

Aus dem Klinikum Stuttgart – Olgahospital
Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
(OH)

Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen

Mortalität und Morbidität bei anästhesierten Kindern – Eine
monozentrische Analyse von 78219 Narkosen im
Kindesalter.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Cube, Ruben Carol

2017

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. F-J. Kretz
2. Berichterstatter: Professor Dr. C. Grasshoff

Tag der Disputation: 29.05.2017

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	S.6
Tabellenverzeichnis	S.8
Abkürzungsverzeichnis	S.10
1. Einleitung	S.11
1.1 Allgemeine Einleitung	S.11
1.2 Besonderheiten der Kinderanästhesie	S.11
1.3 Stand der internationalen Literatur	S.12
1.4 Zielsetzung und Fragestellung	S.19
2. Material und Methoden	S.20
2.1 Studiendesign	S.20
2.2 Datenerhebung	S.20
2.3 Daten aus unterschiedlichen Abteilungen des Olgahospitals	S.21
2.4 Definition Anästhesiologische Verlaufsbeobachtung (AVB)	S.21
2.5 Definition ASA-Klassifikation	S.24
2.6 Definition operativer und diagnostischer Anästhesie	S.24
2.7 Definition Dringlichkeit des Eingriffes	S.25
2.8 Definition Anästhesieeinleitung	S.25
2.9 Definition Anästhesieaufrechterhaltung	S.25
2.10 Besonderheiten der Daten Anästhesieeinleitung und –aufrechterhaltung	S.25
2.11 Statistische Methoden	S.26
3. Ergebnisse	S.27
3.1 Deskriptive Statistik	S.27
3.2 Mortalität bei HerzKreislaufstillständen	S.31
3.2.1 Inzidenz	S.31
3.2.2 Beschreibung der HerzKreislaufstillstände	S.31
3.2.2.1 HerzKreislaufstillstände mit Todesfolge	S.31
3.2.2.2 HerzKreislaufstillstände ohne Todesfolge	S.32
3.3 Prüfung der Hypothesen	S.33
3.3.1 Die Komplikationshäufigkeit in der Kinderanästhesie ist abhängig vom Alter der Kinder	S.33

3.3.2	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von dem Schweregrad der Vorerkrankung nach der ASA-Klassifikation	S.35
3.3.3	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Tatsache, ob es sich um einen Notfall, einen dringlichen, oder einen geplanten Eingriff handelt	S.41
3.3.4	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von dem Fachgebiet des Eingriffes	S.45
3.3.5	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Regionalanästhesie	S.51
3.3.6	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Frage, ob es sich um eine Narkose einer operativen oder einer diagnostischen Maßnahme handelt	S.55
3.3.7	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Notwendigkeit von Bluttransfusionen	S.59
3.3.8	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Art der Narkoseeinleitung (01.01.2006 bis 31.12.2011)	S.63
3.3.9	Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Art der Anästhesieaufrechterhaltung (01.01.2006 bis 31.12.2011)	S.67
4.	Diskussion	S.71
4.1	Kritische Würdigung von Datenmaterial und Studie	S.71
4.2	Entwicklung der Kinderanästhesie	S.73
4.3	Herz-Kreislaufstillstände und Mortalität	S.73
4.3.1	Rolle und Erfahrung des Kinderanästhesisten	S.78
4.4	Morbidität	S.79
4.5	Diskussion der unterschiedlichen Komplikationen	S.84
4.5.1	Atemwegskomplikationen	S.84
4.5.2	Kardiovaskuläre Komplikationen	S.87
4.5.3	Anaphylaktische Reaktionen	S.88
4.5.4	Komplikationen des Zentralen Nervensystems	S.88
4.6	Schlussfolgerung	S.89
5.	Zusammenfassung	S.90
6.	Literaturverzeichnis	S.92
7.	Erklärung zum Eigenanteil	S.99
8.	Danksagung	S.100

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Komplikationen pro 10.000 Anästhesien nach Art der Komplikation (0 – 16 J)	S.29
Abb. 2	Komplikationshäufigkeit der verschiedenen Altersgruppen pro 10.000 Anästhesien	S.33
Abb. 3	Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.35
Abb. 4	Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.35
Abb. 5	Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.35
Abb. 6	Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.36
Abb. 7	Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.41
Abb. 8	Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.41
Abb. 9	Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.41
Abb. 10	Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.42
Abb. 11	Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.45
Abb. 12	Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.45
Abb. 13	Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.45
Abb. 14	Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.46
Abb. 15	Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.51
Abb. 16	Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.51
Abb. 17	Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.51

Abb. 18 Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.52
Abb. 19 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.55
Abb. 20 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.55
Abb. 21 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.55
Abb. 22 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.56
Abb. 23 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.59
Abb. 24 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.59
Abb. 25 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.59
Abb. 26 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.60
Abb. 27 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.63
Abb. 28 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.63
Abb. 29 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.63
Abb. 30 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.64
Abb. 31 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)	S.67
Abb. 32 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)	S.67
Abb. 33 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)	S.67
Abb. 34 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)	S.68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl aufgetretener Komplikationen nach Alter	S.28
Tabelle 2 Verteilung der Anästhesien	S.30
Tabelle 3 Herz-Kreislaufstillstände	S.32
Tabelle 4 Komplikationshäufigkeit der verschiedenen Altersgruppen	S.33
Tabelle 5 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stati bei 0 – 16 Jährigen	S.37
Tabelle 6 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stati bei 0 – 1 Jährigen	S.38
Tabelle 7 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stati bei 1 – 6 Jährigen	S.39
Tabelle 8 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stati bei 6 – 16 Jährigen	S.40
Tabelle 9 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 0 – 16 Jährigen	S.42
Tabelle 10 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 0 – 1 Jährigen	S.43
Tabelle 11 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 1 – 6 Jährigen	S.43
Tabelle 12 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 6 – 16 Jährigen	S.44
Tabelle 13 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 0 – 16 Jährigen	S.47
Tabelle 14 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 0 – 1 Jährigen	S.48
Tabelle 15 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 1 – 6 Jährigen	S.49
Tabelle 16 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 6 – 16 Jährigen	S.50
Tabelle 17 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 0 – 16 Jährigen	S.52
Tabelle 18 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 0 – 1 Jährigen	S.53
Tabelle 19 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 1 – 6 Jährigen	S.53
Tabelle 20 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 6 – 16 Jährigen	S.54
Tabelle 21 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 0 – 16 Jährigen	S.56
Tabelle 22 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 0 – 1 Jährigen	S.57
Tabelle 23 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 1 – 6 Jährigen	S.57
Tabelle 24 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 6 – 16 Jährigen	S.58
Tabelle 25 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 0 – 16 Jährigen	S.60
Tabelle 26 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 0 – 1 Jährigen	S.61
Tabelle 27 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 1 – 6 Jährigen	S.62
Tabelle 28 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 6 – 16 Jährigen	S.62

Tabelle 29	Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 0 – 16 Jährigen	S.64
Tabelle 30	Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 0 – 1 Jährigen	S.65
Tabelle 31	Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 1 – 6 Jährigen	S.65
Tabelle 32	Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 6 – 16 Jährigen	S.66
Tabelle 33	Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 0 – 16 Jährigen	S.68
Tabelle 34	Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 0 – 1 Jährigen	S.69
Tabelle 35	Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 1 – 6 Jährigen	S.69
Tabelle 36	Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 6 – 16 Jährigen	S.70

Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Association of Anesthesiologists
ASA PS	American Association of Anesthesiologists Physical Status
AVB	Anästhesiologische Verlaufsbeobachtung
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.
EEG	Elektroenzephalographie
EKG	Elektrokardiogramm
HKS	HerzKreislaufstillstand
HDU	High Dependency Unit
LMA	Larynxmaske
MRT	Magnetresonanztomographie
POCA	Pediatric Perioperative Cardiac Arrest
TIVA	Total intravenöse Anästhesie
UIA	Unplanned Intensive Care Admission
ZNS	Zentrales Nervensystem
ZVK	Zentraler Venenkatheter

1. Einleitung

1.1 Allgemeine Einleitung

Die Anästhesie im Allgemeinen hat sich in den letzten Dekaden besonders unter Sicherheitsaspekten hervorragend entwickelt (Gonzales et al. 2012). Dies gilt gleichermaßen auch für die Kinderanästhesie. Die anästhesiebedingte Letalität von Kindern liegt heute in entwickelten Ländern bei <1:10.000 Narkosen (Gonzales et al. 2012).

Studien zur Sicherheit in der Kinderanästhesie, die auf einer großen Serie von Daten basieren, sind aufwendig und deshalb nicht in allzu großer Zahl publiziert, wobei Studien, die sich mit Zwischenfällen im Allgemeinen befassen (Wan et al. 2013; Bunchongmongkol et al. 2007; Murat et al. 2004; Kawashima et al. 2002; Tay et al. 2001; Cohen et al. 1990; Tired et al. 1988), seltener sind als jene, welche ausschließlich Herzkreislaufstillstände (HKS) zum Thema haben. Noch seltener sind Studien, welche ungeplante Verlegungen auf die Intensivstation („unplanned intensive care admission“ [UIA]) bei Kindern zum Thema haben (da Silva et al. 2013; Downey und O’Connell 1996; Gibson et al. 2014; Kurowski und Sims 2007). Zum Teil sind diese Studien auch bereits so alt, dass sie nur als historische Vergleichsstudie herangezogen werden können.

1.2 Besonderheiten der Kinderanästhesie

Kinder stellen in der Anästhesie eine besonders komplikationsgefährdete Gruppe aufgrund einer Reihe von anatomischen und physiologischen Besonderheiten dar. Generell gilt, dass kleine Kinder besonders gefährdet sind, speziell Kinder < 1 Jahr (Wan et al. 2013). Zudem sind Kinder <1 Jahr besonders gefährdet, was anästhesiebedingte HKS (Murray et al. 2000) und Mortalität betrifft. Gründe dafür sind die lehrbuchgängigen Besonderheiten in der Anatomie und Physiologie der Kinder (Jöhr 2013; Frei et al. 2009; Segerer 2007).

1.3 Stand der internationalen Literatur

Beecher und Todd veröffentlichten 1954 eine der ersten, sich mit anästhesiebedingter Mortalität und Morbidität befassenden Studie. Ein Ergebnis war, dass die Sterblichkeitsrate bedingt durch Anästhesie bei Kindern höher war als bei Erwachsenen. Die Inzidenz an Herz-Kreislaufstillständen lag bei 14:10.000 Narkosen.

Graff et al. publizierten 1964 eine epidemiologische Studie zum Thema anästhesiebedingte Sterblichkeit. Über eine elfjährige Periode wurden 1799 Fälle analysiert, bei denen es am Tag der Operation oder am Tag danach zu einem Todesfall kam. Von den 1799 Fällen waren 335 Kinder; nach kritischer Analyse spielte bei 58 (17,3%) die Anästhesie für den Tod die entscheidende Rolle. Damit lag nach Berechnung der Autoren die anästhesiebedingte Mortalität bei Kindern damals bei 3,3:10.000 Anästhesien und damit fünfmal höher als bei 15-24-Jährigen. Im Vergleich zur anästhesiebedingten Mortalität über alle Lebensalter wich die Mortalität im Kindesalter jedoch nicht vom Durchschnitt ab. Bei 82% aller Todesfälle standen respiratorische Probleme im Vordergrund – entweder in Folge einer medikamentös bedingten Atemdepression oder durch Aspiration von Erbrochenem oder Blut. Die Operation mit dem höchsten Anästhesierisiko war damals die Tonsillektomie.

In einer Studie aus dem Jahre 1975 von Salem et al. wurden anästhesiebedingte Herz-Kreislaufstillstände von Kindern analysiert. Die Daten wurden in 7 Zentren erhoben. Von insgesamt 73 anästhesiebedingten HKS hatten 36 dieser Kinder (49,3%) kardiovaskuläre Gründe für den HKS, 37 (50,7%) hatten respiratorische Gründe. 24 Kinder (33,0%) verstarben. Bei den kardiovaskulären Gründen (49,3%) waren es vor allem Blutverluste, präoperative Anämie, hyperkaliämische Herz-Kreislaufstillstände oder die versehentliche Applikation von Kalium, die den Herz-Kreislaufstillstand verursachten. Bei den respiratorischen Problemen dominierten Ventilationsprobleme oder die Unfähigkeit, den Atemweg aufrecht zu erhalten. In einer der Kliniken wurde die Inzidenz von Herz-Kreislaufstillständen mit 1:3600 bestimmt.

Aus diesen frühen Jahren der anästhesiologischen Entwicklung stammt auch eine Studie von Keenan und Boyen aus dem Jahre 1985 zur Inzidenz und Ursache anästhesiebedingter Herzkreislaufstillstände. Über 15 Jahre waren in einem großen Universitätsklinikum die Herzkreislaufstillstände dokumentiert und analysiert worden. Es kam bei 163.240 Narkosen in allen Altersgruppen zu 27 Herzkreislaufstillständen (1,7:10.000 Anästhesien). Kinder unter 12 Jahren hatten ein dreifach höheres Risiko als die Gruppe der über 12 Jährigen, einen Herzkreislaufstillstand zu erleiden (4,7:10.000 bzw. 1,4:10.000; $p < 0,05$). Drei der sechs betroffenen Kinder mit Herzkreislaufstillstand konnten erfolgreich reanimiert werden. Es wurde in der pädiatrischen Gruppe nicht analysiert, was die Hauptgründe für den Herzkreislaufstillstand waren.

In einer von Tiret et al. veröffentlichten prospektiven Studie aus Frankreich aus dem Jahre 1988 wurde über die anästhesiebedingten Komplikationen bei Kindern im Alter bis 15 Jahre berichtet. Die Analyse umfasste 40.240 Narkosen in 440 Kliniken. Davon waren 2103 Säuglinge unter einem Jahr (5,0%). 27 schwere Komplikationen wurden registriert (6,7:10.000); die Beobachtungszeit umfasste Narkose und die Zeit 24h postoperativ. Neun schwere Komplikationen, darunter 4 Herzkreislaufstillstände ereigneten sich bei Säuglingen, bei größeren Kindern waren 18 schwere Komplikationen, 8 mit Herzkreislaufstillstand mitgeteilt worden. In einem Fall konnte das Kind nicht wiederbelebt werden. Die Mortalitätsrate betrug 1:40.000 Narkosen, die Inzidenz an Herzkreislaufstillständen 3:10.000. Die Unterschiede in den Komplikationshäufigkeiten waren signifikant ($p < 0,001$): Sie betrafen häufiger Säuglinge (42,8:10.000) als größere Kinder (4,7:10.000). Hauptursache bei Säuglingen waren respiratorische Probleme, kardiozirkulatorische Probleme traten überwiegend nur als Folge respiratorischer Störungen auf. Die Komplikationsrate nahm zu mit steigendem ASA-Status und der Anzahl an vorbestehenden Erkrankungen. Außerdem war das Risiko bei Notfallsituationen häufiger und bei nicht-nüchternen Kindern (unter 8h). Der einzige Todesfall war bedingt durch Opioidgabe bei einem 13jährigen in der postoperativen Phase.

1988 untersuchten Olsson und Hallen in Skandinavien die Anzahl und Gründe von Herzkreislaufstillständen. Sie fanden heraus, dass die Rate von Herzkreislaufstillständen

bei Säuglingen unter einem Jahr mehr als dreimal so hoch war wie bei 1 – 9 Jährigen (17,0:10.000 Anästhesien bzw. 4,6:10.000). Bei den unter 1 Jährigen waren unter anderem vier Ventilationsprobleme und vier Überdosierungen von Halothan für die Herzkreislaufstillstände verantwortlich. Insgesamt waren in fast der Hälfte der Fälle bei Kindern im Alter bis 10 Jahren Ventilationsprobleme die Ursache. Vier Kinder unter 10 Jahren verstarben.

Cohen et al. kamen 1990 zu dem Ergebnis, dass Säuglinge unter einem Monat die höchste Komplikationsrate sowohl im Operationssaal als auch im Aufwachraum hatten. Die Inzidenz an intraoperativen Herzkreislaufstillständen lag bei Neugeborenen mit 28:10.000 (n=1) am höchsten, wie ebenfalls die Mortalitätsrate (83:10.000; n=3). Respiratorische Zwischenfälle nahmen mit zunehmendem Alter ab, während die Inzidenz an Arrhythmien zunahm. Im Aufwachraum waren respiratorische Zwischenfälle in der Altersgruppe der 0 – 5 Jährigen vorherrschend. Herzkreislaufstillstände waren wiederum bei Neugeborenen am häufigsten (55:10.000).

In einer Studie von Morray et al. (2000) wurden die Gründe für anästhesiebedingte Herzkreislaufstillstände analysiert. Dazu wurde ein Register eingerichtet, welches POCA genannt wurde (pediatric perioperative cardiac arrest– registry), bei dem freiwillig und anonym Daten zu anästhesiebedingten Herzkreislaufstillständen übermittelt werden konnten. In den Jahren 1994 – 1998 meldeten sich in der ersten Auswertungsphase 63 Kliniken und übermittelten die Daten von 289 Fällen von Herzkreislaufstillständen. Die Inzidenz betrug 1,4:10.000 Anästhesien mit einer Mortalitätsrate von 26%. Dabei dominierten die medikamentös bedingten (37%) und kardiovaskulär bedingten Herzkreislaufstillstände (32%). Herzkreislaufdepression bedingt durch Halothan war in zwei Drittel der Fälle der Grund bei den medikamentös bedingten Herzkreislaufstillständen. Ein Drittel der Kinder waren bis auf ihre operativen Grunderkrankungen gesund (ASA-Status 1-2). Bei Säuglingen ereigneten sich 55% aller anästhesiebedingten Herzkreislaufstillstände. Darüber hinaus konnten als Risikofaktoren für anästhesiebedingte Herzkreislaufstillstände Notfalleingriffe und Kinder mit schweren Vorerkrankungen (ASA-Status 3-5) identifiziert werden.

In einer Studie aus Singapur von Tay et al. aus dem Jahre 2001 wurden 10.000 Anästhesien untersucht, wobei sich 297 schwere Komplikationen ereigneten. 73,3% geschahen bei geplanten Eingriffen. Komplikationen der Atemwege (77,4%) und des Herzkreislaufsystems (10,8%) hatten die größten Anteile. In der Gruppe der Atemwegskomplikationen stand der Laryngospasmus mit 35,7% und Hypoxie mit 34% im Vordergrund. 80,1% der schweren Komplikationen traten bei Kindern mit ASA-Status 1-2 auf, 19,8% bei Kindern mit ASA-Status 3-5. 31,7% der betroffenen Kinder waren unter einem Jahr alt, 68,3% waren älter als 1 Jahr. Der Hauptanteil der Komplikationen (80,6%) trat während der Anästhesieaufrechterhaltung auf. Die Inzidenz war bei Säuglingen unter einem Jahr im Vergleich zu älteren Kindern um den Faktor vier erhöht. Drei Kinder starben; zwei während eines kardiochirurgischen Eingriffes („arterial switch and Norwood procedure“), ein weiteres Kind litt an einem Trachealhämangiom, welches intraoperativ rupturierte. In keinem Fall konnte ausschließlich die Anästhesie als auslösende Ursache festgestellt werden.

Kawashima et al. untersuchten in einer Studie, welche 1999 publiziert wurde, die anästhesiebedingte Mortalität und Morbidität in Japan. 793.847 Narkosen aus 460 Kliniken, in denen auch Anästhesisten ausgebildet wurden, waren analysiert worden. 732.788 Anästhesien wurden nach Altersgruppen analysiert. So waren in der Gruppe der Kinder unter einem Monat die höchsten Raten an sowohl Herzkreislaufstillständen (54,1:10.000) als auch anderen Komplikationen (114:10.000) zu verzeichnen. Ebenso waren die Mortalitätsraten nach Herzkreislaufstillständen bei Säuglingen unter einem Monat am höchsten (74,1:10.000). Jedoch war in keinem Todesfall in den Altersgruppen der Säuglinge, Kleinkinder bis zu einem Jahr und Kinder von 1 – 5 Jahren die Anästhesie als auslösender Faktor nachzuweisen. Ursachen waren bei Neugeborenen im Wesentlichen Vorerkrankungen und chirurgische Komplikationen, insbesondere bei Neugeborenen mit schweren Herzfehlern. Die Sterblichkeitsrate bei Säuglingen lag nach einem schweren Zwischenfall bei 44,1% und nach einem Herzkreislaufstillstand bei 80,8%.

In einer Studie aus Frankreich aus dem Jahr 2004 wurden von Murat et al. über einen Zeitraum von 30 Monaten 24.165 Kindernarkosen einer Kinderklinik untersucht als

Form der Qualitätssicherung. In dieser Ausbildungsklinik wurden alle Arten von Eingriffen bei Kindern durchgeführt mit Ausnahme der offenen Herzchirurgie und Neurochirurgie. Die Zahl der Komplikationen während der Narkose betrug 724, im Aufwachraum 1105. Es dominierten die respiratorischen Probleme mit 53%; sie traten häufiger bei kleinen Kindern im Vergleich zu Älteren auf, bei Hals-, Nasen-Ohreneingriffen häufiger als bei den übrigen Eingriffen, sowie häufiger bei Kindern, die endotracheal intubiert wurden im Vergleich zu denen, bei denen keine Intubation durchgeführt wurde. Zudem war die Komplikationsrate bei schwerer erkrankten Kindern mit ASA-Status 3-5 höher als bei Kindern mit ASA-Status 1-2. Kardiozirkulatorische Komplikationen machten 12,5% aller intraoperativen Zwischenfälle aus. Insgesamt traten intraoperative Komplikationen signifikant häufiger bei Kinder unter einem Jahr auf im Vergleich zu älteren Kindern ($p < 0,001$).

In einer brasilianischen Studie von Braz et al., welche 2006 veröffentlicht wurde, zeigte sich bei einer Analyse aller perioperativen Herzkreislaufstillstände bei Kindern eine Inzidenz von 22,9:10.000 sowie eine Mortalität von 9,8:10.000. Hauptrisikofaktoren waren Neugeborene und Säuglinge ($p < 0,05$), Kinder mit schwerwiegenden Vorerkrankungen (ASA-Status 3-5; $p < 0,05$), Notfalleingriffe ($p < 0,05$) und Allgemeinanästhesie ($p < 0,05$). 7 Herzkreislaufstillstände waren anästhesiebedingt (4,58:10.000); dazu trugen respiratorische Probleme mit 71,5% wesentlichen Anteil bei, Medikamente mit 28,5%. Es ereignete sich kein anästhesiebedingter Todesfall.

