (no complication)
- Fragmentation
- Wedged position
- Loss of foreign body during removal LAW
- Loss of foreign body during removal UAW
- Slip away/move distal
- Not reachable
- Not possible to grab
- Other:
- Child-related complications (e.g. bleeding, ...)

17) Which instrument did you finally use?

- Suction
- Forceps
- Basket
- Cryo
- Other:

Foreign body removal - management

10) Place

- Operating theatre
- Endoscopy suite
- Intensive care unit
- Other:

11) Anaesthesia

- General anaesthesia
- Sedation

12) Ventilation

- Spontaneous
- Jet-ventilation
- Endotracheal tube
- Laryngeal mask
- Via rigid bronchoscope

13) Primary performed technique

- Flexible
- Rigid

14) Primary used instrument

- Suction

Primary used technique: encountered complications

**Child related Complications (CRC)**

explanation:

Score of severity includes three points: mild, moderate and severe.

definition:

- mild: CRC perceived, but it was possible to continue without delay.
- moderate: CRC leads to a temporary break in the procedure.
- severe: CRC leads to an abortion of the procedure.

18) Complications during procedure

- Respiratory complication
  - i. Desaturation (< 90 %)
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - ii. Hyper-/Hypocapnia
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - iii. Laryngospasm
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - iv. Bronchospasm
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - v. Cough
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
- Cardio-vascular complication
  - i. Bradycardia
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - ii. Tachycardia
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - iii. Arrhythmia
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
- Bleeding
  - i. Epistaxis
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - ii. Bleeding UAW
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - iii. Bleeding LAW
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
- Trauma
  - i. Trauma of mucosa or bronchial wall (laceration)
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
  - ii. Pneumothorax
    - 1. mild
    - 2. moderate
    - 3. severe
- Death
- None

Finally used technique (after the switch): encountered complications

- 19) Complications during procedure
  - Respiratory complication
    - i. Desaturation (< 90 %)
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - ii. Hyper-/Hypocapnia
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - iii. Laryngospasm
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - iv. Bronchospasm
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - v. Cough
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
  - Cardio-vascular complication
    - i. Bradycardia
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - ii. Tachycardia
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - iii. Arrhythmia
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - iv. Hypertonia
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
  - Bleeding
    - i. Epistaxis
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - ii. Bleeding UAW
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - iii. Bleeding LAW
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
  - Trauma
    - i. Trauma of mucosa or bronchial wall (laceration)
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
    - ii. Pneumothorax
      - 1. mild
      - 2. moderate
      - 3. severe
  - Death
  - None

Technique related complications

Technique-related complications are only complications, if they lead to abortion of the procedure.

- 20) Complications during removal
  - Fragmentation
  - Wedged position
  - Loss of foreign body during removal LAW
  - Loss of foreign body during removal UAW
  - Slip away/move distal
  - Not reachable
  - Other:
  - None
  
- 21) Complications with equipment
  - Defect of instrument
  - Instrument too big/small
  - Instrument not available
  - Other::
  - None

Space for comments

## 6.3 Handbuch für die teilnehmenden Untersuchenden

# The European Foreign Body Survey

on behalf of the



ERS

EUROPEAN  
RESPIRATORY  
SOCIETY

## Contents

### Table of contents

• Abbreviations	3
• ID	4
• PQ Formal Training	5
• PQ Preferred technique	6
• CQ Kind of Foreign body	7
• CQ Case related difficulties	8
• CQ Primary used technique/instrument	9
• CQ Switch	10
• CQ Reasons for the switch	11
• CQ Finally used instrument	12
• CQ Complications	13-14
• CQ Technical complications	15
• CQ Success	16
• CQ Contact details	17

2

## Abbreviations:

- CQ = Case questionnaire
- FB = Flexible Bronchoscopy
- PQ = Personal questionnaire
- RB = Rigid Bronchoscopy

3

## ID

### 1 Personal questions

#### ID:

Please create your own ID. Your personal ID conduces to merge all your cases and personal information. As a guaranty of anonymity, we are neither able to identify you personally nor the centre, you are reporting from.