In einer monozentrischen Studie von Flick et al. (2007) wurden 92.881 Kinderanästhesien von 1988 bis 2005 ausgewertet. 5% der Kinder unterzogen sich dabei einem herzchirurgischen Eingriff. Insgesamt ereigneten sich 80 Herzkreislaufstillstände. Davon waren 6 anästhesiebedingt (0,65:10.000). In der nichtkardiochirurgischen Gruppe betrug die Inzidenz an Herzkreislaufstillständen 2,9:10.000, in der kardiochirurgischen Gruppe 127,3:10.000. Inzidenz und Mortalität waren bei Neugeborenen am größten. In der kardiochirurgischen Gruppe kam es bei 435:10.000 Anästhesien zu einem Herzkreislaufstillstand und zu einer hohen Mortalität von 389:10.000. Die Hauptursache für die Herzkreislaufstillstände in der nichtkardiochirurgischen Gruppe waren Hypovolämie und mögliche Folgen der

Massivtransfusion (Hyperkaliämie; 8 Patienten [31%]); 4 der 6 Kinder mit Herzkreislaufstillständen überlebten. In 2 Fällen war der Herzkreislaufstillstand bedingt durch Probleme mit der Einführung zentralvenöser Katheter (Herztamponade bei Perforation und Koronarsinusperforation bei Anlage eines Port-a-Cath's).

Im Jahr 2007 publizierten Bunchungmongkol et al. in einer multizentrischen prospektiven Studie ihre Ergebnisse zu Komplikationen in der Kinderanästhesie in Thailand. Sie schlossen, dass Säuglinge bis zu einem Jahr höhere Komplikationsraten hatten im Vergleich zu älteren Kindern und Erwachsenen. Hauptsächlich waren die Komplikationen respiratorischer Ursache und sie traten meistens während der Narkose auf.

In der Nachfolgestudie zur ersten POCA-Studie von Bhananker et al. (2007) wurde untersucht, ob sich durch Änderung in der Praxis der Kinderanästhesie die Ursachen der Komplikation verändert haben. In dieser Analyse der anonymen Meldungen aus 80 Kliniken aus den Jahren 1998 bis 2004 wurde bei 193 Herzkreislaufstillständen im Vergleich zur ersten POCA-Studie gezeigt, dass mit dem selteneren Gebrauch von Halothan die Inzidenz an medikamentös bedingten Herzkreislaufstillständen deutlich abgenommen hat (37% auf 18%; $p < 0,05$). Häufigste Ursache (41%) für den Herzkreislaufstillstand insgesamt waren kardiozirkulatorische Ursachen (Hypovolämie durch Blutverlust und Blutersatz mit konsekutiver Hyperkaliämie). Unter den respiratorischen Gründen war der Laryngospasmus die häufigste Ursache (27%). Herzkreislaufstillstände, die durch anästhesiebedingte Maßnahmen eingetreten waren (49%), waren häufig die Folge der Einführung zentralvenöser Katheter.

Bunchungmongkol et al. untersuchten in der „Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study)“ im Jahr 2009 anästhesiebedingte Herzkreislaufstillstände bei Kindern. Die Inzidenz betrug 5,1:10.000 Anästhesien (alle HKS 19,9:10.000); die Mortalitätsrate lag bei 46%, wobei Säuglinge 61% ausmachten. Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass die Inzidenz an Herzkreislaufstillständen insgesamt, an anästhesiebedingten Herzkreislaufstillständen bei Säuglingen im Vergleich zu älteren Kindern und bei Kindern mit bestehenden Vorerkrankungen (ASA-Status 3-5) im

Vergleich zu gesunden Kindern (ASA-Status 1-2) signifikant höher war. Bei den anästhesiebedingten HerzKreislaufstillständen waren die Hauptursachen respiratorische Gründe (38,4%), darauf folgten als zweithäufigste Ursachen medikamentöse Gründe mit 30,8%.

Bharti et al. berichteten 2009 über die Inzidenz von perioperativen HerzKreislaufstillständen und ihrer Mortalität über eine Periode von 60 Monaten in einem Universitätsklinikum in Indien. Bei 12.158 Narkosen kam es in 27 Fällen zu einem HerzKreislaufstillstand. Auch hier waren Neugeborene und Säuglinge häufiger betroffen als ältere Kinder ($p < 0,05$). Gleiches galt für kranke Kinder (ASA-Status 3-5; $p < 0,001$) und Kinder mit Notfalleingriffen ($p < 0,01$). 9 HerzKreislaufstillstände waren anästhesiebedingt (7,4:10.000). Hauptursache waren respiratorische Probleme (56%), kardiozirkulatorische Probleme folgten mit 33%. Die anästhesiebedingte Mortalität betrug 1,2:10.000 bei Kindern mit ASA-Status 1-2 und 7,7:10.000 bei Kindern mit ASA-Status 3-5. Die Überlebensrate betrug 56%.

Wan et al. schrieben 2013 in einer Publikation über kritische Zwischenfälle bei Kindern in einem Krankenhaus in Singapur. Bei 75.331 Anästhesien fielen insgesamt 2519 Zwischenfälle vor. Der Hauptanteil mit 69,8% waren respiratorische Komplikationen, kardiozirkulatorische Komplikationen machten 9,5% aus. Kinder im Alter zwischen einem Monat und einem Jahr hatten ein 6,9%iges Risiko, eine Komplikation zu erleiden. 9 Kinder verstarben (1,2:10.000). Als Risikofaktoren konnten die Autoren zum einen Säuglinge und Frühgeborene – auch Ehemalige – ermitteln.

In einer der neuesten Studien zu diesem Thema berichteten Gonzales et al. 2012 über intraoperative HerzKreislaufstillstände bei Kindern in einem ausbildenden Krankenhaus in Brasilien. Bei 10.649 Anästhesien kam es zu 22 HerzKreislaufstillständen (20,6:10.000) und 11 Todesfällen (10,3:10.000). Kinder bis zu einem Jahr hatten die höchste Inzidenz an HerzKreislaufstillständen (179:10.000). Auch traten bei Kindern mit schweren Vorerkrankungen (ASA-Status 4-5), die notfallmäßig operiert werden mussten, häufiger HerzKreislaufstillstände auf im Vergleich zu elektiven Eingriffen

(6,8:1). Prognosefaktoren für das Auftreten von Herzkreislaufstillständen sind laut den Autoren ein hoher ASA-Status, ein junges Alter des Kindes und Notfalleingriffe.

1.4 Zielsetzung und Fragestellung

Die hier vorliegende Dissertation befasst sich mit dem Auftreten schwerwiegender Komplikationen bei anästhesierten Kindern im Klinikum Stuttgart – Olgahospital, Kriegsbergstraße 62, 70174 Stuttgart, und versteht sich als Qualitätssicherungsstudie. Studien zu diesem Thema aus Deutschland sind quasi nicht existent und für den internationalen Vergleich sehr wichtig.

Dazu wurden folgende Hypothesen aufgestellt und überprüft:

1. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig vom Alter der Kinder.
2. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von dem Schweregrad der Vorerkrankung nach der ASA-Klassifikation.
3. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Tatsache, ob es sich um einen Notfall, einen dringlichen, oder um einen geplanten Eingriff handelt.
4. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig vom Fachgebiet des Eingriffes.
5. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Regionalanästhesie.
6. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Frage, ob es sich um eine Anästhesie zu einer operativen oder zu einer diagnostischen Maßnahme handelt.
7. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Notwendigkeit von Bluttransfusionen.
8. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Art der Anästhesieeinleitung.
9. Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Art der Anästhesieaufrechterhaltung.

2. Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Es wurden für die vorliegende Studie alle Anästhesien, die im Klinikum Stuttgart – Olgahospital im Zeitraum 01.01.2006 bis 31.12.2014 bei Kindern im Alter von 0 bis 16 Jahren durchgeführt wurden, retrospektiv ausgewertet. Das Olgahospital ist ein Kinderkrankenhaus der Maximalversorgung und Lehrkrankenhaus der Eberhard Karls Universität Tübingen. Die Auswertung erfolgte in mehreren Altersgruppen: 0 – 1 Jahre, 1 – 6 Jahre und 6 – 16 Jahre, aber auch in der Gesamtgruppe. Es wurden in dieser Studie nur solche Komplikationen ausgewertet, die entweder auf Grund ihrer Schwere einen ungeplanten Aufenthalt auf der Intensivstation nach sich zogen, oder den Tod des Patienten zur Folge hatten, und die entweder intraoperativ oder in einem Zeitraum von 24 Stunden postoperativ auftraten.

2.2 Datenerhebung

Die Erfassung aller Daten einer Anästhesie geschieht im Olgahospital mittels Formblatt mit Durchschlag während der Anästhesie vom jeweils zuständigen Anästhesisten handschriftlich und wird nach Beendigung der Anästhesie von selbigem Anästhesisten in das Dokumentations- und Erfassungsprogramm der Firma SAP (SAP Deutschland SE & Co. KG, Walldorf, Deutschland) eingegeben. Wenn der Anästhesist die Notwendigkeit sieht, den Verlauf der Anästhesie genauer zu beschreiben, besteht die Möglichkeit, einen Text einzugeben. Das Original des handschriftlich ausgefüllten Formblattes wird eingescannt und im digitalen Archiv Hydmedia (Agfa Healthcare GmbH, Bonn, Deutschland) gespeichert. Der Durchschlag verbleibt in den Räumlichkeiten der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Olgahospitals chronologisch geordnet. Zu schwerwiegenden Komplikationen werden Protokolle erstellt und im Sekretariat archiviert.

Folgende Daten von allen Anästhesien wurden für diese Studie durch eine Suchmaske des SAP-Programmes erhoben: Geburtsdatum, Eingriffsdatum, Alter, ASA-Status,

Fachgebiet des Eingriffes, Dringlichkeit des Eingriffes, Anwendung von Bluttransfusionen, Anwendung von Regionalanästhesie, Art der Maßnahme (operativ oder diagnostisch), Art der Anästhesieeinleitung, Art der Anästhesieaufrechterhaltung, Art und Anzahl der aufgetretenen anästhesiologischen Verlaufsbeobachtungen.

2.3 Daten aus unterschiedlichen Abteilungen des Olgahospitals

Anästhesien werden im Olgahospital wie folgt nach zugehöriger Abteilung differenziert:

- Kinderchirurgische Klinik
- Orthopädische Klinik
- Klinik für Hals-, Nasen- Ohrenkrankheiten, Plastische Operationen (HNO)
- MRT: Anästhesien für radiologische Leistungen
- Gastroenterologie: Anästhesien für endoskopische Leistungen
- Pädaudiologie
- OBE: Onkologische Behandlungseinheit
- FBAI: Anästhesien für Anästhesieleistungen, z.B. Legen eines ZVK
- Neo1: Anästhesien für Anästhesieleistungen, nur bei Neugeborenen
- IntA: Anästhesien auf der Intensivstation, z.B. Thoraxdrainage oder Verbandswechsel
- OPNeuro: Kinder, die nicht im Klinikum Stuttgart – Katharinenhospital (KH), Stuttgart, operiert werden, sondern im Olgahospital; z.B. bei Liquorshunt

2.4 Definition Anästhesiologische Verlaufsbeobachtung (AVB)

Nach dem Kerndatensatz V 2.0 der DGAI (1999) wird eine Komplikation, die während oder bis zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Anästhesie auftritt, als Anästhesiologische Verlaufsbeobachtung (AVB) bezeichnet. Dazu werden AVB der Schwere nach in die Grade 1 – 5 unterteilt. In dieser Studie wurden ausschließlich AVB der Grade 4 und 5 ausgewertet, die bis 24 Stunden postoperativ aufgetreten sind. Ein

AVB mit Grad 4 ist definiert als „klinisch bedeutsam für die Betreuung im Aufwachraum; [das] Problem kann im Aufwachraum nicht zufriedenstellend gelöst werden und bedingt Verlegung auf die Intensiv- oder Wachstation“. Ein AVB mit Grad 5 bedeutet den „Tod des Patienten“ („Runder Tisch Qualitätssicherung in der Anästhesie von DGAI und BDA“. Modifikation des Kerndatensatzes Anästhesie und Kerndatensatz Anästhesie – Version 2.0; 1999).

Die in dieser Studie untersuchten AVB werden analog des Kerndatensatzes der DGAI Version 2.0 (1999) eingeteilt in Atmung, Herz-Kreislauf, Allgemeine Reaktionen, Laborwerte, Zentrales Nervensystem (ZNS) und Läsionen, und wie folgt weiter differenziert:

Atmung

Laryngospasmus
 Bronchospasmus
 Atemwegsverletzung
 Stridor (Kehlkopfbereich)
 Aspiration
 Atemwegsverlegung
 Hypoxämie
 Lungenödem
 Hyperventilation
 Hypoventilation
 Unvorhergesehene schwierige Intubation
 Sekundär fiberoptische Intubation
 Fehlintubation
 Einseitige Intubation
 Reintubation
 RSI (Crushintubation) mißlungen
 Fiberoptische Intubation mißlungen
 Dekonektion
 Tubus abgeknickt
 Tubus defekt
 Akzidentielle Extubation
 Pneumothorax
 Hämatothorax
 Pneumonie
 Geplante Extubation nicht möglich
 Ungeplante (Nach-)Beatmung erforderlich
 Sonstige Atmungsstörungen

Herz-Kreislauf

Hypotension
 Hypertension
 Tachykardie
 Bradykardie
 Arrhythmie
 Myokardinfarkt
 Angina pectoris
 ST-Segment-Änderung (asymptomatisch)
 Lungenembolie (Thromb-,Fett-,Luftemb.)
 Hypovolämie
 Schock/Mikrozirkulationsstörung
 Herz-Kreislaufstillstand
 Linksherzinsuffizienz
 Rechtsherzinsuffizienz
 Dekomp. Herzinsuffizienz / Lungenödem
 Kein venöser Fluss (Eigenblutentnahme)
 Sonstige Herz-Kreislaufstörungen

Allgemeine Reaktionen

Übelkeit
Erbrechen
Zittern
Hypothermie
Hyperthermie
Maligne Hyperthermie
Anaphylaxie
allergische Reaktion
Oligurie / Anurie / ANV
Transfusionsreaktion
Ikterus
Halsschmerzen nach ITN
Kiefergelenkschmerzen nach ITN
Muskelschmerzen nach ITN
Wundschmerzen
Kopfschmerzen (allgemein)
Postspinale Kopfschmerzen
Rückenschmerzen
sonstige Schmerzen
Ungeplante AWR Zeit > 3 h
Ungeplante ICU-Verlegung
Ungeplante Rückkehr (OP – AWR)
Unerwartete Ausweitung der Operation
Ungeplante Verkürzung der Operation
Nichtdurchführen der Operation

Laborwerte

Anämie
Hyperglykämie
Hypoglykämie
Azidose
Alkalose
Hyperkaliämie
Hypokaliämie
Hypernatriämie
Hyponatriämie
Hypoproteinämie
Bakterieämie (Eigenblutentnahme)
Gerinnungsstörungen
Sonstige Laborwerte

Zentrales Nervensystem (ZNS)

Verzögertes Aufwachen
Agitiertheit
Neuromuskuläre Blockade
Verwirrheitszustand
Awareness (bei Allgemeinanästhesie)
Opiatüberhang
Zentral anticholinerges Syndrom (ZAS)
Ischämie
Krampfanfall
ICP Anstieg
Hirnvenöse Hypoxämie
Schwindel
Sonstige ZNS Störungen

Läsionen

Fehl- / Mehrfachpunktionen Gefäße
Akzidentielle arterielle Punktion
Haut
Muskulatur / Weichteile
Nerven
Obere Atemwege
Zähne / Lippen / Gaumen
Augen
Epistaxis
Heiserkeit
Entzündung (peripher-venöse Punktion)
Fehllage (peripher-venöse Punktion)
Hämatom (peripher-venöse Punktion)
Entzündung (zentralvenöse Punktion)
Fehllage (zentralvenöse Punktion)
Hämatom (zentralvenöse Punktion)
ZVK-Anlage/Punktion mißlungen
Entzündung (arterielle Punktion)
Ischämie (arterielle Punktion)
Fehllage (arterielle Punktion)
Hämatom (arterielle Punktion)
Fehlinjektion in art. Kanüle

2.5 Definition ASA-Klassifikation

Die Patienten werden vor der Anästhesie beim präoperativen Gespräch nach der ASA-Klassifikation (American Society of Anesthesiologists) eingestuft. Die ASA-Klassifikation ist ein erstmals im Jahre 1941 von Saklad vorgeschlagenes Profil zur Unterscheidung von Patienten nach ihrem Gesundheitszustand und ihren Vorerkrankungen. Saklad war Mitglied der American Society of Anesthesiologists.

Die Einteilung beschreibt den Patienten wie folgt (Dripps 1963):

- a) ASA PS 1 – gesunder Patient
- b) ASA PS 2 – Patient mit geringfügiger systemischer Erkrankung
- c) ASA PS 3 – Patient mit schwerer systemischer Erkrankung
- d) ASA PS 4 – Patient mit lebensbedrohlicher systemischer Erkrankung
- e) ASA PS 5 – moribunder Patient, der ohne Operation nicht überlebt
- f) ASA PS 6 – hirntoter Patient, dessen Organe zur Entnahme freigegeben sind

Der Kerndatensatz V 2.0 der DGAI beschreibt den ASA-Status mit gleicher Nummerierung ohne den Zusatz „PS“, allerdings wird „ASA PS 6“ als „ASA 9“ bezeichnet.

2.6 Definition operativer und diagnostischer Anästhesie

Bei Durchführung der Anästhesie in folgenden Abteilungen wird die Anästhesie als „operativ“ bedingt bezeichnet: Kinderchirurgische Klinik, Orthopädische Klinik und Klinik für Hals-, Nasen- Ohrenkrankheiten, Plastische Operationen (HNO).

Bei Durchführung der Anästhesie in folgenden Abteilungen wird die Anästhesie als „diagnostisch“ bedingt bezeichnet: MRT, Gastroenterologie, OBE, Pädaudiologie, FBAI, Neo1, IntA, OPNeuro (siehe 2.3).

2.7 Definition Dringlichkeit des Eingriffes

Es werden drei Dringlichkeitsstufen unterschieden:

- Geplant: Es handelt sich um einen Wahleingriff, dessen OP-Planung über 24 Stunden im Voraus erfolgt.
- Dringlich: Der Eingriff muss innerhalb der nächsten 24 Stunden erfolgen.
- Notfall: Der Eingriff muss sofort, oder sobald der nächste OP-Tisch frei wird, erfolgen.

2.8 Definition Anästhesieeinleitung

Es werden verschiedene Formen der Anästhesieeinleitung unterschiedlich dokumentiert. Die Anästhesieeinleitung wird im Olgahospital in den meisten Fällen totalintravenös durchgeführt, zudem ist die inhalative Einleitung ebenfalls ein Standardverfahren. „Patient kommt beatmet“ bedeutet, dass der Patient bei Eintreffen in das Olgahospital bereits intubiert ist. Wenn „Keine Einleitung“ dokumentiert wurde, handelte es sich um eine alleinige Regionalanästhesie.

2.9 Definition Anästhesieaufrechterhaltung

Bei der Anästhesieaufrechterhaltung gibt es die Standardverfahren totalintravenöse Anästhesie und inhalative Anästhesie.

2.10 Besonderheiten der Daten Anästhesieeinleitung und -aufrechterhaltung

Da zum Stichtag 01.01.2012 eine Änderung der SAP Software, bedingt durch den neuen Kerndatensatz V. 3.0 der DGAI, umgesetzt wurde, ist eine Zusammenführung der Daten der Zeiträume „01.01.2006 – 31.12.2011“ und „01.01.2012 – 31.12.2014“ für

Daten der Art der Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung unmöglich geworden. Es wurde entschieden, die statistische Auswertung der Art der Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung auf den Zeitraum „01.01.2006 – 31.12.2011“ zu beschränken.

2.11 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung und die Erstellung der Abbildungen erfolgte unter Verwendung von SPSS für Microsoft Windows, Version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Die Normalverteilung der metrischen Variablen wurde mit Hilfe des Kolmogorow-Smirnow-Tests geprüft. Es bestand für alle Variablen eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung. (Kolmogorow-Smirnow-Test $p < 0,05$). Es wurden deshalb für die nicht-normalverteilten Stichproben bei Vergleichen ausschließlich nichtparametrische Tests verwendet.

Wenn zwei unabhängige, nicht-normalverteilte Stichproben miteinander verglichen wurden, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet. Lagen signifikante Ergebnisse vor, wurde mittels Post-hoc-Tests weiter differenziert. Kategorisierte Daten wurden im Gegensatz dazu mit dem Chi-Quadrat-Test ausgewertet.

Alle durchgeführten Auswertungen wurden mit zweiseitiger Signifikanzüberprüfung durchgeführt. Ein p-Wert $< 0,05$ wurde als statistisch signifikant gewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

Im Auswertungszeitraum vom 01.01.2006 bis 31.12.2014 wurden im Klinikum Stuttgart - Olgahospital 78.219 Narkosen bei Patienten im Alter von 0 bis 16 Jahren durchgeführt. Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Anästhesien nach Alter, ASA-Status, Dringlichkeit des Eingriffes, Fachgebiet, Art des Eingriffes, Anwendung von Regionalanästhesie, Gabe von Bluttransfusionen, Art der Anästhesieeinleitung und Art der Anästhesieaufrechterhaltung. Patienten waren in 10,8% (n=8416) der Narkosen 0 – 1 Jahre, in 43,8% (n= 34298) 1 – 6 Jahre und in 45,4% (n=35505) 6 – 16 Jahre alt.

Der Schweregrad der Vorerkrankungen der Patienten nach der ASA-Klassifikation lag in 50,9% der Narkosen (n=39833) bei ASA 1, in 39,7% (n=31036) bei ASA 2, in 8,7% (n= 6771) bei ASA 3, in 0,6% (n=489) bei ASA 4, in 12 Fällen bei ASA 5 und in 4 Fällen (n=4) bei ASA 9. In 74 Fällen (0,1%) wurden keine Angaben gemacht.

24,8% (n=19398) der Narkosen fanden in der Kinderchirurgischen Klinik statt, 26,4% (n=20635) in der Orthopädischen Klinik, 31,0% (n= 24214) in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Plastische Operationen, 8,7% (n=6791) zu radiologischen Zwecken, 1,9% (n=1463) zu endoskopischen Zwecken, 0,5% (n= 392) in der Pädaudiologie, 4,4% (n=3480) in OBE, 2,0% (n=1558) in FBAI, 0,1% (n=60) in Neo1, 0,3% (n=223) in IntA und in 5 Fällen in OPNeuro (Beschreibung der Einteilung siehe 2.3).

Den Narkosen lagen zu 82,1% (n=64247) operative und zu 17,9% (n=13972) diagnostische Maßnahmen zu Grunde. Bei 92,2% (n=72106) aller Narkosen handelte es sich um einen geplanten Eingriff, bei 5,6% (n=4355) um einen dringlichen Eingriff und bei 2,2% (n=1753) um einen notfallmäßigen Eingriff. In 5 Fällen wurden keine Angaben gemacht.

Die Narkosen wurden in 86,8% (n=45952) aller Fälle totalintravenös eingeleitet und in 10,3% (n=5476) inhalativ. Bei 1,1% (n=586) aller Narkosen war der Patient bereits intubiert und in 1,8% (n=954) erfolgte laut Dokumentationssystem keine Einleitung. In 2,2% (n=1155) der Anästhesien erfolgte keine Aufrechterhaltung, in 89,7% (n=47503) wurden die Anästhesien totalintravenös aufrechterhalten und in 8,1% (n=4310) inhalativ. Eine oder mehrere Bluttransfusionen wurden in 0,8% (n=620) aller Narkosen gegeben. Eine Regionalanästhesie wurde in 10,8% (n=8466) aller Narkosen vorgenommen.

Es traten 137 schwere Komplikationen (Tabelle 1) bei anästhesierten Kindern auf (17,5:10.000), davon waren 43 anästhesiebedingt (5,5:10.000). Bei den 0 – 1 Jährigen ereigneten sich 32 schwere Komplikationen (38,0:10.000), wovon 11 anästhesiebedingt waren (13,1:10.000); bei den 1 – 6 Jährigen 69 schwere Komplikationen (20,1:10.000), davon 20 anästhesiebedingt (5,8:10.000); und bei den 6 – 16 Jährigen 36 schwere Komplikationen (10,0:10.000), wovon 12 anästhesiebedingt waren (3,4:10.000). Es traten 75 Atmungskomplikationen auf (9,6:10.000 [Abb. 1]), darunter 18 Laryngo- und Bronchospasmen (2,3:10.000) und 10 Aspirationen (1,3:10.000). Komplikationen des Herzkreislauf-Systems traten in 22 Fällen auf (2,8:10.000). Allgemeine Reaktionen traten als Komplikation in 16 Fällen auf (2,0:10.000), Laborwerte in 19 Fällen (2,4:10.000). Komplikationen des Zentralen Nervensystems (z.B. Krämpfe) traten in 4 Fällen auf (0,5:10.000) und Läsionen (z.B. Fehlpunktionen) in 1 Fall (0,1:10.000).

Tabelle 1 Anzahl aufgetretener Komplikationen nach Alter
Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

	Anästhesiebedingt	Gesamt
0 – 1 J	11 (13,1)	32 (38,0)
1 – 6 J	20 (5,8)	69 (20,1)
6 – 16 J	12 (3,4)	36 (10,0)
0 – 16 J	43 (5,5)	137 (17,5)

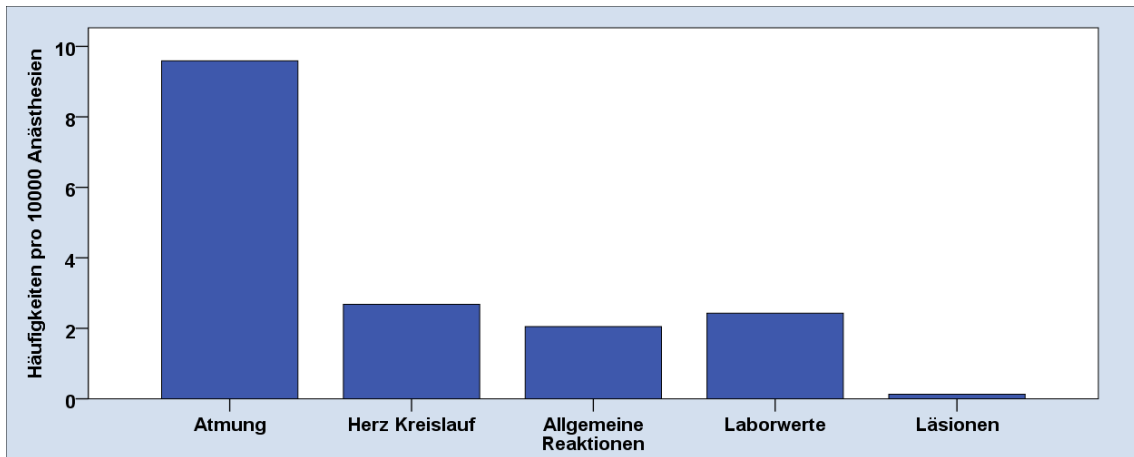


Abb. 1 Komplikationen pro 10.000 Anästhesien nach Art der Komplikation (0 – 16 J)

Tabelle 2 Verteilung der Anästhesien (n)

	0 – 1 Jahre	1 – 6 Jahre	6 – 16 Jahre	0 – 16 Jahre
Alle Narkosen	8416	34298	35505	78219
ASA 1	3580	17828	18425	39833
ASA 2	2980	13803	14253	31036
ASA 3	1622	2528	2621	6771
ASA 4	211	103	175	489
ASA 5	5	3	4	12
ASA 9	0	0	4	4
Geplant	7844	32406	31856	72106
Dringlich	384	1336	2635	4355
Notfall	188	554	1011	1753
Chirurgie	4329	8213	6856	19398
Orthopädie	2000	3402	15233	20635
HNO	650	15580	7984	24214
Radiologie	1064	4017	1710	6791
Gastroenterologie	17	403	1043	1463
Pädaudiologie	101	253	38	392
OBE	114	1451	1915	3480
FBAI	76	880	602	1558
Neol	24	21	15	60
IntA	39	76	108	223
OPNeuro	2	2	1	5
Operativ	6979	27195	30073	64247
Diagnostisch	1437	7103	5432	13972
Regionalan. Ja	1290	3598	3578	8466
Regionalan. Nein	7126	30700	31927	69753
Bluttransfusion Ja	211	125	284	620
Bluttransfusion Nein	8205	34173	35221	77599
Anästhesieeinleitung				
Keine	42	359	553	954
Intravenös (IV/IM)	2944	20378	22630	45952
Inhalativ	2470	2527	479	5476
Pat. kommt beatmet	224	195	167	586
Anästhesieaufrechterhaltung				
Keine	70	452	633	1155
Intravenös (IV/IM)	2597	22157	22749	47503
Inhalativ	3013	849	448	4310

3.2 Mortalität bei HerzKreislaufstillständen

3.2.1 Inzidenz

Es ereigneten sich 8 HerzKreislaufstillstände (1,0:10.000 Anästhesien), die Reanimationsmaßnahmen notwendig machten (Tabelle 3). 0 – 1 Jährige hatten eine leicht erhöhte Rate an HerzKreislaufstillständen (1,2:10.000) gegenüber 1 – 6 Jährigen (0,9:10.000) und 6 – 16 Jährigen (1,1:10.000). Drei Kinder verstarben trotz Reanimationsmaßnahmen. Die Mortalitätsrate betrug insgesamt 0,4:10.000. 0 – 1 Jährige hatten eine doppelt so hohe Mortalitätsrate (1,2:10.000) im Vergleich zu 1 – 6 Jährigen (0,6:10.000). Mit 4 anästhesiebedingten HerzKreislaufstillständen lag die Inzidenz bei 0,5:10.000. Keiner der drei Todesfälle war anästhesiebedingt.

3.2.2 Beschreibung der HerzKreislaufstillstände

3.2.2.1 HerzKreislaufstillstände mit Todesfolge

Ein zwei Jahre altes Kind stürzte aus dem dritten Stockwerk eines Wohngebäudes auf Betonboden und erlag im Operationssaal seinen schweren Verletzungen (Tabelle 3, Kind 1). Bei einem 8 Monate alten Kind wurde wegen eines Leukämierезидivs versucht, aus Lymphknoten im Mediastinum Material zur histologischen Untersuchung zu gewinnen. Bei der kernspintomographisch unterstützten Punktion transthorakal kam es zu einer nicht mehr beherrschbaren Blutung aus einem großen Gefäß. Eine sofort durchgeführte Notfallthorakotomie im Vorraum des MRT konnte das Kind nicht mehr retten (Tabelle 3, Kind 2). Ein 1 Jahr altes Kind mit angeborenem univentrikulärem Herz mit bestehender Kardiomyopathie durch früher notwendige Reanimationsmaßnahmen entwickelte stationär eine Bronchitis und wurde daraufhin komatös. Wegen des Verdachts auf erhöhten intrakraniellen Druck wurde das Kind für ein MRT narkotisiert, wobei das Kind postnarkotisch in schwere Herzrhythmusstörungen kam und trotz Reanimationsmaßnahmen nach Beendigung des MRT verstarb (Tabelle 3, Kind 4).

Tabelle 3 HerzKreislaufstillstände

	Alter	Geschlecht	ASA	Fachgebiet	Dringlichkeit	Blut	Art der Maßnahme	Einleitung	Aufrechterhaltung	Outcome
1	2 J	M	5	FBAI	Notfall	Ja	-	Kommt beatmet	-	Tod
2	8 M	W	3	MRT	Geplant	Ja	Diagnostisch	TIVA	TIVA	Tod
3*	11 J	M	3	Chirurgie	Geplant	Nein	Operativ	TIVA	TIVA	Genesung
4	1 J	M	3	MRT	Geplant	Nein	Diagnostisch	TIVA	TIVA	Tod
5*	10 J	W	3	MRT	Geplant	Nein	Diagnostisch	TIVA	TIVA	Genesung
6	2 J	M	3	HNO	Geplant	Nein	Operativ	TIVA	TIVA	Genesung
7*	13 J	W	4	Orthopädie	Geplant	Ja	Operativ	TIVA	TIVA	Genesung
8*	12 J	M	2	Orthopädie	Geplant	Nein	Operativ	TIVA	TIVA	Genesung

* Anästhesiebedingt

Bei einem 11 Jahre alten, schwerkranken, tracheotomierten Kind mit Verbrennungen dritten Grades wurde eine Stimmbandsynechie durchgeführt. Dabei kam es zu einer Sevofluran-Überdosierung (Tabelle 3, Kind 3)

Ein 10 Jahre altes Kind entwickelte eine anaphylaktische Reaktion auf das eingesetzte Muskelrelaxans Atracurium (Tabelle 3, Kind 5).

Bei einem zwei Jahre alten Kind kam es zu einer Atemwegsverlegung nach laryngotrachealer Rekonstruktion mit Rippenknorpel; dabei kam es bei dem tracheotomierten Kind zu einer Verlegung der Trachea durch einen über das Tracheostoma im Wundgebiet eingebrachten Tupfer, der aus nicht erklärbaren Gründen in die distale Trachea dislozierte (Tabelle 3, Kind 6).

Während einer Operation eines schwerstkranken Kindes mit Mikrozephalie wurde in Bauchlage bei Spondylodese ein Volumenmangel zu spät bemerkt (Tabelle 3, Kind 7).

Bei der Operation eines 12 Jahre alten Kindes kam es zu einem HerzKreislaufstillstand in Folge einer zu flachen Narkose. Zuerst wurde eine schwere allergische Reaktion vermutet, postoperative Tests konnten den Verdacht allerdings nicht bestätigen (Tabelle 3, Kind 8).

3.3 Prüfung der Hypothesen

3.3.1 Die Komplikationshäufigkeit in der Kinderanästhesie ist abhängig vom Alter der Kinder (Hypothese 1)

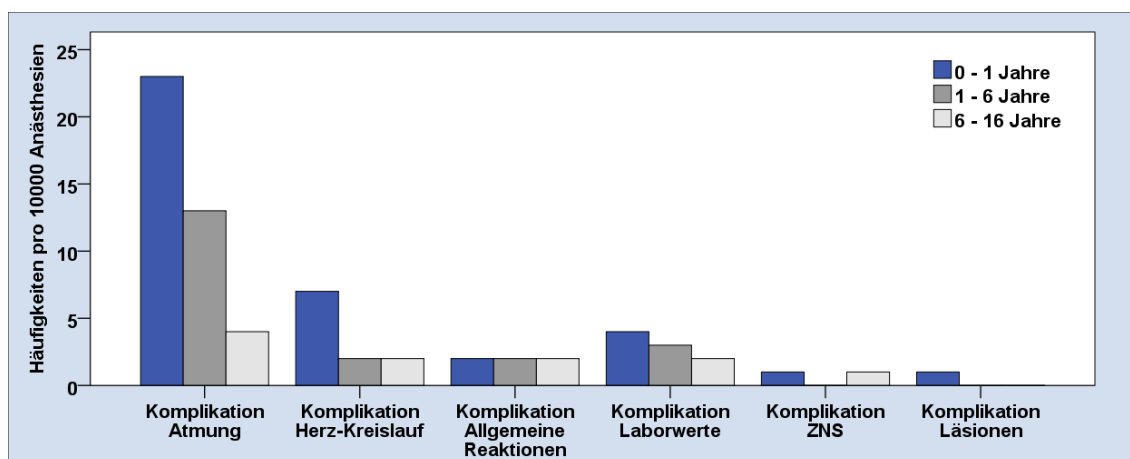


Abb. 2 Komplikationshäufigkeit der verschiedenen Altersgruppen pro 10.000 Anästhesien

Tabelle 4 Komplikationshäufigkeit der verschiedenen Altersgruppen (n)

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		0 – 1 J	1 – 6 J	6 – 16 J	Gesamt
Atmung [†]	Nein	8397	34255	35492	78144
	Ja ¹	19 (22,6)	43 (12,5)	13 (3,7)	75 (9,6)
Herz-Kreislauf [‡]	Nein	8410	34290	35497	78197
	Ja ¹	6 (7,1)	8 (2,3)	8 (2,3)	22 (2,8)
Allgemeine Reaktionen	Nein	8414	34290	35499	78203
	Ja ¹	2 (2,4)	8 (2,3)	6 (1,7)	16 (2,0)
Laborwerte	Nein	8413	34289	35498	78200
	Ja ¹	3 (3,6)	9 (2,6)	7 (2,0)	19 (2,4)
ZNS	Nein	8415	34297	35503	78215
	Ja ¹	1 (1,2)	1 (0,3)	2 (0,6)	4 (0,5)
Läsionen [‡]	Nein	8415	34298	35505	78218
	Ja ¹	1 (1,2)	0	0	1 (0,1)

In den Komplikationsbereichen Atmung, Herz-Kreislauf und Läsionen war die Inzidenz an Komplikationen umso höher, je jünger die Kinder waren. Die Unterschiede der Inzidenz zwischen den Altersgruppen waren im Komplikationsbereich Atmung (0 – 1 Jährige 22,6:10.000; 1 – 6 Jährige 12,5:10.000; 6 – 16 Jährige 3,7:10.000) statistisch

höchst signifikant ($p < 0,001$), in den Bereichen Herz-Kreislauf und Läsionen (z.B. Fehlfunktionen) signifikant ($p < 0,05$).

Für Unterschiede der Komplikationshäufigkeit zwischen den Altersgruppen konnte in den Bereichen Allgemeine Reaktionen, Laborwerte und Zentrales Nervensystem kein Zusammenhang hergestellt werden.

3.3.2 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von dem Schweregrad der Vorerkrankung nach der ASA-Klassifikation (Hypothese 2)

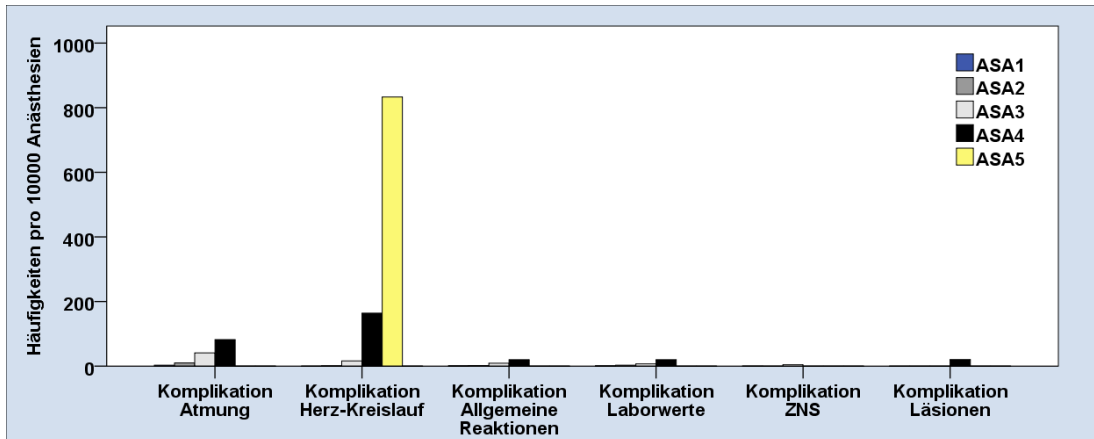


Abb. 3 Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

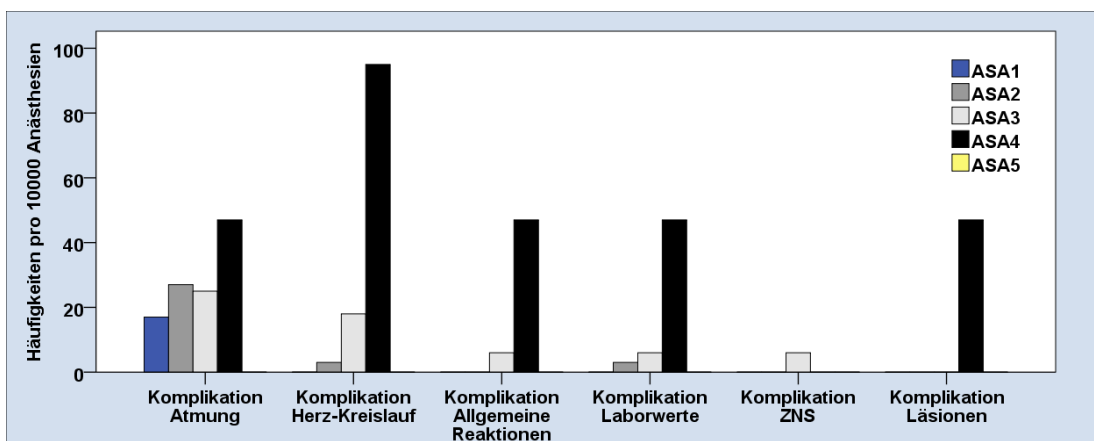


Abb. 4 Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

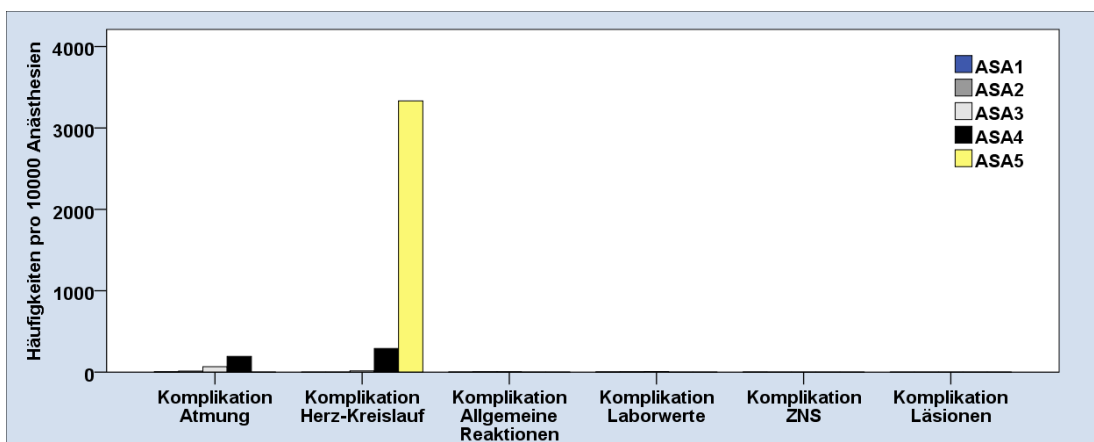


Abb. 5 Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

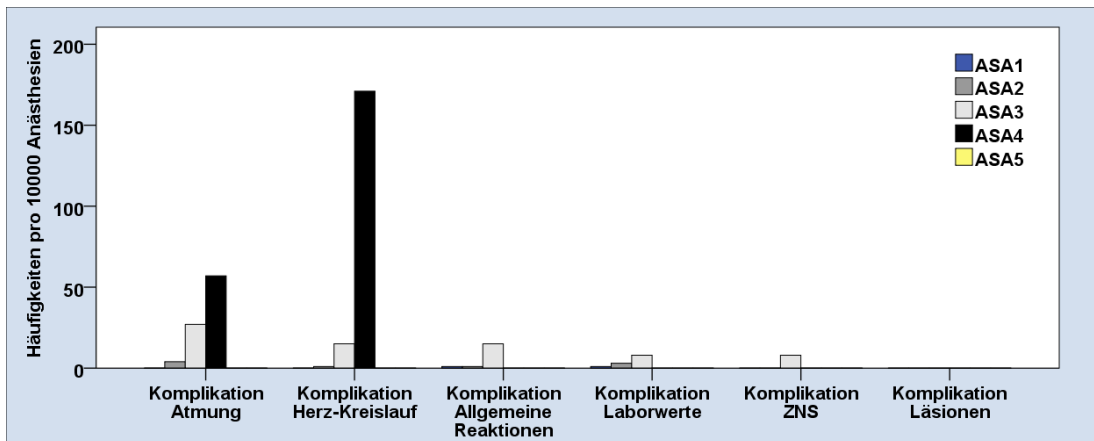


Abb. 6 Komplikationshäufigkeit verschiedener ASA-Stati pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

In der Gruppe der 0 – 16 Jährigen konnte mit steigendem ASA-Status ein signifikanter Anstieg an Komplikationen aller Komplikationsgruppen beobachtet werden (Abbildung 3 und Tabelle 5). Statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$) waren die Unterschiede zwischen den ASA-Gruppen in den Komplikationsbereichen Atmung, Herz-Kreislauf, Allgemeine Reaktionen, ZNS und Läsionen; statistisch signifikant ($p < 0,05$) im Bereich Laborwerte. Atmungskomplikationen traten bei Patienten mit ASA-4 in 81,8:10.000 Anästhesien auf, bei ASA-3 in 41,4:10.000, bei ASA-2 in 10,0:10.000 und bei ASA-1 in 3,0:10.000 Anästhesien. Herz-Kreislauf-Komplikationen waren bei Patienten mit ASA-5 in 833,3:10.000 Anästhesien zu beobachten, bei ASA-4 in 163,6:10.000 Anästhesien, bei ASA-3 in 16,2:10.000 und bei ASA-2 in 0,6:10.000 Anästhesien. Die weiteren Komplikationsbereiche: Allgemeine Reaktionen (ASA-4: 20,4:10.000; ASA-3: 8,9:10.000; ASA-2: 2,3:10.000; ASA-1: 0,5:10.000), ZNS (ASA-3: 4,4:10.000; ASA-1: 0,3:10.000), Läsionen (ASA-4: 20,4:10.000) und Laborwerte (ASA-4: 20,4:10.000; ASA-3: 7,4:10.000; ASA-2: 2,9:10.000; ASA-1: 1,0:10.000)

Auch in der Gruppe der 0 – 1 Jährigen fand sich ein signifikanter Anstieg der Inzidenz von Zwischenfällen in den Komplikationsgruppen Herz-Kreislauf ($p < 0,001$), Allgemeine Reaktionen ($p < 0,001$), Laborwerte ($p < 0,05$) und Läsionen ($p < 0,001$) mit steigendem ASA-Status (Abb. 4 und Tabelle 6). Herz-Kreislauf-Komplikationen traten bei Patienten mit ASA-4 Status (94,8:10.000) über 27-mal häufiger auf als bei Patienten

Tabelle 5 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stati bei 0 – 16 Jährigen

		ASA 1	ASA 2	ASA 3	ASA 4	ASA 5	ASA 9	Gesamt
Atmung [†]	Nein	39821	31005	6743	485	12	4	78070
	Ja [‡]	12 (3,0)	31 (10,0)	28 (41,4)	4 (81,8)	0	0	75 (9,6)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	39833	31034	6760	481	11	4	78123
	Ja [‡]	0	2 (0,6)	11 (16,2)	8 (163,6)	1 (833,3)	0	22 (2,8)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein	39831	31029	6765	488	12	4	78129
	Ja [‡]	2 (0,5)	7 (2,3)	6 (8,9)	1 (20,4)	0	0	16 (2,0)
Laborwerte [†]	Nein	39829	31027	6766	488	12	4	78126
	Ja [‡]	4 (1,0)	9 (2,9)	5 (7,4)	1 (20,4)	0	0	19 (2,4)
ZNS [†]	Nein	39832	31036	6768	489	12	4	78141
	Ja [‡]	1 (0,3)	0	3 (4,4)	0	0	0	4 (0,5)
Läsionen [†]	Nein	39833	31036	6771	488	12	4	78144
	Ja [‡]	0	0	0	1 (20,4)	0	0	1 (0,1)

[†] p<0,001

[‡] p<0,05

[‡] Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

keine Abhängigkeit der Komplikationen zum ASA-Status beobachtet werden.