To make it easier for you to remember and reproduce your personal ID we would kindly ask you to follow this instruction to create your personal ID:

-- Please fill in the first and the last letter of your place of birth  
e.g. Berlin --> **BN**

-- Please fill in the first two numbers of your birthday  
e.g. date of birth: 03. March 1964 --> **03**

-- Please fill in the first and the last letter of your mother's name  
e.g. Helen --> **HN**

-- Please fill in the first two numbers of your mother's birthday  
e.g. mothers' s date of birth: 19.December 1940 --> **19**

--> **BN 03 HN 19**

Please use this ID for all cases you include in the future. **Please fill in all 8 fields!**



- create your personal ID in the Personal questionnaire (PQ) *once* and use it for **all** your Case Questionnaires (CQs) !
- we recommend to create the ID following the instruction mentioned above to make it easier to remember/reproduce
- we need the ID to be able to correlate personal data with case-related data, but we cannot link the ID to your person = **You will stay anonymous**

4

PQ

1.5 Formal training

1.5 Formal training in bronchoscopy  yes  no

Formal training includes:

- (Certified) workshops, seminars
- (Certified) training
- Other apprenticeship

5

PQ

1.6 Preferred technique

1.6 Preferred technique for foreign body removal (i)  flexible  
 rigid  
 combination (e.g. starting flexible for confirmation and then switching to rigid for extraction)

- Which technique do you **personally** prefer and perform in general? (not concerning the preferences of your colleagues)
- If necessary, make some additional comments/explanations in the free text box question 7.2

6

## CQ

### 2.7 Kind of foreign body

2.7 Foreign body  Organic foreign bodies  Inorganic foreign bodies

- 1. Step: Decide if the foreign body was organic or inorganic
- 2. Step: Depending on your first choice different options appear, please make a choice
- If you are not sure or none of the answers fit, use the option „other“ and make some additional comments/explanations in the free text box

7

## CQ

### 2.12 Case related difficulties

2.12 Case related difficulties  None  
 Foreign body position in large airways ("bolus") = child with fulminant respiratory distress  
 Child in fulminant respiratory distress, because of other causes (pneumonia, etc.)  
 Child younger than 12 month  
 Child with congenital malformation/anomalies (e.g. Stenosis...)  
 Foreign body position extremely peripheral  
 Foreign body of "unhappy" shape (ball/pin/etc.)  
 Event of aspiration long ago – fulminant inflammation/mucosal reaction/stenosis/granulation  
 Other

**We want to detect problems which affect the patient's outcome, irrespective of the upcoming bronchoscopic removal**

e.g.:

- **difficult situation before the bronchoscopy?** (→ child in respiratory distress, ...)
- **patients condition?** ( → age, weight, height, anatomy,...)
- **characteristics of the foreign body** (→ localisation, shape,...)
- If you are not sure or none of the answers fit, use the option „other“ and make some additional comments/explanations in the free text box

8

## CQ

### 3.6 & 3.7 Primary used technique & instrument

3.6 Primary performed technique	<input type="radio"/> Flexible	<input type="radio"/> Rigid			
3.7 Primary used instrument	<input type="radio"/> Suction	<input type="radio"/> Forceps	<input type="radio"/> Basket	<input type="radio"/> Kryo	<input type="radio"/> Other

- Please choose only the technique and instrument **you started with**
- If you switched your technique you can state it in Question 3.9

9

## CQ

### 3.9 switch

3.9 Was a switch of technique necessary?	<input type="radio"/> No
	<input type="radio"/> Yes, a switch to flexible
	<input type="radio"/> Yes, a switch to rigid
	<input type="radio"/> Yes, a combination of flexible via rigid was used

- If you performed the removal using **one** technique, please choose „No“
- In other cases: Please choose **the technique you finished with**
  - If you started rigid and finished flexible, please choose → „yes, a switch to flexible“
  - If you started flexible and finished rigid, please choose → „yes, a switch to rigid“
  - If you finished in a combination, please choose → „yes, a combination of flexible via rigid...“
- If necessary, make some additional comments/explanations in the free text box question 7.2

10

CQ

3.11 reason for the switch

3.11 Reason for the switch:

- Standard procedure (no complication)
- Fragmentation
- Wedged position
- Loss of foreign body during removal LAW
- Loss of foreign body during removal UAW
- Slip away/move distal
- Not reachable
- Not possible to grab
- Other
- Child-related Complications (e.g. bleeding, ....)