In der Altersgruppe der 6 – 16 Jährigen konnten Komplikationen der Atmung, des Herz-Kreislaufsystems, Allgemeinen Reaktionen und des ZNS umso häufiger beobachtet werden, je höher der ASA-Status der Patienten war (Abb. 6 und Tabelle 8). Die

mit ASA-2 Status (3,4:10.000).

Für Komplikationen der Atmung und des Zentralen Nervensystems konnte keine statistische Abhängigkeit nachgewiesen werden.

Bei den 1 – 6 Jährigen (Abb. 5 und Tabelle 7) wurden Atmungskomplikationen bei Patienten mit ASA-4 über 58-mal häufiger beobachtet als bei Patienten mit ASA-1 Status (194,2:10.000 bzw. 3,3:10.000). Komplikationen des Herz-Kreislauf-Systems traten bei Patienten mit ASA-5 Status über 210-mal häufiger auf als bei Patienten mit ASA-3 Status (3333,3:10.000 bzw. 15,8:10.000). Die Unterschiede der Inzidenz an Komplikationen zwischen den ASA-Stati waren in diesen Komplikationsgruppen statistisch höchst signifikant (p<0,001). Bei den übrigen Komplikationsgruppen konnte

Tabelle 6 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Status bei 0 – 1 Jährigen

		ASA 1	ASA 2	ASA 3	ASA 4	ASA 5	ASA 9	Gesamt
Atmung	Nein	3574	2972	1618	210	5	0	8379
	Ja ¹	6 (16,8)	8 (26,8)	4 (24,7)	1 (47,4)	0	0	19 (22,6)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	3580	2979	1619	209	5	0	8392
	Ja ¹	0	1 (3,4)	3 (18,5)	2 (94,8)	0	0	6 (7,1)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein	3580	2980	1621	210	5	0	8396
	Ja ¹	0	0	1 (6,2)	1 (47,4)	0	0	2 (2,4)
Laborwerte [†]	Nein	3580	2979	1621	210	5	0	8395
	Ja ¹	0	1 (3,4)	1 (6,2)	1 (47,4)	0	0	3 (3,6)
ZNS	Nein	3580	2980	1621	211	5	0	8397
	Ja ¹	0	0	1 (6,2)	0	0	0	1 (1,2)
Läsionen [†]	Nein	3580	2980	1622	210	5	0	8397
	Ja ¹	0	0	0	1 (47,4)	0	0	1 (1,2)

[†] p<0,001

[‡] p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

Unterschiede zwischen den ASA-Status waren für diese Komplikationsgruppen statistisch höchst signifikant (p<0,001). Atmungskomplikationen traten bei Patienten mit ASA-4 (57,1:10.000 Anästhesien) 16-fach häufiger auf als Patienten mit ASA-2 (3,5:10.000). Herz-Kreislauf-Komplikationen hatten ein über 244-fach erhöhtes Auftreten bei Patienten mit ASA-4 (171,4:10.000) als bei ASA-2 Patienten (0,7:10.000). Allgemeine Reaktionen wurden bei ASA-3 in 15,3:10.000 Anästhesien beobachtet im Vergleich zu ASA-2 Status mit 0,7:10.000 und ASA-1-Status mit 0,5:10.000 Anästhesien.

Tabelle 7 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stadi bei 1 – 6 Jährigen

		ASA 1	ASA 2	ASA 3	ASA 4	ASA 5	ASA 9	Gesamt
† p<0,001								
‡ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien								
Atmung†	Nein	17822	13785	2511	101	3	0	34222
	Ja [‡]	6 (3,3)	18 (13,0)	17 (67,2)	2 (194,2)	0	0	43 (12,5)
Herz-Kreislauf†	Nein	17828	13803	2524	100	2	0	34257
	Ja [‡]	0	0	4 (15,8)	3 (291,3)	1 (3333,3)	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	17827	13797	2527	103	3	0	34257
	Ja [‡]	1 (0,6)	6 (4,3)	1 (4,0)	0	0	0	8 (2,2)
Laborwerte	Nein	17825	13799	2526	103	3	0	34256
	Ja [‡]	3 (1,7)	4 (2,9)	2 (8,0)	0	0	0	9 (2,6)
ZNS	Nein	17827	13803	2528	103	3	0	34264
	Ja [‡]	1 (0,6)	0	0	0	0	0	1 (0,3)
Läsionen	Nein	17828	13803	2528	103	3	0	34265
	Ja [‡]	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 8 Komplikationen bei verschiedenen ASA-Stadi bei 6 – 16 Jährigen

		ASA 1	ASA 2	ASA 3	ASA 4	ASA 5	ASA 9	Gesamt
† p<0,001								
‡ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien								
Atmung†	Nein	18425	14248	2614	174	4	4	35469
	Ja [‡]	0	5 (3,5)	7 (26,7)	1 (57,1)	0	0	13 (3,7)
Herz-Kreislauf†	Nein	18425	14252	2617	172	4	4	35474
	Ja [‡]	0	1 (0,7)	4 (15,3)	3 (171,4)	0	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen†	Nein	18424	14252	2617	175	4	4	35476
	Ja [‡]	1 (0,5)	1 (0,7)	4 (15,3)	0	0	0	6 (1,7)
Laborwerte	Nein	18424	14249	2619	175	4	4	35475
	Ja [‡]	1 (0,5)	4 (2,8)	2 (7,6)	0	0	0	7 (2,0)
ZNS†	Nein	18425	14253	2619	175	4	4	35480
	Ja [‡]	0	0	2 (7,6)	0	0	0	2 (0,6)
Läsionen	Nein	18425	14253	2621	175	4	4	35482
	Ja [‡]	0	0	0	0	0	0	0

3.3.3 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig davon, ob es sich um einen Notfall, einen dringlichen, oder um einen geplanten Eingriff handelt (Hypothese 3)

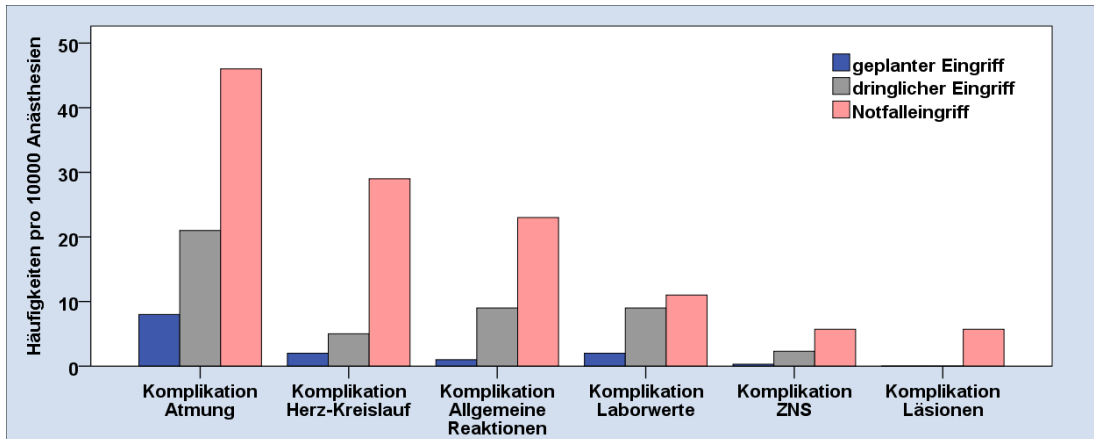


Abb. 7 Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

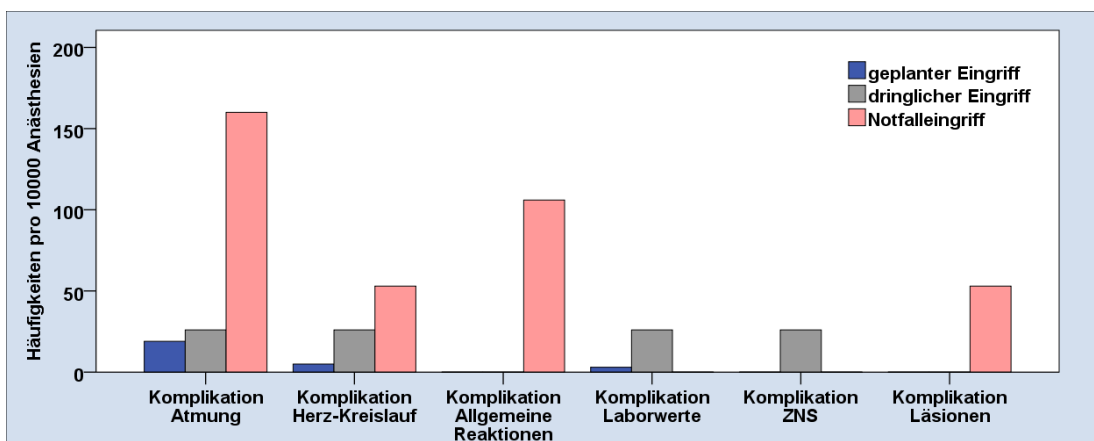


Abb. 8 Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

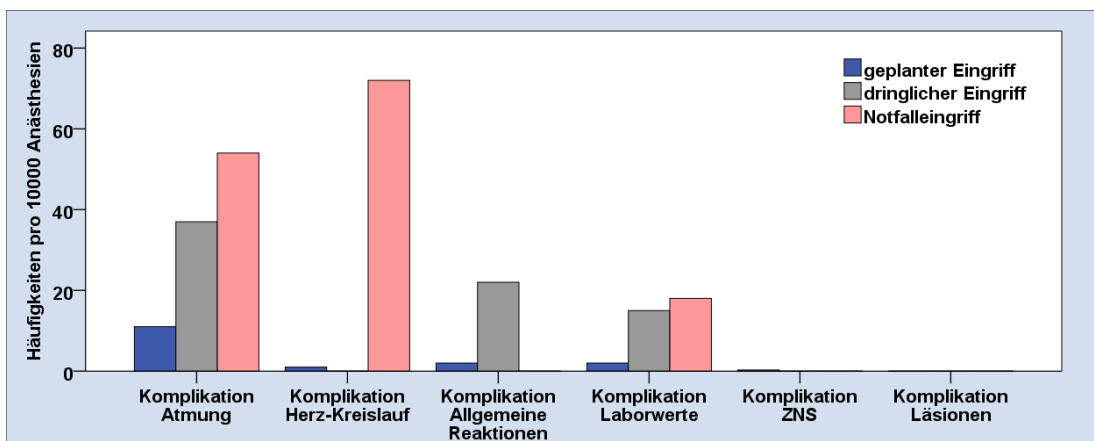


Abb. 9 Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

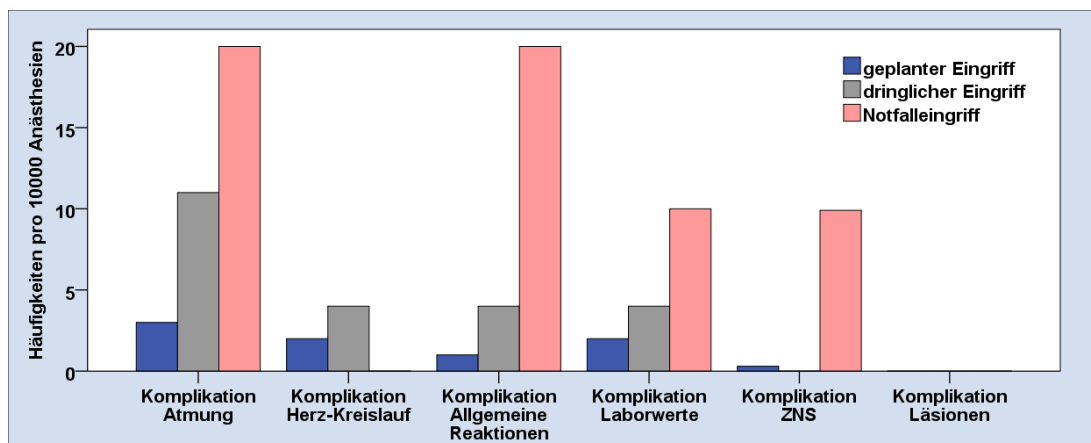


Abb. 10 Komplikationshäufigkeit nach Dringlichkeit des Eingriffs pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Tabelle 9 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 0 – 16 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Geplant	Dringlich	Notfall	Gesamt
Atmung [†]	Nein	72048	4346	1745	78139
	Ja ¹	58 (8,0)	9 (20,7)	8 (45,6)	75 (9,6)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	72091	4353	1748	78192
	Ja ¹	15 (2,1)	2 (4,6)	5 (28,5)	22 (2,8)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein	72098	4351	1749	78198
	Ja ¹	8 (1,1)	4 (9,2)	4 (22,8)	16 (2,0)
Laborwerte [‡]	Nein	72093	4351	1751	78195
	Ja ¹	13 (1,8)	4 (9,2)	2 (11,4)	19 (2,4)
ZNS [‡]	Nein	72104	4354	1752	78210
	Ja ¹	2 (0,3)	1 (2,3)	1 (5,7)	4 (0,5)
Läsionen [†]	Nein	72106	4355	1752	78213
	Ja ¹	0	0	1 (5,7)	1 (0,1)

In der Altersgruppe der 0 – 16 Jährigen ist bei allen Komplikationsgruppen ein statistisch signifikanter Anstieg der Komplikationen mit steigender Dringlichkeit des Eingriffes festgestellt worden (Abb. 7 und Tabelle 9). Atmungskomplikationen (p<0,001) traten am häufigsten bei Notfällen auf (45,6:10.000), gefolgt von dringlichen und geplanten Eingriffen (20,7:10.000 bzw. 8,0:10.000). Gleichfalls waren bei notfallmäßigen Eingriffen Herz-Kreislauf-Komplikationen (28,5:10.000; p<0,001), Allgemeine Reaktionen (22,8:10.000; p<0,001), Laborwerte (11,4:10.000; p<0,05), Komplikationen des Zentralen Nervensystems (p<0,05) und Läsionen (p<0,001) am häufigsten (beide 5,7:10.000).

Tabelle 10 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 0 – 1 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Geplant	Dringlich	Notfall	Gesamt
Atmung [†]	Nein	7829	383	185	8397
	Ja ¹	15 (19,1)	1 (26,0)	3 (159,6)	19 (22,6)
Herz-Kreislauf [‡]	Nein	7840	383	187	8410
	Ja ¹	4 (5,1)	1 (26,0)	1 (53,2)	6 (7,1)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein	7844	384	186	8414
	Ja ¹	0	0	2 (106,4)	2 (2,4)
Laborwerte	Nein	7842	383	188	8413
	Ja ¹	2 (2,5)	1 (26,0)	0	3 (3,6)
ZNS [†]	Nein	7844	383	188	8415
	Ja ¹	0	1 (26,0)	0	1 (1,2)
Läsionen [†]	Nein	7844	384	187	8415
	Ja ¹	0	0	1 (53,2)	1 (1,2)

Ebenfalls waren bei den 0 – 1 Jährigen (Abb. 8 und Tabelle 10) die Unterschiede zwischen den unterschiedlich dringlichen Eingriffen statistisch signifikant für Komplikationen der Atmung (p<0,001), des Herz-Kreislaufsystems (p<0,05), der Allgemeinen Reaktionen (p<0,001), des Zentralen Nervensystems (p<0,001) und der Läsionen (p<0,001). Die Inzidenzen der Komplikationen stiegen mit ansteigender Dringlichkeit.

Tabelle 11 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 1 – 6 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Geplant	Dringlich	Notfall	Gesamt
Atmung [‡]	Nein ¹	32371	1331	551	34253
	Ja ¹	35 (10,8)	5 (37,4)	3 (54,2)	43 (12,5)
Herz-Kreislauf [†]	Nein ¹	32402	1336	550	34288
	Ja ¹	4 (1,2)	0	4 (72,2)	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein ¹	32401	1333	554	34288
	Ja ¹	5 (1,5)	3 (22,5)	0	8 (2,3)
Laborwerte [‡]	Nein ¹	32400	1334	553	34287
	Ja ¹	6 (1,9)	2 (15,0)	1 (18,1)	9 (2,6)
ZNS	Nein ¹	32405	1336	554	34295
	Ja ¹	1 (0,3)	0	0	1 (0,3)
Läsionen	Nein ¹	32406	1336	554	34296
	Ja ¹	0	0	0	0

Gleiches war in der Altersgruppe der 1 – 6 Jährigen (Abb. 9 und Tabelle 11) bei Komplikationen der Atmung, des Herzkreislaufsystems, der Allgemeinen Reaktionen und der Laborwerte und bei den 6 – 16 Jährigen (Abb. 10 und Tabelle 12) in den Komplikationsbereichen der Atmung, der Allgemeinen Reaktionen und des Zentralen Nervensystems zu beobachten.

Tabelle 12 Komplikationen nach Dringlichkeit des Eingriffs bei 6 – 16 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Geplant	Dringlich	Notfall	Gesamt
Atmung [‡]	Nein	31848	2632	1009	35489
	Ja ¹	8 (2,5)	3 (11,4)	2 (19,8)	13 (3,6)
Herz-Kreislauf	Nein	31849	2634	1011	35494
	Ja ¹	7 (2,2)	1 (3,8)	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein	31853	2634	1009	35496
	Ja ¹	3 (0,9)	1 (3,8)	2 (19,8)	6 (1,7)
Laborwerte	Nein	31851	2634	1010	35495
	Ja ¹	5 (1,6)	1 (3,8)	1 (9,9)	7 (2,0)
ZNS [†]	Nein	31855	2635	1010	35500
	Ja ¹	1 (0,3)	0	1 (9,9)	2 (0,6)
Läsionen	Nein	31856	2635	1011	35502
	Ja ¹	0	0	0	0

3.3.4 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von dem Fachgebiet des Eingriffes
(Hypothese 4)

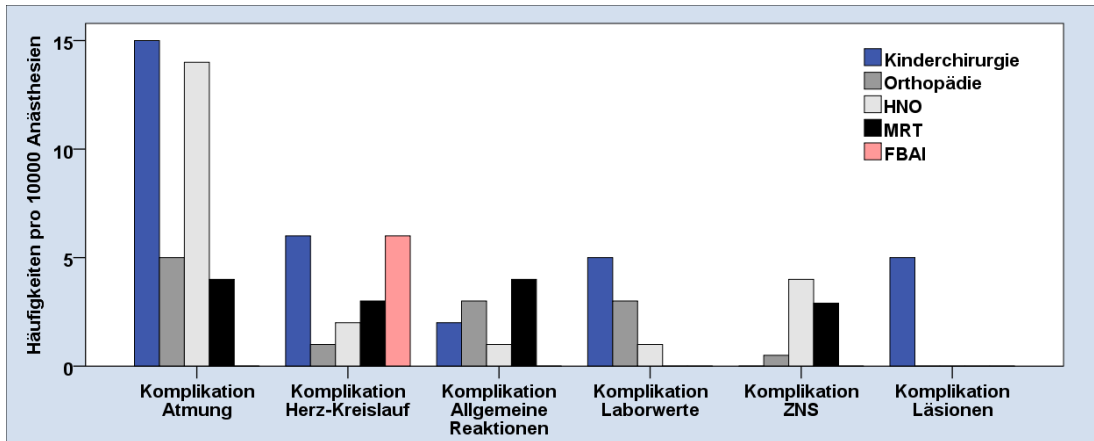


Abb. 11 Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

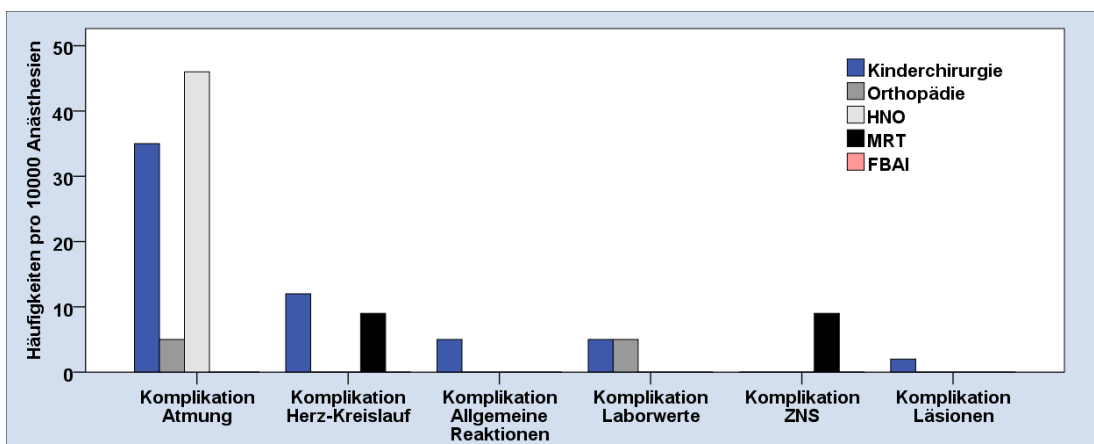


Abb. 12 Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

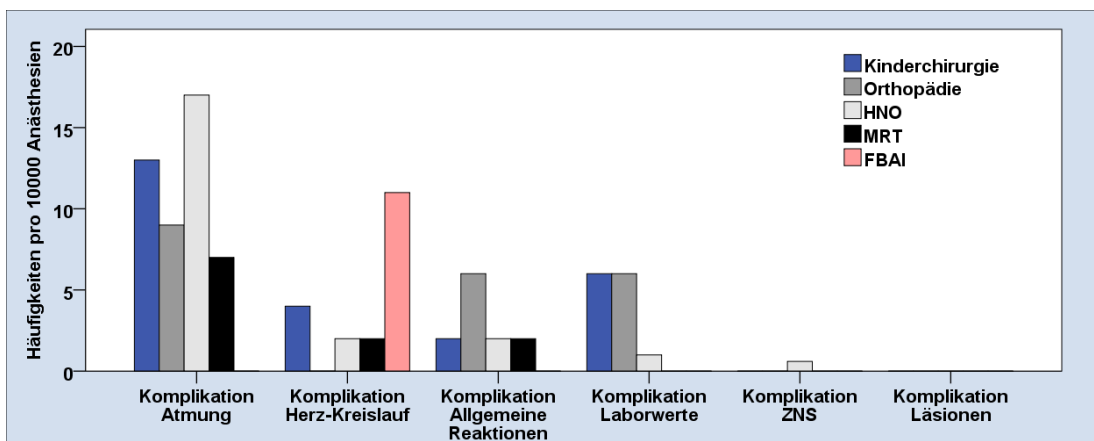


Abb. 13 Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

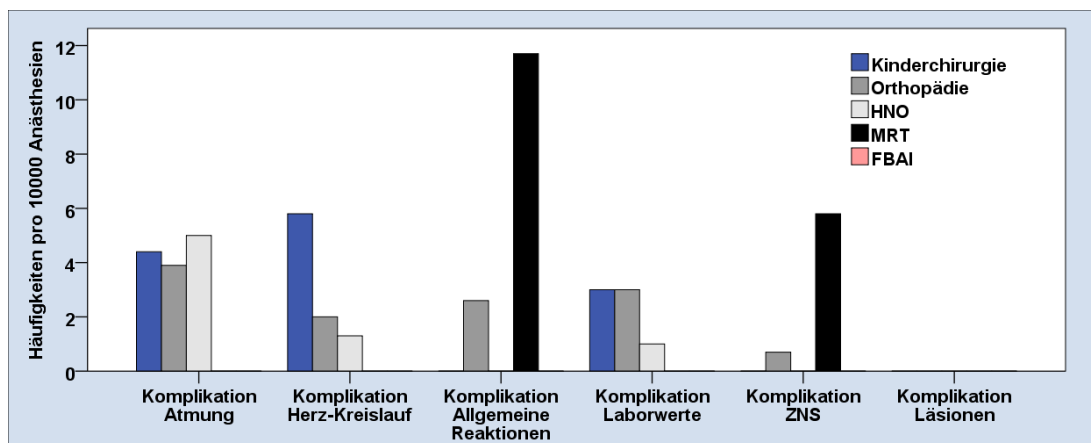


Abb. 14 Komplikationshäufigkeit nach Art des Fachgebietes pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Abbildungen 11 – 14 und Tabellen 13 – 16 zeigen die Komplikationshäufigkeit bei den verschiedenen Altersgruppen, abhängig, welchem Fachgebiet der Eingriff zugeordnet wurde (Beschreibung der Fachgebiete siehe 2.3).

In der Altersgruppe der 0 – 16 Jährigen (Abb. 11 und Tabelle 13) war einzig bei Komplikationen der Atmung der Unterschied der Inzidenzen zwischen den einzelnen Fachbereichen signifikant ($p < 0,05$). Komplikationen ereigneten sich hauptsächlich in den Fachbereichen Chirurgie (15,0:10.000) und HNO (13,6:10.000) Anästhesien, gefolgt von Orthopädie (4,8:10.000) und MRT (4,4:10.000). Obwohl nicht signifikant, ereigneten sich die meisten Herz-Kreislauf-Komplikationen im Fachbereich der Chirurgie (6,2:10.000; $p = 0,243$).

Der Unterschied zwischen den Komplikationshäufigkeiten der einzelnen Fachbereiche war bei den 0 – 1 Jährigen bei keiner Komplikationsgruppe signifikant (Abb. 12 und Tabelle 14). Atmungskomplikationen ($p = 0,406$) ereigneten sich zu größten Teilen in den Fachbereichen der Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten (46,2:10.000) und der Chirurgie (34,6:10.000).

Ebenso waren in den Altersgruppen der 1 – 6 und 6 – 16 Jährigen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Komplikationshäufigkeit zwischen den einzelnen Fachbereichen festzustellen (Abbildungen 13 und 14 bzw. Tabellen 15 und 16).

Tabelle 13 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 0 – 16 Jährigen

		Komplikationen pro 10.000 Anästhesien												
		Chirurgie		Orthopädie	HNO	MRT	Gastro	BOPP	OBE	FBAI	Neo1	INTA	OPNeuro	Gesamt
Atmung [‡]	Nein	19369	20625	24181	6788	1463	392	3480	1558	60	223	5	78144	
	Ja ¹	29 (15,0)	10 (4,8)	33 (13,6)	3 (4,4)	0	0	0	0	0	0	0	75 (9,6)	
Herz-Kreislauf	Nein	19386	20632	24210	6789	1463	392	3480	1557	60	223	5	78197	
	Ja ¹	12 (6,2)	3 (1,5)	4 (1,7)	2 (2,9)	0	0	0	1 (6,4)	0	0	0	22 (2,8)	
Allgemeine Reaktionen	Nein	19394	20629	24211	6788	1463	392	3480	1558	60	223	5	78203	
	Ja ¹	4 (2,1)	6 (2,9)	3 (1,2)	3 (4,4)	0	0	0	0	0	0	0	16 (2,0)	
Laborwerte	Nein	19389	20628	24211	6791	1463	392	3480	1558	60	223	5	78200	
	Ja ¹	9 (4,6)	7 (3,4)	3 (1,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	19 (2,4)	
ZNS	Nein	19398	20634	24213	6789	1463	392	3480	1558	60	223	5	78215	
	Ja ¹	0	1 (0,5)	1 (0,4)	2 (2,9)	0	0	0	0	0	0	0	4 (0,5)	
Läsionen	Nein	19397	20635	24214	6791	1463	392	3480	1558	60	223	5	78218	
	Ja ¹	1 (0,5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0,1)	

[‡] p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

Tabelle 14 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 0 – 1 Jährigen

		Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien											
		Chirurgie	Orthopädie	HNO	MRT	Gastro	BOPP	OBE	FBAI	Neol	INTA	OPNeuro	Gesamt
Atmung	Nein	4314	1999	647	1064	17	101	114	76	24	39	2	8397
	Ja ¹	15 (34,6)	1 (5,0)	3 (46,2)	0	0	0	0	0	0	0	0	19 (22,6)
Herz-Kreislauf	Nein	4324	2000	650	1063	17	101	114	76	24	39	2	8410
	Ja ¹	5 (11,6)	0	1 (9,4)	0	0	0	0	0	0	0	0	6 (7,1)
Allgemeine Reaktionen	Nein	4327	2000	650	1064	17	101	114	76	24	39	2	8414
	Ja ¹	2 (4,6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (2,4)
Laborwerte	Nein	4327	1999	650	1064	17	101	114	76	24	39	2	8413
	Ja ¹	2 (4,6)	1 (5,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (3,6)
ZNS	Nein	4329	2000	650	1063	17	101	114	76	24	39	2	8415
	Ja ¹	0	0	1 (9,4)	1 (9,4)	0	0	0	0	0	0	0	1 (1,2)
Läsionen	Nein	4328	2000	650	1064	17	101	114	76	24	39	2	8415
	Ja ¹	1 (2,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1,2)

Tabelle 15 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 1 – 6 Jährigen

		Komplikationen pro 10.000 Anästhesien											
		Chirurgie	Orthopädie	HNO	MRT	Gastro	BOPP	OBE	FBAI	Neol	INTA	OPNeuro	Gesamt
Atmung	Nein	8202	3399	15554	4014	403	253	1451	880	21	76	2	34255
	Ja ¹	11 (13,4)	3 (8,8)	26 (16,7)	3 (7,5)	0	0	0	0	0	0	0	43 (12,5)
Herz-Kreislauf	Nein	8210	3402	15577	4016	403	253	1451	879	21	76	2	34290
	Ja ¹	3 (3,7)	0	3 (1,9)	1 (2,5)	0	0	0	1 (11,4)	0	0	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	8211	3400	15577	4016	403	253	1451	880	21	76	2	34290
	Ja ¹	2 (2,4)	2 (5,9)	3 (1,9)	1 (2,5)	0	0	0	0	0	0	0	8 (2,3)
Laborwerte	Nein	8208	3400	15578	4017	403	253	1451	880	21	76	2	24289
	Ja ¹	5 (6,1)	2 (5,9)	2 (1,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	9 (2,6)
ZNS	Nein	8213	3402	15579	4017	403	253	1451	880	21	76	2	34297
	Ja ¹	0	0	1 (0,6)	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0,3)
Läsionen	Nein	8213	3402	15580	4017	403	253	1451	880	21	76	2	34298
	Ja ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

Tabelle 16 Komplikationen nach Art des Fachgebietes bei 6 – 16 Jährigen

		Komplikationen pro 10.000 Anästhesien												
		Chirurgie	Orthopädie	HNO	MRT	Gastro	BOPP	OBE	FBAI	Neo1	INTA	OPNeuro	Gesamt	
Atmung	Nein	6853	15227	7980	1710	1043	38	1915	602	15	108	1	35492	
	Ja ¹	3 (4,4)	6 (3,9)	4 (5,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	13 (3,7)	
Herz-Kreislauf	Nein	6852	15230	7983	1710	1043	38	1915	602	15	108	1	35497	
	Ja ¹	4 (5,8)	3 (2,0)	1 (1,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	8 (2,3)	
Allgemeine Reaktionen	Nein	6856	15229	7984	1708	1043	38	1915	602	15	108	1	35499	
	Ja ¹	0	4 (2,6)	0	2 (11,7)	0	0	0	0	0	0	0	6 (1,7)	
Laborwerte	Nein	6854	15229	7983	1710	1043	38	1915	602	15	108	1	35498	
	Ja ¹	2 (2,9)	4 (2,6)	1 (1,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	7 (2,0)	
ZNS	Nein	6856	15232	7984	1709	1043	38	1915	602	15	108	1	35503	
	Ja ¹	0	1 (0,7)	0	1 (5,8)	0	0	0	0	0	0	0	2 (0,6)	
Läsionen	Nein	6856	15223	7984	1710	1043	38	1915	602	15	108	1	35505	
	Ja ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

3.3.5 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Regionalanästhesie
(Hypothese 5)

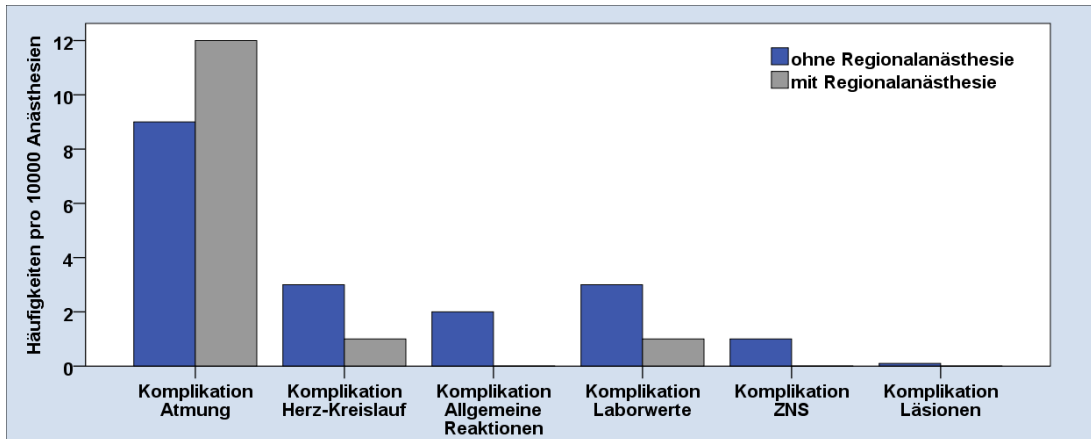


Abb. 15 Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

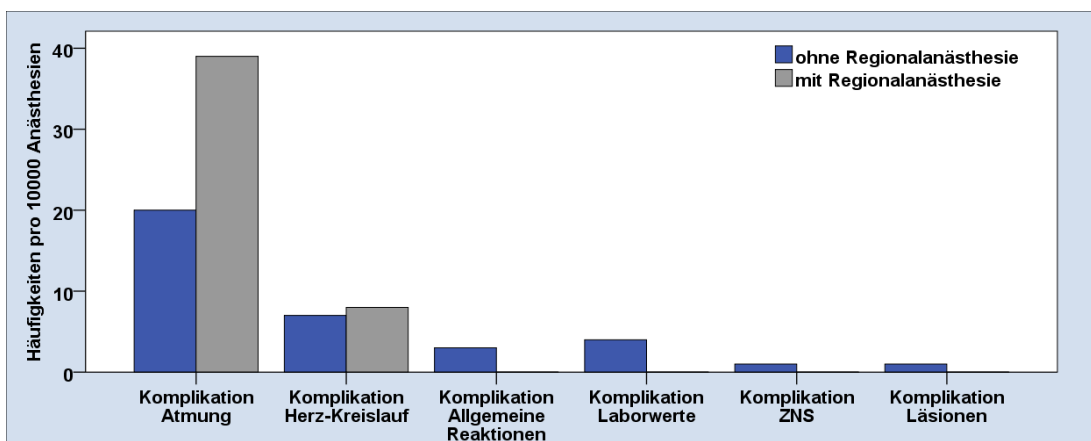


Abb. 16 Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

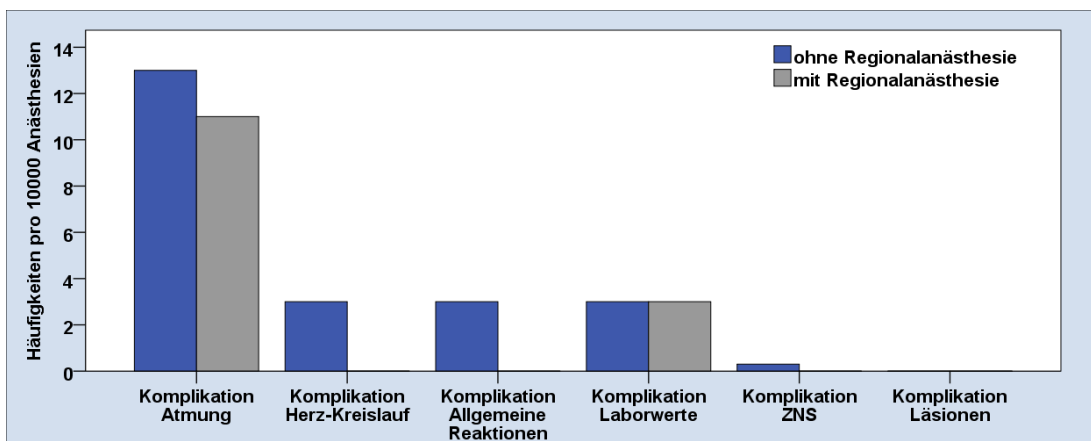


Abb. 17 Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

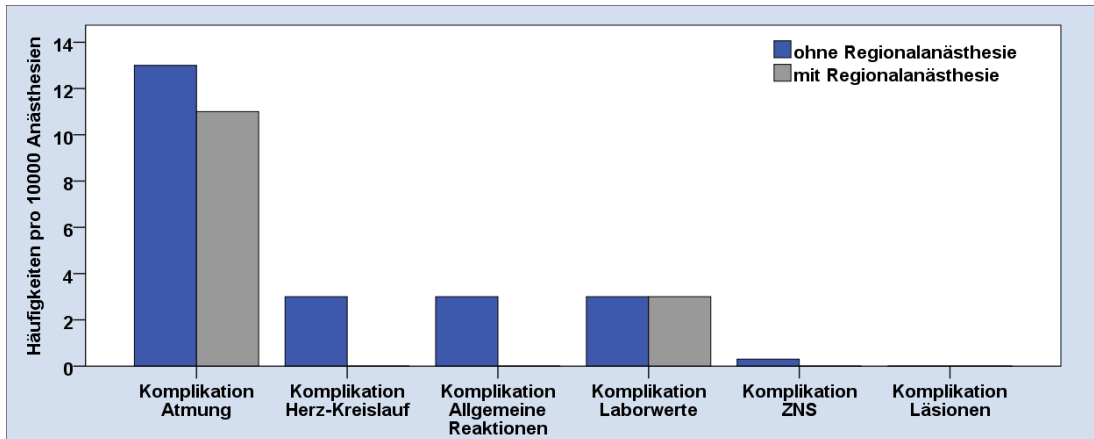


Abb. 18 Komplikationshäufigkeit bei Regionalanästhesie pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Tabelle 17 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 0 – 16 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Regionalanästhesie Nein	Regionalanästhesie Ja	Gesamt
Atmung	Nein	69688	8456	78144
	Ja ¹	65 (9,3)	10 (11,8)	75 (9,6)
Herz- Kreislauf	Nein	69732	8465	78197
	Ja ¹	21 (3,0)	1 (1,2)	22 (2,8)
Allgemeine Reaktionen	Nein	69737	8466	78203
	Ja ¹	16 (2,3)	0	16 (2,0)
Laborwerte	Nein	69735	8465	78200
	Ja ¹	18 (2,6)	1 (1,2)	19 (2,4)
ZNS	Nein	69749	8466	78215
	Ja ¹	4 (0,6)	0	4 (0,5)
Läsionen	Nein	69752	8466	78218
	Ja ¹	1 (0,1)	0	1 (0,1)

In keiner Altersgruppe konnte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Abhängigkeit der Komplikationshäufigkeit von der Anwendung von Regionalanästhesie festgestellt werden. Dennoch waren bei den 0 – 1 Jährigen Atmungskomplikationen doppelt so häufig bei Anwendung von Regionalanästhesie beobachtet worden als ohne Anwendung von Regionalanästhesie (38,8:10.000 bzw. 19,6:10.000; p=0,197).

Tabelle 18 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 0 – 1 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Regionalanästhesie	Regionalanästhesie	Gesamt
		Nein	Ja	
Atmung	Nein	7112	1285	8397
	Ja ¹	14 (19,6)	5 (38,8)	19 (22,6)
Herz-Kreislauf	Nein	7121	1289	8410
	Ja ¹	5 (7,0)	1 (7,8)	6 (7,1)
Allgemeine Reaktionen	Nein	7124	1290	8414
	Ja ¹	2 (2,8)	0	2 (2,4)
Laborwerte	Nein	7123	1290	8413
	Ja ¹	3 (4,2)	0	3 (3,6)
ZNS	Nein	7125	1290	8415
	Ja ¹	1 (1,4)	0	1 (1,2)
Läsionen	Nein	7125	1290	8415
	Ja ¹	1 (1,4)	0	1 (1,2)

Tabelle 19 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 1 – 6 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Regionalanästhesie	Regionalanästhesie	Gesamt
		Nein	Ja	
Atmung	Nein	30661	3594	34255
	Ja ¹	39 (12,7)	4 (11,1)	43 (12,5)
Herz-Kreislauf	Nein ¹	30692	3598	34290
	Ja ¹	8 (2,6)	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	30692	3598	34290
	Ja ¹	8 (2,6)	0	8 (2,3)
Laborwerte	Nein	30692	3597	34289
	Ja ¹	8 (2,6)	1 (2,8)	9 (2,6)
ZNS	Nein	30699	3598	34297
	Ja ¹	1 (0,3)	0	1 (0,3)
Läsionen	Nein	30700	3598	34298
	Ja ¹	0	0	0

Tabelle 20 Komplikationen bei Regionalanästhesie bei 6 – 16 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Regionalanästhesie	Regionalanästhesie	Gesamt
		Nein	Ja	
Atmung	Nein	31915	3577	35492
	Ja ¹	12 (3,8)	1 (2,8)	13 (3,7)
Herz-Kreislauf	Nein	31919	3578	35497
	Ja ¹	8 (2,5)	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	31921	3578	35499
	Ja ¹	6 (1,9)	0	6 (1,7)
Laborwerte	Nein	31290	3578	35498
	Ja ¹	7 (2,2)	0	7 (2,0)
ZNS	Nein	31925	3578	35503
	Ja ¹	2 (0,6)	0	2 (0,6)
Läsionen	Nein	31927	3578	35505
	Ja ¹	0	0	0

3.3.6 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig davon, ob es sich um eine Narkose zu einer operativen oder zu einer diagnostischen Maßnahme handelt (Hypothese 6)