- If you switch techniques as standard procedure, please choose the first answer
- In other cases, try to state the reason for switching technique
- If you are not sure or none of the answers fit, use the option „other“ and make some additional comments/explanations in the free text box

11

CQ

3.13 Finally used instrument

3.13 Which instrument did you finally use?  Suction  Forceps  Basket  Kryo  Other

- Please choose the **instrument you finished foreign body removal with**, after the switch of technique

12

## CQ

### Complications → Block 4 & 5

If only **one technique** was necessary to remove the foreign body , just complete **block 4**

In case **you switched techniques**,  
please **complete block 4 for the first technique**  
and  
**block 5 for the final technique**

please try to distinguish the complications occurring using the different techniques

13

## CQ

### Complications

**Block 4: the complications occurred during the first technique**

**Block 5: the complications occurred during the last technique**

4.1 Complications during procedure	<input checked="" type="checkbox"/> Respiratory complication <input type="checkbox"/> Bleeding <input type="checkbox"/> Death	<input type="checkbox"/> Cardio-vascular complication <input type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> None
4.2 Respiratory complication	<input checked="" type="checkbox"/> Desaturation (<90%) <input type="checkbox"/> Bronchospasm	<input type="checkbox"/> Hyper-/Hypocapnia <input type="checkbox"/> Cough <input type="checkbox"/> Laryngospasm
4.3 Desaturation (<90%)	<input checked="" type="radio"/> mild <input type="radio"/> moderate <input type="radio"/> severe	

- Step 4.1: Choose the main group of complication (e.g. Respiratory complication)
- Step 4.2: Choose the subgroup (e.g. Desaturation)
- Step 4.3: Choose the severity of the complication (e.g. moderate)
  - Score of severity includes three points: **mild**, **moderate** and **severe**.  
definition:
    - **mild**: complication perceived, but it was possible to continue without delay.
    - **moderate**: complication leads to a temporary break in the procedure.
    - **severe**: complication leads to an abortion of the procedure.
- If no complication occurred, please choose „None“
- If necessary, make some additional comments/explanations in the free text box question 7.2

14

## CQ

### 6 Technique related complications

**6 Technique related complications**

Technique-related complications are only complications, if they lead to abortion of the procedure.

6.1 Complications during removal

- Fragmentation
- Wedged position
- Loss of foreign body during removal LAW
- Loss of foreign body during removal UJAW
- Slip away/move distal
- Not reachable
- Other
- None

6.3 Complications with equipment

- Defect of instrument
- Instrument too big/small
- Instrument not available
- Other
- None

- Complications due to **technical problems**
- If you are not sure or none of the answers fit, use the option „other“ and make some additional comments/explanations in the free text box

15

## CQ

### 7 Success

**7 Success**

7.1 Was the foreign body removal successful?  Yes  No

7.2 Additional information / comments:

[Text input field]

- 7.1 Please let us know, whether the foreign body removal was successful
- If it could not be removed, please complete another CQ concerning the next try
- 7.2 Please use this box for any comments, critics, annotations, feedback or other information you want us to know (e.g. special procedures/cases which cannot be presented in this survey)

16

## Contact details

If you have any questions, critics, notes please do not hesitate to contact us via eMail at



[Dirk.Schramm@med.uni-duesseldorf.de](mailto:Dirk.Schramm@med.uni-duesseldorf.de)

Thank you for your support!

## 7 Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen Unterstützenden meiner Dissertation bedanken. Angefangen bei PD Dr. med Hans Martin Bosse und PD Dr. med Julia Kristin für die außerordentlich angenehme Zusammenarbeit. Dr. Dirk Schramm und Dr. Nadine Freitag danke ich für die intensive Kooperation bei den gemeinsamen Publikationen und die darüber hinaus gehende ausdauernde und in diesem Umfang keinesfalls selbstverständliche Betreuung dieser Promotion.

Ebenfalls möchte Jörn, Susanne und Lennart für die Zeit danken, die sie sich für das Lektorat dieser Arbeit genommen haben.

Der letzte Dank geht an meine Eltern, Jörn & Katharina, die mir all die Jahre im Studium den Rücken freigehalten und mich immer mit all meinen Ideen unterstützt haben. In dem Sinne: *Niemand wie ihr – Feine Sahne Fischfilet*