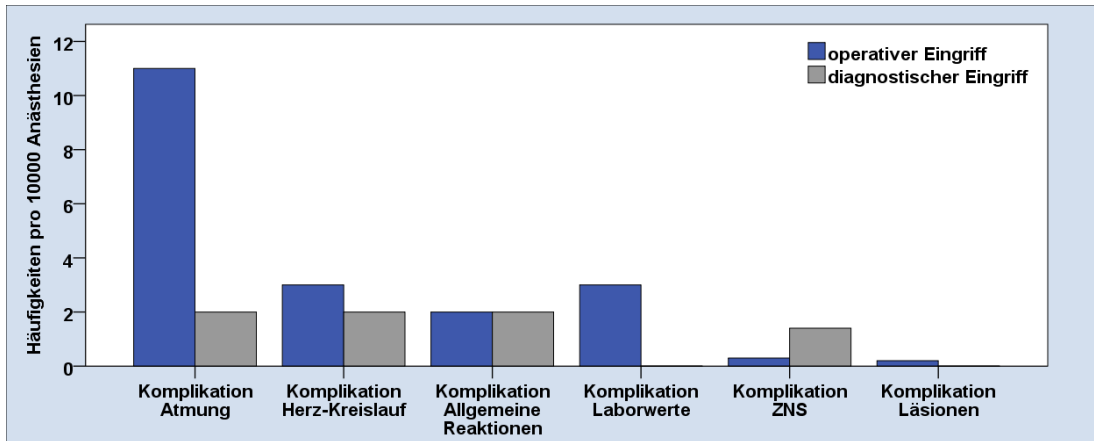


Abb. 19 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

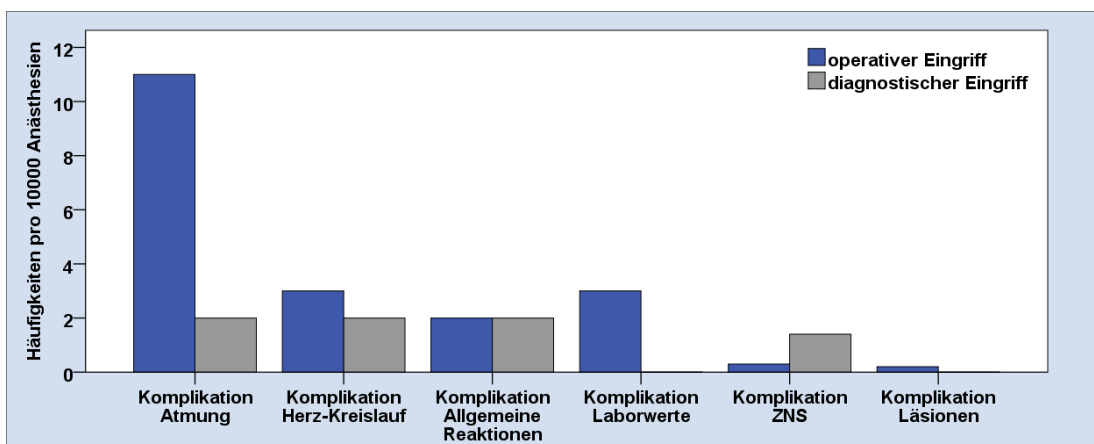


Abb. 20 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

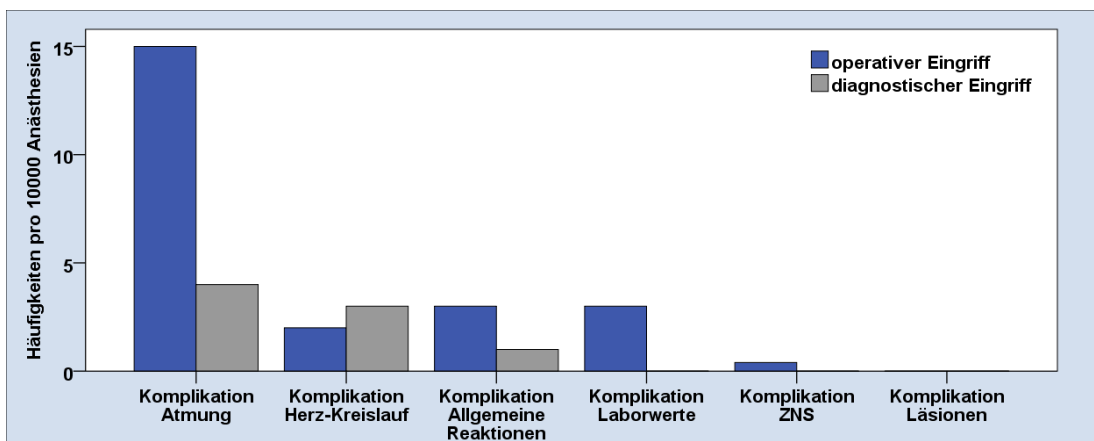


Abb. 21 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

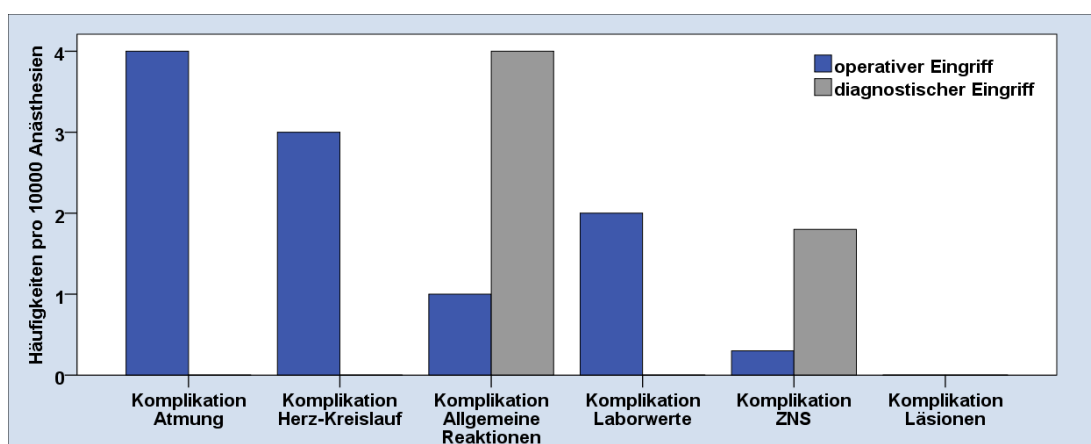


Abb. 22 Komplikationshäufigkeit nach Art des Eingriffes pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Tabelle 21 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 0 – 16 Jährigen

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Operativ	Diagnostisch	Gesamt
Atmung‡	Nein	64175	13969	78144
	Ja ¹	72 (11,2)	3 (2,1)	75 (9,6)
Herz-Kreislauf	Nein	64228	13969	78197
	Ja ¹	19 (3,0)	3 (2,1)	22 (2,8)
Allgemeine Reaktionen	Nein	64234	13969	78203
	Ja ¹	13 (2,0)	3 (2,1)	16 (2,0)
Laborwerte‡	Nein	64228	13972	78200
	Ja ¹	19 (3,0)	0	19 (2,4)
ZNS	Nein	64245	13970	78215
	Ja ¹	2 (0,3)	2 (1,4)	4 (0,5)
Läsionen	Nein	64246	13972	78218
	Ja ¹	1 (0,2)	0	1 (0,1)

Atmungskomplikationen traten bei 0 – 16 Jährigen signifikant häufiger bei Anästhesien bei operativen Eingriffen auf als bei diagnostischen Eingriffen (11,2:10.000 bzw. 2,1:10.000; p<0,05). Ebenso wurden bei dieser Altersgruppe Laborwerte (z.B. Azidose) signifikant häufiger bei Anästhesien bei operativen Eingriffen als bei diagnostischen Eingriffen als Komplikationen eingestuft (3,0:10.000 bzw. 0,0:10.000; p<0,05).

Tabelle 22 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 0 – 1 Jährigen

* p=0,060;

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Operativ	Diagnostisch	Gesamt
Atmung*	Nein	6960	1437	8397
	Ja ¹	19 (27,2)	0	19 (22,6)
Herz-Kreislauf	Nein	6974	1436	8410
	Ja ¹	5 (7,2)	1 (7,0)	6 (7,1)
Allgemeine Reaktionen	Nein	6977	1437	8414
	Ja ¹	2 (2,9)	0	2 (2,4)
Laborwerte	Nein	6976	1437	8413
	Ja ¹	3 (4,3)	0	3 (3,6)
ZNS	Nein	6979	1436	8415
	Ja ¹	0	1 (7,0)	1 (1,2)
Läsionen	Nein	6978	1437	8415
	Ja ¹	1 (1,4)	0	1 (1,2)

In der Altersgruppe der 0 – 1 Jährigen wurde für Unterschiede der Inzidenzen von Atmungskomplikationen eine grenzwertige Signifikanz (p=0,060) errechnet. Sie traten bei operativen Eingriffen vermehrt im Vergleich zu Eingriffen diagnostischer Natur auf (27,2:10.000 und 0,0:10.000).

Tabelle 23 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 1 – 6 Jährigen

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Operativ	Diagnostisch	Gesamt
Atmung‡	Nein	27155	7100	34255
	Ja ¹	40 (14,7)	3 (4,2)	43 (12,5)
Herz-Kreislauf	Nein	27189	7101	34290
	Ja ¹	6 (2,2)	2 (2,8)	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	27188	7102	34290
	Ja ¹	7 (2,6)	1 (1,4)	8 (2,2)
Laborwerte	Nein	27186	7103	34289
	Ja ¹	9 (3,3)	0	9 (2,6)
ZNS	Nein	27194	7103	34297
	Ja ¹	1 (0,4)	0	1 (0,3)
Läsionen	Nein	27195	7103	34298
	Ja ¹	0	0	0

Bei den 1 – 6 Jährigen waren Komplikationen der Atmung signifikant häufiger bei operativen Eingriffen zu beobachten als bei diagnostischen Eingriffen (14,7:10.000 bzw. 4,2:10.000; p<0,05).

Tabelle 24 Komplikationen nach Art des Eingriffes bei 6 – 16 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Operativ	Diagnostisch	Gesamt
Atmung	Nein	30060	5432	35492
	Ja ¹	13 (4,3)	0	13 (3,7)
Herz-Kreislauf	Nein	30065	5432	35497
	Ja ¹	8 (2,7)	0	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	30069	5430	35499
	Ja ¹	4 (1,3)	2 (3,7)	6 (1,7)
Laborwerte	Nein	30066	5432	35498
	Ja ¹	7 (2,3)	0	7 (2,0)
ZNS	Nein	30072	5431	35503
	Ja ¹	1 (0,3)	1 (1,9)	2 (0,6)
Läsionen	Nein	30073	5432	35505
	Ja ¹	0	0	0

In der Gruppe der 6 – 16 Jährigen waren keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens von Komplikationen zwischen Eingriffen operativer und diagnostischer Natur festzustellen.

3.3.7 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Notwendigkeit von Bluttransfusionen (Hypothese 7)

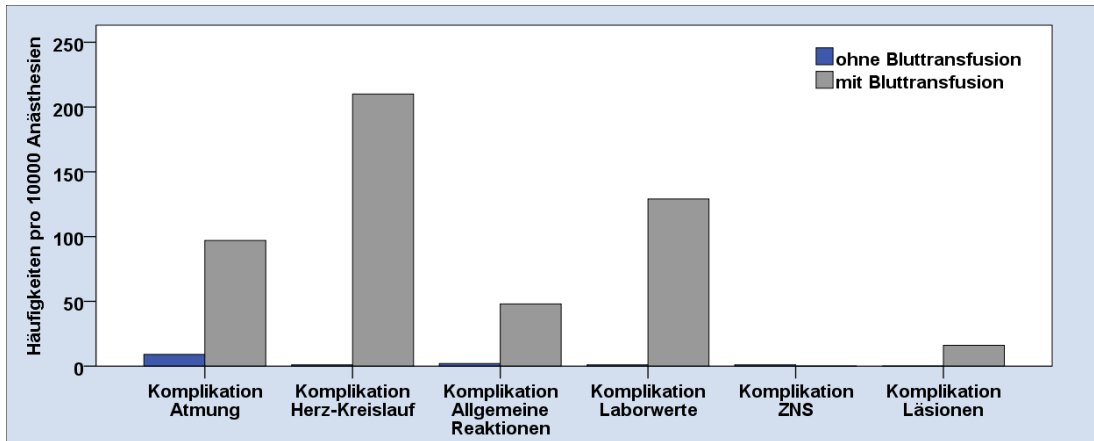


Abb. 23 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

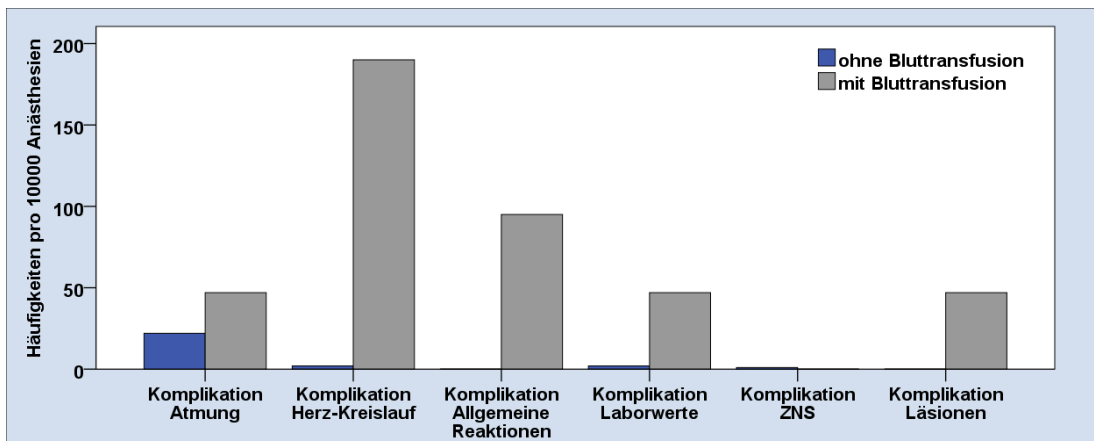


Abb. 24 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

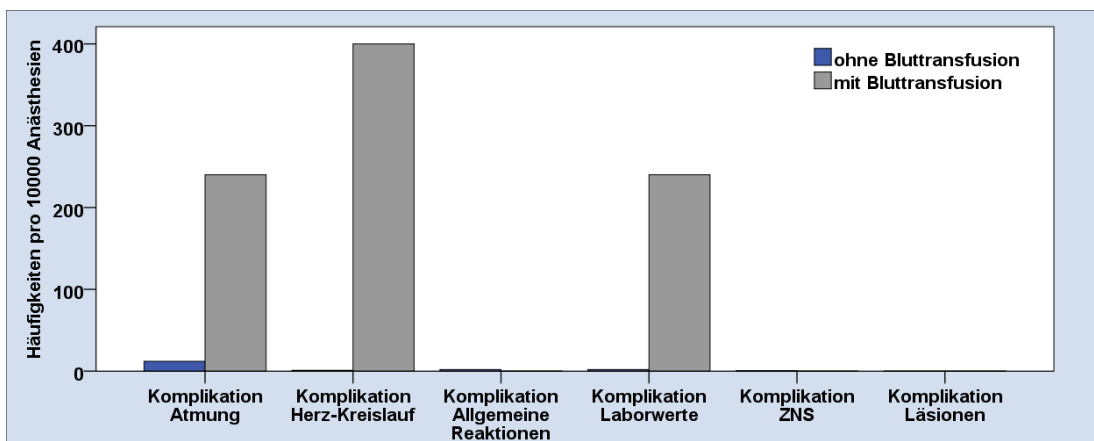


Abb. 25 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

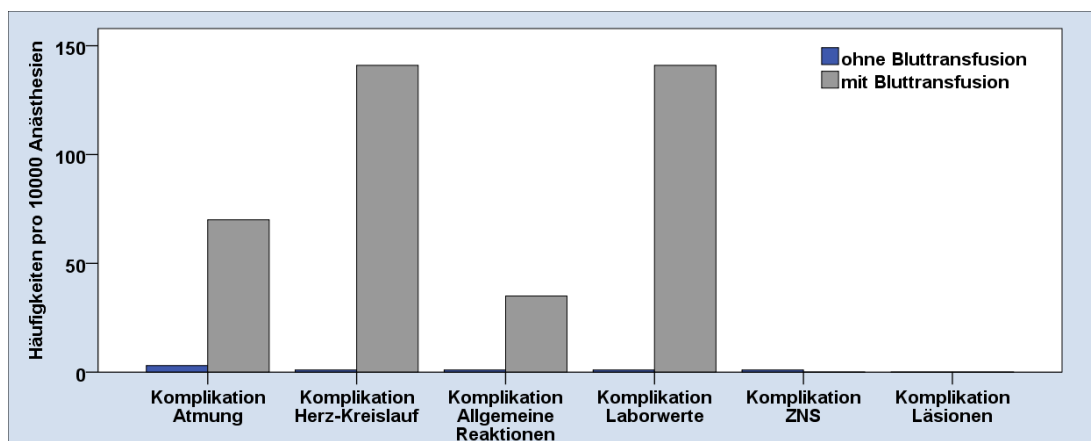


Abb. 26 Komplikationshäufigkeit bei Bluttransfusionen pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Tabelle 25 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 0 – 16 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Bluttransfusion Nein	Bluttransfusion Ja	Gesamt
Atmung [†]	Nein	77530	614	78144
	Ja ¹	69 (8,9)	6 (96,8)	75 (9,6)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	77590	607	78197
	Ja ¹	9 (1,2)	13 (209,7)	22 (2,8)
Allgemeine Reaktionen [†]	Nein	77586	617	78203
	Ja ¹	13 (1,7)	3 (48,4)	16 (2,0)
Laborwerte [†]	Nein	77588	612	78200
	Ja ¹	11 (1,4)	8 (129,0)	19 (2,4)
ZNS	Nein	77595	620	78215
	Ja ¹	4 (0,5)	0	4 (0,5)
Läsionen [‡]	Nein	77599	619	78218
	Ja ¹	0	1 (16,1)	1 (0,1)

Bei den 0 – 16 Jährigen konnten signifikante Unterschiede in fast allen Komplikationsgruppen beobachtet werden. Komplikationen der Atmung traten über 10-mal häufiger bei Anwendung von Bluttransfusionen auf im Vergleich, wenn keine Bluttransfusionen angewendet wurden (96,8:10.000 bzw. 8,9:10.000; p<0,001), während Herz-Kreislauf-Komplikationen über 174-mal häufiger bei Anwendung von Bluttransfusionen auftraten (209,7:10.000; p<0,001). Bei Allgemeinen Reaktionen, Laborwerten und Läsionen konnten ebenfalls signifikant vermehrt Komplikationen beobachtet werden, wenn Bluttransfusionen gegeben wurden (Abb. 23 und Tabelle 25).

Tabelle 26 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 0 – 1 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Bluttransfusion Nein	Bluttransfusion Ja	Gesamt
Atmung	Nein	8187	210	8397
	Ja ¹	18 (21,9)	1 (47,4)	19 (22,6)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	8203	207	8410
	Ja ¹	2 (2,4)	4 (189,6)	6 (7,1)
Allgemeine Reaktionen [‡]	Nein	8205	209	8414
	Ja ¹	0	2 (94,8)	2 (2,4)
Laborwerte	Nein	8203	210	8413
	Ja ¹	2 (2,4)	1 (47,4)	3 (3,6)
ZNS	Nein	8204	211	8415
	Ja ¹	1 (1,2)	0	1 (1,2)
Läsionen [‡]	Nein	8205	210	8415
	Ja ¹	0	1 (47,4)	1 (1,2)

Bei 0 – 1 Jährigen traten signifikant häufiger Komplikationen von Herz-Kreislauf, Laborwerten und Läsionen auf, wenn Bluttransfusionen gegeben wurden (Abb. 24 und Tabelle 26). Die Zahl an Herz-Kreislauf-Komplikationen lag 79-mal so hoch wie ohne Gabe von Bluttransfusionen (189,6:10.000 zu 2,4:10.000; p<0,001). Allgemeine Reaktionen (94,8:10.000; p<0,05) und Läsionen (47,4:10.000; p<0,05) traten nur bei Gabe von Bluttransfusionen auf. Atmungskomplikationen, auch wenn nicht signifikant, traten etwas mehr als doppelt so häufig auf bei Gabe von Bluttransfusionen (47,4:10.000 zu 21,9:10.000; p=0383).

In der Altersgruppe der 1 – 6 Jährigen (Abb. 25 und Tabelle 27) traten Atmungskomplikationen bei Gabe von Bluttransfusionen über 20-mal häufiger auf, als wenn keine Bluttransfusionen notwendig waren. (240,0:10.000 bzw. 11,7:10.000; p<0,05). Selbiges war bei Komplikationen des Herz-Kreislauf-Systems (400,0:10.000 bzw. 0,9:10.000; p<0,001) und bei Laborwerten (240,0:10.000 bzw. 1,8:10.000; p<0,001) in noch stärkerer Form zu beobachten.

Tabelle 27 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 1 – 6 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Bluttransfusion Nein	Bluttransfusion Ja	Gesamt
Atmung [‡]	Nein	34133	122	34255
	Ja ¹	40 (11,7)	3 (240,0)	43 (12,5)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	34170	120	34290
	Ja ¹	3 (0,9)	5 (400,0)	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen	Nein	34165	125	34290
	Ja ¹	8 (2,3)	0	8 (2,3)
Laborwerte [†]	Nein	34167	122	34289
	Ja ¹	6 (1,8)	3 (240,0)	9 (02,6)
ZNS	Nein	34172	125	34297
	Ja ¹	1 (0,3)	0	1 (0,3)
Läsionen	Nein	34173	125	34298
	Ja ¹	0	0	0

Tabelle 28 Komplikationen bei Bluttransfusionen bei 6 – 16 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Bluttransfusion Nein	Bluttransfusion Ja	Gesamt
Atmung [‡]	Nein	35210	282	35492
	Ja ¹	11 (3,1)	2 (70,4)	13 (3,7)
Herz-Kreislauf [†]	Nein	35217	280	35497
	Ja ¹	4 (1,1)	4 (140,8)	8 (2,3)
Allgemeine Reaktionen [‡]	Nein	35216	283	35499
	Ja ¹	5 (1,4)	1 (35,2)	6 (2,7)
Laborwerte [†]	Nein	35218	280	35498
	Ja ¹	3 (0,9)	4 (140,8)	7 (2,0)
ZNS	Nein	35219	284	35503
	Ja ¹	2 (0,6)	0	2 (0,6)
Läsionen	Nein	35221	284	35505
	Ja ¹	0	0	0

Bei Narkosen von 6 – 16 Jährigen (Abb. 26 und Tabelle 28) ereigneten sich signifikant mehr Komplikationen der Atmung (70,4:10.000 bzw. 3,1:10.000; p<0,05), des Herz-Kreislauf-Systems (140,8:10.000 bzw. 1,1:10.000; p<0,001), Allgemeine Reaktionen (35,2:10.000 bzw. 1,4:10.000; p<0,05) und Laborwerte (140,8:10.000 bzw. 0,9:10.000; p<0,001) bei Gabe von Bluttransfusionen, als wenn keine Bluttransfusionen gegeben wurden.

3.3.8 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Art der Narkoseeinleitung
(01.01.2006 bis 31.12.2011) [Hypothese 8]

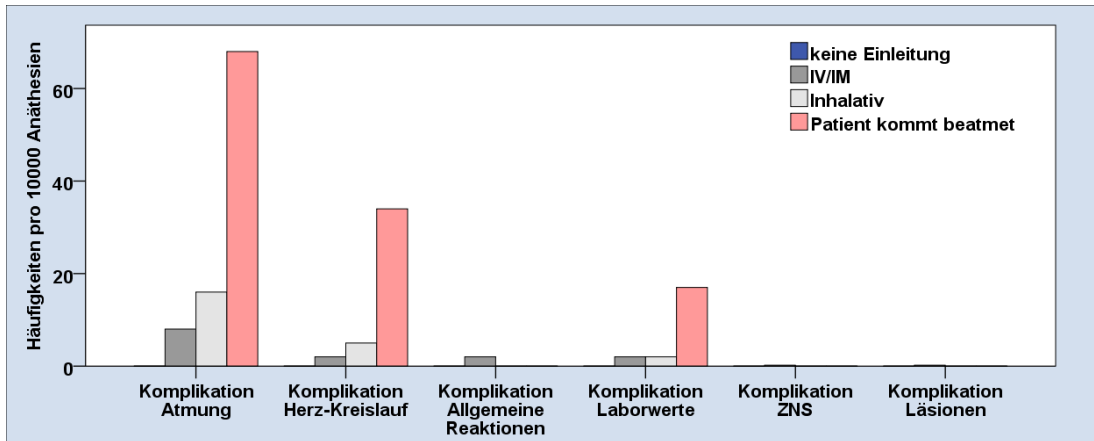


Abb. 27 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

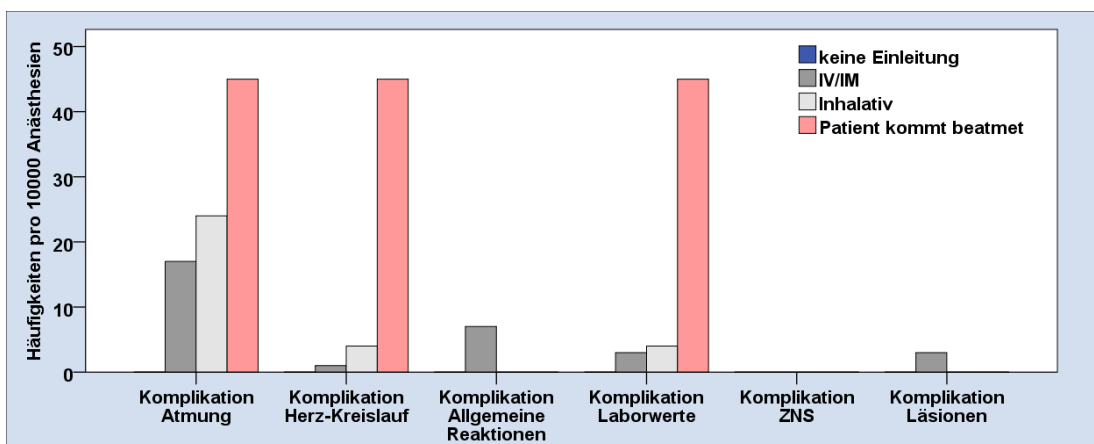


Abb. 28 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

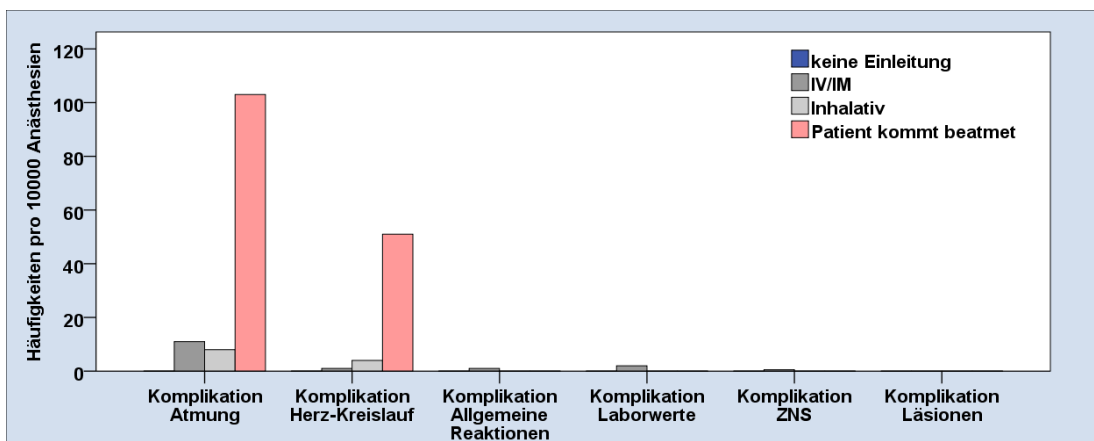


Abb. 29 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

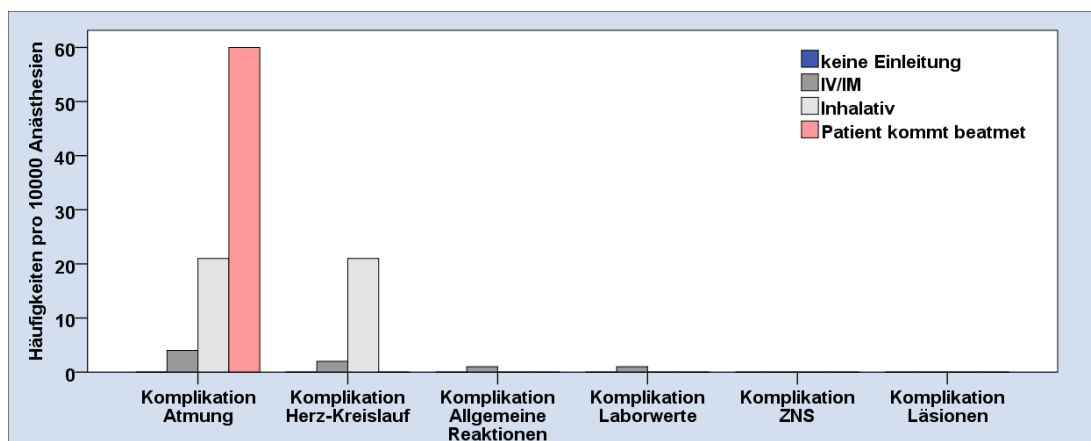


Abb. 30 Komplikationshäufigkeit nach Art der Anästhesieeinleitung pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Tabelle 29 Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 0 – 16 Jährigen

† p<0,001

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Einleitung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Pat. beatmet	Gesamt
Atmung†	Nein	954	45916	5467	582	52919
	Ja ¹	0	36 (7,8)	9 (16,4)	4 (68,3)	49 (9,3)
Herz-Kreislauf†	Nein	954	45943	5473	584	52954
	Ja ¹	0	9 (2,0)	3 (5,5)	2 (34,1)	14 (2,6)
Allgemeine Reaktionen	Nein	954	45944	5476	586	52960
	Ja ¹	0	8 (1,7)	0	0	8 (1,5)
Laborwerte	Nein	954	45944	5475	585	52958
	Ja ¹	0	8 (1,7)	1 (1,8)	1 (17,1)	10 (1,9)
ZNS	Nein	954	45951	5476	586	52967
	Ja ¹	0	1 (0,2)	0	0	1 (0,2)
Läsionen	Nein	954	45951	5476	586	52967
	Ja ¹	0	1 (0,2)	0	0	1 (0,2)

0 – 16 Jährige (Abb. 27 und Tabelle 29) hatten am häufigsten Atmungskomplikationen, wenn der Patient bereits beatmet in den OP kam (68,3:10.000), gefolgt von inhalativer und totalintravenöser Narkoseeinleitung (16,4:10.000 bzw. 7,8:10.000). Herz-Kreislauf-Komplikationen traten in dieser Altersgruppe ebenfalls am häufigsten auf, wenn der Patient bereits beatmet war (34,1:10.000), gefolgt von inhalativer und totalintravenöser Einleitung (5,5:10.000 bzw. 2,0:10.000). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Einleitungsverfahren waren für beide oben genannten Komplikationsarten statistisch höchst signifikant. (34,1:10.000 bzw. 5,5:10.000 bzw. 2,0:10.000; p<0,001).

Tabelle 30 Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 0 – 1 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Einleitung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Pat. beatmet	Gesamt
Atmung	Nein	42	2939	2464	223	5668
	Ja ¹	0	5 (17,0)	6 (24,3)	1 (44,6)	12 (21,1)
Herz- Kreislauf	Nein	42	2941	2469	223	5675
	Ja ¹	0	3 (10,2)	1 (4,0)	1 (44,6)	5 (8,8)
Allgemeine Reaktionen	Nein	42	2942	2470	224	5678
	Ja ¹	0	2 (6,8)	0	0	2 (3,5)
Laborwerte	Nein	42	2943	2469	223	5677
	Ja ¹	0	1 (3,4)	1 (4,0)	1 (44,6)	3 (5,3)
ZNS	Nein	42	2944	2470	224	5680
	Ja ¹	0	0	0	0	0
Läsionen	Nein	42	2943	2470	224	5679
	Ja ¹	0	1 (3,4)	0	0	1 (1,8)

Bei 0 – 1 Jährigen waren keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Komplikationshäufigkeit bei unterschiedlicher Narkoseeinleitung festzustellen (Abb. 28 und Tabelle 30).

Tabelle 31 Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 1 – 6 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Einleitung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Pat. beatmet	Gesamt
Atmung [‡]	Nein	359	20356	2525	193	23433
	Ja ¹	0	22 (10,8)	2 (7,9)	2 (102,6)	26 (11,1)
Herz- Kreislauf [†]	Nein	359	20376	2526	194	23455
	Ja ¹	0	2 (1,0)	1 (4,0)	1 (51,3)	4 (1,7)
Allgemeine Reaktionen	Nein	359	20375	2527	195	23456
	Ja ¹	0	3 (1,5)	0	0	3 (1,3)
Laborwerte	Nein	359	20374	2527	195	23455
	Ja ¹	0	4 (2,0)	0	0	4 (1,7)
ZNS	Nein	359	20377	2527	195	23458
	Ja ¹	0	1 (0,5)	0	0	1 (0,4)
Läsionen	Nein	359	20378	2527	195	23459
	Ja ¹	0	0	0	0	0

In der Gruppe der 1 – 6 Jährigen (Abb. 29 und Tabelle 31) waren signifikante Unterschiede zwischen den Narkoseeinleitungsverfahren bei Atmungs- und Herz-Kreislauf-Komplikationen zu beobachten (p<0,05 bzw. p<0,001). Zwischenfälle der Atmung geschahen häufiger, wenn der Patient beatmet in den Operationssaal kam

(102,6:10.000), als wenn die Narkose inhalativ (7,9:10.000) oder totalintravenös (10,8:10.000) eingeleitet wurde. Bei Herz-Kreislauf-Komplikationen konnte dies ebenfalls festgestellt werden. Die Komplikationshäufigkeit lag höher bei schon beatmeten Patienten (51,3:10.000) als bei inhalativer (4,0:10.000) oder totalintravenöser Anästhesieeinleitung (1,0:10.000).

Tabelle 32 Komplikationen nach Art der Anästhesieeinleitung bei 6 – 16 Jährigen

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Einleitung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Pat. beatmet	Gesamt
Atmung‡	Nein	553	22621	478	166	23818
	Ja ¹	0	9 (4,0)	1 (20,9)	1 (59,9)	11 (4,6)
Herz- Kreislauf‡	Nein	553	22626	478	167	23824
	Ja ¹	0	4 (1,8)	1 (20,9)	0	5 (2,1)
Allgemeine Reaktionen	Nein	553	22627	479	167	23826
	Ja ¹	0	3 (1,3)	0	0	3 (1,3)
Laborwerte	Nein	553	22627	479	167	23826
	Ja ¹	0	3 (1,3)	0	0	3 (1,3)
ZNS	Nein	553	22630	479	167	23829
	Ja ¹	0	0	0	0	0
Läsionen	Nein	553	22630	479	167	23829
	Ja ¹	0	0	0	0	0

Auch bei 6 – 16 Jährigen lagen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Anästhesieeinleitungsverfahren vor bei Atmungs- und Herz-Kreislauf-Komplikationen (jeweils p<0,05). Bei Zwischenfällen der Atmung war die Inzidenz am höchsten bei bereits beatmeten Patienten, gefolgt von inhalativer und totalintravenöser Narkoseeinleitung (20,9:10.000 bzw. 4,0:10.000). Komplikationen des Herz-Kreislaufsystems traten häufiger bei inhalativer Einleitung auf, als bei Totalintravenöser (20,9:10.000 bzw. 1,8:10.000).

3.3.9 Die Komplikationshäufigkeit ist abhängig von der Art der Anästhesieaufrechterhaltung (01.01.2006 bis 31.12.2011) [Hypothese 9]

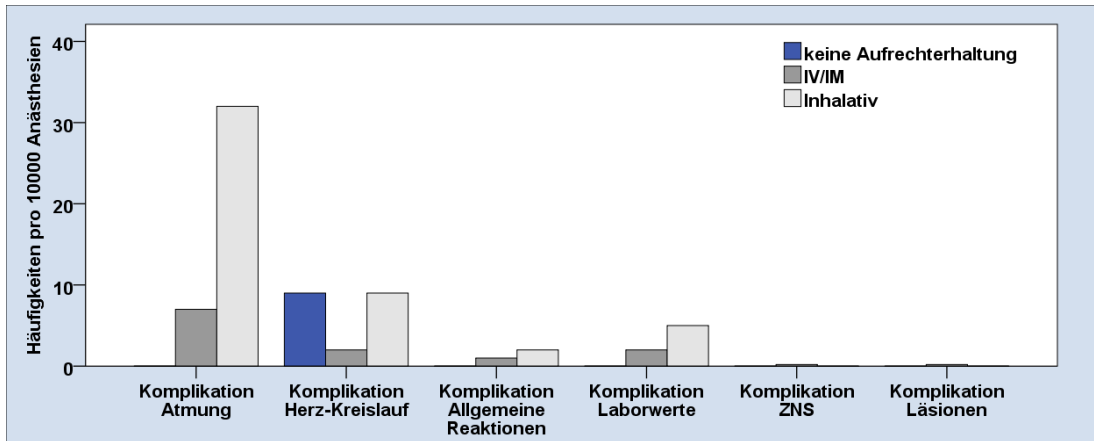


Abb. 31 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (0 – 16 J)

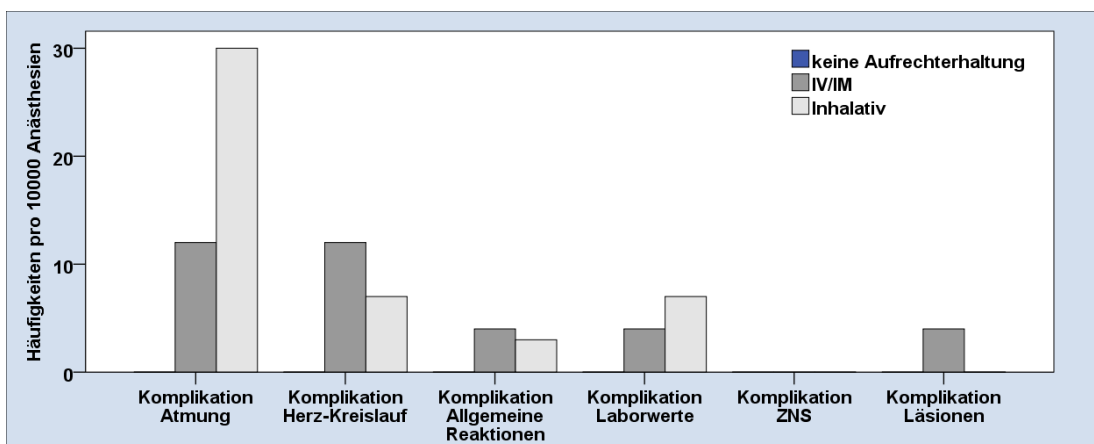


Abb. 32 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (0 – 1 J)

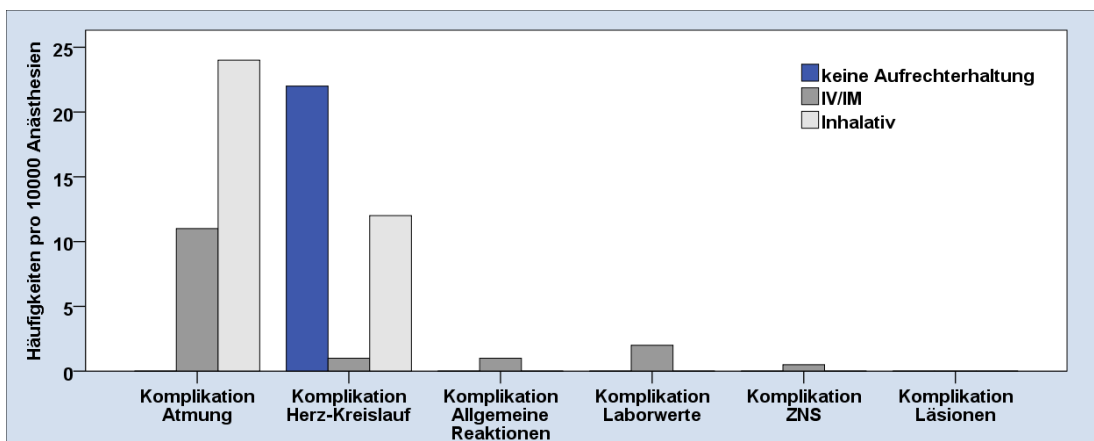


Abb. 33 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (1 – 6 J)

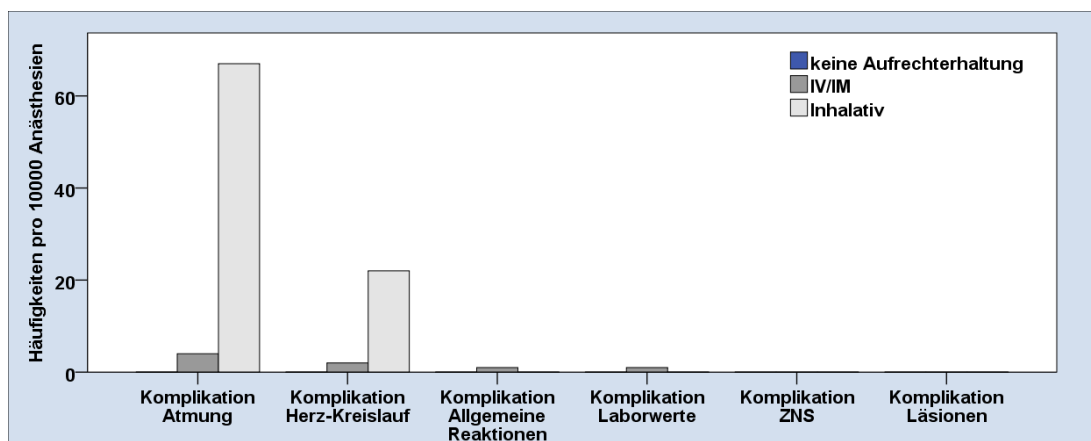


Abb. 34 Komplikationshäufigkeit nach Art der Aufrechterhaltung pro 10.000 Anästhesien (6 – 16 J)

Tabelle 33 Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 0 – 16 Jährigen

† p<0,001

‡ p<0,05

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Aufrechterhaltung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Gesamt
Atmung [†]	Nein	1155	47468	4296	52919
	Ja ¹	0	35 (7,4)	14 (32,5)	49 (9,3)
Herz-Kreislauf [‡]	Nein	1154	47494	4306	52954
	Ja ¹	1 (8,7)	9 (1,9)	4 (9,3)	14 (2,6)
Allgemeine Reaktionen	Nein	1155	47496	4309	52960
	Ja ¹	0	7 (1,5)	1 (2,3)	8 (1,5)
Laborwerte	Nein	1155	47495	4308	52958
	Ja ¹	0	8 (1,7)	2 (4,6)	10 (1,9)
ZNS	Nein	1155	47502	4310	52967
	Ja ¹	0	1 (0,2)	0	1 (0,2)
Läsionen	Nein	1155	47502	4310	52967
	Ja ¹	0	1 (0,2)	0	1 (0,2)

Bei Atmungs- und Herz-Kreislauf-Komplikationen in der Altersgruppe der 0 – 16 Jährigen waren statistisch signifikante Unterschiede der einzelnen Narkoseaufrechterhaltungsverfahren feststellbar (Abb. 31 und Tabelle 33).

Atmungskomplikationen (p<0,001) geschahen am häufigsten bei inhalativer Aufrechterhaltung (32,5:10.000), gefolgt von Totalintravenöser (7,4:10.000), während bei Herz-Kreislauf-Zwischenfällen (p<0,05) die Inzidenz am höchsten war bei inhalativer Aufrechterhaltung (9,3:10.000), gefolgt von keiner Aufrechterhaltung (8,7:10.000) und Totalintravenöser (1,9:10.000).

Tabelle 34 Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 0 – 1 Jährigen

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Aufrechterhaltung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Gesamt
Atmung	Nein	70	2594	3004	5668
	Ja ¹	0	3 (11,6)	9 (29,9)	12 (21,1)
Herz- Kreislauf	Nein	70	2594	3011	5675
	Ja ¹	0	3 (11,6)	2 (6,6)	5 (8,8)
Allgemeine Reaktionen	Nein	70	2596	3012	5678
	Ja ¹	0	1 (3,9)	1 (3,3)	2 (3,5)
Laborwerte	Nein	70	2596	3011	5677
	Ja ¹	0	1 (3,9)	2 (6,6)	3 (5,3)
ZNS	Nein	70	2597	3013	5680
	Ja ¹	0	0	0	0
Läsionen	Nein	70	2596	3013	5679
	Ja ¹	0	1 (3,9)	0	1 (1,8)

In der Gruppe der 0 – 1 Jährigen waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedenen Methoden der Narkoseaufrechterhaltung festzustellen (Abb. 32 und Tabelle 34). Dennoch ereigneten sich Atmungskomplikationen fast 3-mal so häufig, wenn eine inhalative Aufrechterhaltung genutzt wurde (29,9:10.000) im Vergleich zu totalintravenöser Aufrechterhaltung.

Tabelle 35 Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 1 – 6 Jährigen

† p<0,001

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Aufrechterhaltung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Gesamt
Atmung	Nein	452	22133	847	23432
	Ja ¹	0	24 (10,8)	2 (23,6)	26 (11,1)
Herz- Kreislauf†	Nein	451	22155	848	23454
	Ja ¹	1 (22,1)	2 (0,9)	1 (11,8)	4 (1,7)
Allgemeine Reaktionen	Nein	452	22154	849	23455
	Ja ¹	0	3 (1,4)	0	3 (1,3)
Laborwerte	Nein	452	22153	849	23454
	Ja ¹	0	4 (1,8)	0	4 (1,7)
ZNS	Nein	452	22156	849	23457
	Ja ¹	0	1 (0,5)	0	1 (0,4)
Läsionen	Nein	452	22157	849	23458
	Ja ¹	0	0	0	0

Bei den 1 – 6 Jährigen (Abb. 33 und Tabelle 35) war ein signifikanter Unterschied der Zahl an Herz-Kreislauf-Komplikationen zwischen den einzelnen

Aufrechterhaltungsarten nachzuweisen ($p < 0,001$). Sie geschahen laut Aktenlage am häufigsten, wenn keine Aufrechterhaltung der Narkose stattfand (22,1:10.000), im Vergleich zu inhalativer (11,8:10.000) und totalintravenöser Narkoseaufrechterhaltung (0,9:10.000).

Tabelle 36 Komplikationen nach Art der Anästhesieaufrechterhaltung bei 6 – 16 Jährigen

† $p < 0,001$

‡ $p < 0,05$

¹ Werte in Klammern: Komplikationen pro 10.000 Anästhesien

		Keine Aufrechterhaltung	IV/IM (TIVA)	Inhalativ	Gesamt
Atmung [†]	Nein	633	22741	445	23819
	Ja ¹	0	8 (3,5)	3 (67,0)	11 (4,6)
Herz- Kreislauf [‡]	Nein	633	22745	447	23825
	Ja ¹	0	4 (1,8)	1 (22,3)	5 (2,1)
Allgemeine Reaktionen	Nein	633	22746	448	23827
	Ja ¹	0	3 (1,3)	0	3 (1,3)
Laborwerte	Nein	633	22746	448	23827
	Ja ¹	0	3 (1,3)	0	3 (1,3)
ZNS	Nein	633	22749	448	23830
	Ja ¹	0	0	0	0
Läsionen	Nein	633	22749	448	23830
	Ja ¹	0	0	0	0

In der Altersgruppe der 6 – 16 Jährigen bestand ein signifikanter Unterschied der Inzidenz an Komplikationen in den Bereichen Atmung und Herz-Kreislauf zwischen den unterschiedlichen Aufrechterhaltungsarten ($p < 0,001$ bzw. $p < 0,05$). Zwischenfälle der Atmung und des Herz-Kreislaufsystems geschahen bei inhalativer Aufrechterhaltung am häufigsten (67,0:10.000 bzw. 22,3:10.000), gefolgt von Totalintravenöser (3,5:10.000 bzw. 1,8:10.000).

4. Diskussion

4.1 Kritische Würdigung von Datenmaterial und Studie

Die Zahl von 78.219 Narkosen im Kindesalter, über die hier berichtet wird, stellt im Vergleich zu anderen kinderanästhesiologischen Studien eine sehr große Zahl dar. Es handelt sich dabei um eine der größten unizentrischen Qualitätssicherungsstudien in der Kinderanästhesie weltweit.

Die Daten für die Studie wurden retrospektiv ausgewertet; d.h. die Dokumentation der Daten diente zunächst ausschließlich der klinischen Bearbeitung des jeweiligen Falles. Es stellt sich deshalb die Frage, ob bei vorheriger Kenntnis der Absicht, die klinischen Daten später für eine Qualitätssicherungsstudie auszuwerten, mehr Komplikationen dokumentiert worden wären.

Dies hat dazu geführt, dass in der Studie nur Komplikationen des Schweregrades 4 und 5 ausgewertet wurden. Dabei war AVB 4 dadurch definiert, dass wegen dieses anästhesiologischen Problems das Kind nicht mehr ausreichend im Aufwachraum behandelt werden konnte und auf eine Intensiv- oder Wachstation verlegt werden musste. Diese Beschränkung auf sogenannte „unplanned intensive care admissions [UIA]“ stellt in der Interpretation der vorliegenden im Vergleich zu anderen Studien ein großes Problem dar, da es international Studien mit dieser Einschränkung nur selten gibt (Downey und O’Connell 1996; Kurowski und Sims 2007; Gibson et al. 2014; da Silva et al. 2013).

Mit dieser Beschränkung auf schwere Komplikationen wurde auch eine Bias vorgebeugt, der seinen Grund in der Tatsache haben könnte, dass bei so langjährig in der Kinderanästhesie tätigen Anästhesisten leichte Komplikationen in der Kinderanästhesie als kinderspezifisch bekannt interpretiert hätten werden können, oder als alltäglich gewertet wurden, sodass sie im Gegensatz zu anderen weniger spezialisierten OP-bereichen nicht dokumentiert worden wären. Dieser Bias ist auch in der Literatur schon bekannt (Sanborn et al. 1996; Mackenzie et al. 1996; Cooper 1996) und wurde als „underreporting“ bezeichnet. „Underreporting“ ist ein Begriff, der sich

im englischen Sprachgebrauch im Bereich der Datenerfassung gefestigt hat und beschreibt, dass Daten – wie in unserer Studie Komplikationen – nicht erfasst werden, willkürlich oder unwillkürlich. Auch wurde in der Literatur schon darüber diskutiert, ob die Dokumentation von Komplikationen auch möglicherweise unterblieben sein könnte, um Kollegen nicht zu belasten (Taylor et al. 2004) oder sie möglicherweise vor einer schwierigen medicolegalen Auseinandersetzung zu bewahren.

Probleme machte auch die recht grobe Einteilung der Komplikationen in Atemweg, Herzkreislauf, Allgemeine Reaktionen, Laborwerte, Zentrales Nervensystem und den Läsionen. Diese Parameter werden von dem Kerndatensatz der DGAI Version 2.0 (1999) vorgegeben (siehe 2.4). Sicher wäre es sinnvoller und vor allem interessant gewesen hier nochmals ins Detail zu gehen, was aber die Punkte noch unübersichtlicher und noch schwieriger zu interpretieren gemacht hätte.

Die Konzentration auf den Kerndatensatz Version 2.0 der DGAI macht die jetzt hier vorgelegte Studie zwar vergleichbar mit zukünftigen Studien in Deutschland, sofern sie sich auch auf das DGAI-interne Vorgehen bei der Qualitätssicherung beziehen. Leider sind jedoch Vergleiche mit publizierten internationalen Studien schwierig und deshalb Rückschlüsse nur mit größter Vorsicht möglich.

Schwierig ist dabei die Tatsache, dass die Daten an einem Zentrum ermittelt wurden. Bei der medizintechnischen Ausstattung und der großen Zahl hochkompetenter Mitarbeiter könnten dadurch die sehr guten Ergebnisse erklärt werden. Auf der anderen Seite treffen dort allerdings schwerstkranke Kinder ein, die wiederum auf Grund ihrer komplikationsträchtigen schweren Erkrankungen oder auf Grund ihrer schweren Grunderkrankungen die Zahl der Komplikationen nach oben treiben lassen könnten.

Die hier dargestellte komplexe Situation gibt Anlass zur zurückhaltenden Interpretation der Daten in der hier vorgelegten Studie.

4.2 Entwicklung der Kinderanästhesie

Die Kinderanästhesie hat in den letzten Jahrzehnten eine rasante Entwicklung durchgemacht. Narkosen bei Kindern gelten heute als sehr sicher. Sah man bei Kindern unter drei Jahren vor 60 Jahren noch eine Kontraindikation zur Durchführung einer Narkose, so werden heute schon Frühgeborene mit einem Geburtsgewicht von 400g narkotisiert, wenn eine lebensbedrohliche Operation bevorsteht (z.B. nekrotisierende Enterokolitis). Dies hat mehrere Gründe (Morray 2011; Hoffman 2008): Zu dieser sehr positiven Entwicklung haben nicht nur neue und besser verträgliche Medikamente zur Narkose beigetragen, sondern auch die Verfeinerung des Monitorings, das mit kontinuierlicher EKG-Ableitung, Pulsoxymetrie (Cote et al. 1988; Runciman et al. 1993), Kapnographie (Cote et al. 1991), sowie den Verfahren zur Blutdruckmessung, wie oszillometrische Methoden und direkt-arterielle Druckmessung eine umfassende Überwachung des Patienten ermöglicht. Hinzu kommt eine umfassende Ausbildung von Arzt- und Pflegepersonal in der Anästhesie, insbesondere, was die Kindesanaästhesie betrifft und Verbesserungen des Arbeitsumfeldes im Sinne von Mindestanforderungen und Standardisierungsprozessen (Beck et al. „Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz“ 2013; „Empfehlungen für die anästhesiologische Versorgung von Kindern in Europa“ FEAPA 2007). Dazu kommt noch die heute mögliche Überwachung der Narkosetiefe mit Hilfe eines EEGs (Bauerle et al. 2004; Schultz und Schultz 2014).

Die Fort- und Weiterbildungen für Kinderanästhesisten sind erfahrungsgemäß die Bestbesuchten im Bereich der Anästhesie.

4.3 Herz-Kreislaufstillstände und Mortalität

Von den Möglichkeiten, die neue Medikamente und die präzise Überwachung bieten, war die Anästhesie vor 60 Jahren noch weit entfernt. Deshalb kam es zu aus heutiger Sicht unvorstellbar hohen Sterberaten unter Narkosen und Operationen. Die 1964 publizierte anästhesiebedingte Mortalität betrug 3,3:10.000 und lag 5-mal höher als bei

den 15-24 Jährigen (Graff et al. 1964). Hauptursache waren die medikamentös bedingte Atem- und HerzKreislaufdepression oder die Aspiration von Erbrochenem.

Die jetzt hier vorgelegte Studie 50 Jahre danach steht dazu in diametralem Kontrast. In der Auswertung von 78219 Narkosen, die von 2006 – 2014 in der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Olgahospitals durchgeführt wurden, kam es zu 8 HerzKreislaufstillständen, wobei von diesen die Hälfte im Zusammenhang mit anästhesiologischen Maßnahmen entstand. Es gab keinen einzigen anästhesiologisch bedingten Todesfall. Die anästhesiologisch bedingten HerzKreislaufstillstände waren:

- Bei einem 11 Jahre alten, schwerkranken, tracheotomierten Kind mit Verbrennungen dritten Grades wurde eine Stimmbandsynechie durchgeführt. Dabei kam es zu einer Sevofluran-Überdosierung.
- Ein 10 Jahre altes Kind entwickelte eine anaphylaktische Reaktion auf das eingesetzte Muskelrelaxans Atracurium.
- Während einer Operation eines schwerstkranken Kindes mit Mikrozephalie wurde in Bauchlage bei Spondylodese ein Volumenmangel zu spät bemerkt.
- Bei der Operation eines 12 Jahre alten Kindes kam es zu einem HerzKreislaufstillstand in Folge einer zu flachen Narkose. Zuerst wurde eine Allergie vermutet, postoperative Tests konnten den Verdacht allerdings nicht bestätigen.

Die darüber hinaus dokumentierten und zum Tode führenden HerzKreislaufstillstände waren auf das operative Procedere beziehungsweise Vorerkrankungen oder Verletzungen zurückzuführen:

- Bei einem 8 Monate alten Kind wurde wegen eines Leukämie-Rezidivs versucht, aus Lymphknoten im Mediastinum Material zur histologischen Untersuchung zu gewinnen. Bei der kernspintomographisch unterstützten Punktion transthorakal kam es zu einer nicht mehr beherrschbaren Blutung aus einem großen Gefäß. Eine sofort durchgeführte Notfallthorakotomie im Vorraum des MRT konnte das Kind nicht mehr retten.

- Ein Kind, welches aus dem dritten Stock eines Hauses auf Betonboden stürzte, kam mit seinen schweren Verletzungen noch in den Operationssaal, wo es dann aber seinen schweren Verletzungen erlag.
- Ein 1 Jahr altes Kind mit angeborenem univentrikulärem Herz mit bestehender Kardiomyopathie, die schon vorher zu Reanimationsmaßnahmen führte, entwickelte stationär eine Bronchitis und wurde daraufhin komatös. Wegen des Verdachts auf erhöhten intrakraniellen Druck wurde das Kind für ein MRT narkotisiert, wobei das Kind nach Beendigung des MRT einen Herzkreislaufstillstand erlitt und trotz Reanimationsmaßnahmen verstarb.

Der einzige Herzkreislaufstillstand, der nicht anästhesiologische bedingt war und das Kind durch Reanimationsmaßnahmen gerettet werden konnte, betraf ein Kind mit einer Atemwegsverlegung nach laryngotrachealer Rekonstruktion mit Rippenknorpel; dabei kam es bei diesem tracheotomierten Kind zu einer Verlegung der Trachea durch einen über dem Tracheostoma im Wundgebiet eingebrachten Tupfer, der aus nicht erklärbaren Gründen in die distale Trachea dislozierte.

Mit 4 auf die Anästhesie zurückzuführenden Herzkreislaufstillständen und damit einer Rate an anästhesiebedingten Herzkreislaufstillständen von 0,5:10.000 Anästhesien steht die vorliegende Analyse in starkem Kontrast zu früheren Studien. So lag in der multizentrischen Studie von Tired et al. (1988) bei 3,0 Herzstillständen auf 10.000 Anästhesien die Zahl der anästhesiologisch bedingten Herzkreislaufstillstände um das 6-fache höher als in der vorliegenden Analyse. Bedacht werden muss jedoch, dass es sich damals um eine multizentrische Studie handelte mit insgesamt 440 Zentren, die sich an der Studie beteiligten. Damals war noch Halothan das ubiquitär eingesetzte Inhalationsnarkotikum im Kindesalter. Allein Halothan, das schwere Kreislaufdepressionen herbeiführen konnte (Murray et al. 2000) war ein Risiko für die Kinder, insbesondere die Früh- und Neugeborenen mit Herzvorerkrankungen, darüber hinaus verursachte Halothan zum Teil schwerste Herzrhythmusstörungen. In der ersten POCA-Studie (Murray et al. 2000) lag die Rate an anästhesiebedingten HKS bei 1,4:10.000. Medikamentöse Ursachen waren für die meisten Herzkreislaufstillstände (37%) verantwortlich, wobei die Herzkreislaufdepression verursacht durch Halothan

zwei Drittel der medikamentösen Ursachen ausmachte; kardiovaskuläre Ursachen waren mit 32% die zweithäufigste Ursache. Die Kinder waren zu einem Drittel gesund (ASA 1-2) und zum Großteil Säuglinge. Im Vergleich dazu waren Herzkreislaufstillstände, die durch Medikamente ausgelöst wurden, in der zweiten POCA-Studie (Bhananker et al. 2007) von 37% auf 18% gesunken. Dieser Rückgang wurde mit der vermehrten Verwendung von Sevofluran begründet, welches Halothan als Inhalationsnarkotikum weitgehend abgelöst hatte und weniger Komplikationen auslöst (Kataria et al. 1996). Verschiedene Studien konnten nachweisen, dass unter Sevofluran- im Vergleich zu Halothananwendung bei Kindern sowohl die Inzidenz von Bradykardien niedriger war (Sarner et al. 1995; Johannesson et al. 1995) als auch, dass die myokarddepressive Wirkung geringer war (Holzman et al. 1996; Wodey et al. 1997).

Bei Kindern mit angeborenem Herzfehler kam es doppelt so häufig zu schweren Hypotensionen bei Halothananwendung als bei Gabe von Sevofluran (Russell et al. 2001). Dennoch darf nicht verschwiegen werden, dass auch unter Sevoflurananwendung durch Selbiges bedingte HKS auftreten können (Murray et al. 2000; Braz et al. 2006). Auch fehlte beim Monitoring damals noch die Pulsoxymetrie, die erst in den 80er Jahren eingeführt wurde. Nicht an jeder Klinik gab es ein EKG-Monitoring oder eine Möglichkeit, den arteriellen Blutdruck bei den Kindern zu messen.

Bedauerlicherweise wurden in der zweiten POCA-Studie keine Inzidenzen angegeben.

Bei Braz et al. (2006) kam es zu einer Inzidenz von anästhesiebedingten Herzkreislaufstillständen von 4,58:10.000. Dabei wurden total- oder partiell-anästhesiebedingte HKS gewertet. Sie lag damit um das 9-fache über dem in der vorliegenden Studie ermittelten Daten (0,5:10.000). Wie in unserer Studie konnten alle Kinder mit anästhesiebedingten Herzkreislaufstillständen reanimiert werden.

Bei der Würdigung der unterschiedlichen Ergebnisse muss allerdings berücksichtigt werden, dass es sich bei Braz et al. (2006) um ein tertiäres Ausbildungszentrum in Sao Paulo in Brasilien handelt, in der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Olgahospitals Stuttgart um ein Zentrum, das von im Auswertungszeitraum von 2006 bis 2014 20 Mitarbeiter hatte, von denen 18 Fachärzte waren. Diese hatten zum Teil sehr

intensive Kinderanästhesieerfahrung. Andere Studien berichteten über ähnliche Inzidenzen an anästhesiebedingten HKS wie bei Braz et al. (2006) (Bunchungmongkol et al. 2009; Bharti et al. 2009). In einer „follow-up“-Studie von Gonzales et al. aus dem Jahre 2014 wurden erneut perioperative HKS in Sao Paulo untersucht wie schon von Braz et al. im Jahr 2006. Während die Inzidenz an HKS insgesamt im Vergleich zu der früheren Studie kaum gefallen war (20,65:10.000 im Jahr 2014 bzw. 22,9:10.000 im Jahr 2006), ist die Rate an anästhesiebedingten HKS stärker zurückgegangen (2,81:10.000 Im Jahr 2014 bzw. 4,58:10.000 im Jahr 2006). Brasilien geht gerade den Schritt von einem Entwicklungsland zu einem Industriestaat, insofern ist eine Verbesserung auch im medizinischen Bereich zu erwarten gewesen. Studien aus Entwicklungsländern zeigen größtenteils viel höhere Inzidenzen an HKS (Bharti et al. 2009; Bunchungmongkol et al. 2009) im Vergleich zu Industrienationen (Morrison et al. 2000; Flick et al. 2007). In einem Review aus dem Jahr 2012 wurde ebenfalls beschrieben, dass die anästhesiebedingte Mortalität in Entwicklungsländern höher ist als in Industrienationen (Gonzales et al. 2012).

Flick et al. (2007) berichteten über eine ähnliche Rate an anästhesiebedingten HKS wie unsere Studie mit 0,65:10.000 Anästhesien. In der Studie wurde zwischen HKS bei kardiochirurgischen und nicht-kardiochirurgischen Eingriffen unterschieden. Die Rate bei kardiochirurgischen Eingriffen lag dagegen sehr hoch bei 127:10.000.

Die Tatsache, dass es in der vorliegenden Studie zu keinem anästhesiebedingten Todesfall kam ist im internationalen Vergleich heute nicht mehr ungewöhnlich (Braz et al. 2006; Gonzales et al. 2014). Tay et al. (2001) berichten über keinen anästhesiebedingten Todesfall bei ihren 10.000 untersuchten Kinderanästhesien in Singapur. Ebenfalls gab es bei Murat et al. (2004) keine anästhesiebedingten Todesfälle bei 24.165 Anästhesien; dabei darf man nicht übersehen, dass in diesem Kinderkrankenhaus keine offene Herzchirurgie und keine Neurochirurgie durchgeführt wurden, die erfahrungsgemäß eine höhere Inzidenz an schwerwiegenden Komplikationen erwarten lässt, schon alleine wegen der oft bestehenden schweren Grunderkrankungen. In einer japanischen Studie von Kawashima et al. (2002) ereigneten sich bei 0 – 5 Jährigen ebenfalls keine anästhesiebedingten Todesfälle,

allerdings lag die Rate an Todesfällen jeglicher Ursache bei Neugeborenen bei 74,1:10.000.

Einschränkend muss man jedoch sagen, dass in der internationalen Literatur keine Einigkeit über die Definition des anästhesiebedingten Herzkreislaufstillstandes herrscht. Dies macht eine Vergleichbarkeit der Inzidenzen nicht immer einfach (Murray und Posner 2007; Davis 2007). So werden in Studien unter anderem die Definitionen „totally or partially“ (total- oder partiell-anästhesiebedingt: Tired et al. 1988, Braz et al. 2006), „contributed in any way“ (in irgendeiner Art und Weise involviert gewesen: Murray et al. 2000), „cannot be excluded as cause“ (kann nicht als Grund ausgeschlossen werden: Olsson und Hallen 1988), oder wird schlicht nicht definiert (Cohen et al. 1990).

Es wird angeregt, auf internationaler Ebene zur besseren Vergleichbarkeit Standards bezüglich der Definition von anästhesiebedingten HKS zu schaffen.

4.3.1 Rolle und Erfahrung des Kinderanästhesisten

Der Leiter und die Oberärzte der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Olgahospitals verfügen insgesamt im Durchschnitt über 28,3 Jahre Erfahrung in der Kinderanästhesie mit 38 Jahren in der Spitze und einem Minimum an 10 Jahren; die Fachärzte hatten eine durchschnittliche Tätigkeit in der Kinderanästhesie von 12,01 Jahren. All dies kann schon, ohne die Monitoringausstattung und die Art der Narkoseführung betrachtet zu haben, ein wesentlicher Grund für die niedrige Inzidenz an HKS, Mortalität und anderen schweren Komplikationen sein. So zeigten Auroy et al. (1997), dass Zwischenfälle während der Anästhesie bei Kindern in einem signifikant geringerem Maße auftreten, wenn die Narkose von erfahrenen Anästhesisten geführt wird. Die Zahl an schweren Zwischenfällen war signifikant höher bei Anästhesisten, die 1 – 100 Kinderanästhesien durchführten, verglichen mit Anästhesisten, die 100 – 200 oder mehr Kinderanästhesien pro Jahr durchführten. Keenan et al. verglichen 1991 in einer retrospektiven Studie die Inzidenz an anästhesiebedingten Herzkreislaufstillständen zweier Patientenkohorten von Kindern <1 Jahr mit

unterschiedlichen Anästhesisten. In der Gruppe der Kinderanästhesisten traten im Beobachtungszeitraum keine anästhesiebedingten Herzkreislaufstillstände auf, in der Gruppe der Allgemeinanästhesisten dagegen 4 (drei der vier durch Halothan-Überdosierung). Der Unterschied war signifikant ($p < 0,05$).

Keenan et al. berichteten 1994 weiterhin, dass weniger Bradykardien auftraten, wenn ein Kinderanästhesist anwesend war. Weitere Studien haben diese Ergebnisse in den letzten zwei Jahrzehnten bestätigt (Mamie et al. 2004; Von Ungern-Sternberg et al. 2010; Schreiner et al. 1996).

4.4 Morbidität

Es gilt aber nicht nur die Mortalität, sondern auch die Morbidität zu betrachten. Da in der vorliegenden Studie ausschließlich Komplikationen ausgewertet wurden, welche zu einer ungeplanten postoperativen Verlegung auf die Intensivstation (unplanned intensive care admissions [UIA]) geführt haben oder zum Tod führten, und die Literatur über ungeplante postoperative Verlegungen auf die Intensivstation in der Kinderanästhesie rar sind (Downey und O'Connell 1996; Kurowski und Sims 2007; da Silva et al. 2013; Gibson et al. 2014), ist ein Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den anderen Studien, die sich nicht mit UIA befassen, schwierig. UIA sind als Qualitätsindikator für die Patientensicherheit bei operativen Eingriffen erwachsener Patienten geprüft und bestätigt worden (Haller et al. 2005). Bei Downey und O'Connell (1996) betrug die Inzidenz an UIA 23,4:10.000, ein ähnlicher Wert wie in unserer Studie mit 17,5:10.000, während in der Einrichtung von Gibson et al. (2014) eine wesentlich höhere Rate an nicht-anästhesiebedingten UIA von 59,2:10.000 vorlag (anästhesiebedingt 20,0:10.000). Die wesentlich höhere Rate von UIA lässt sich jedoch damit erklären, dass sowohl Verlegungen auf die Intensivstation als auch auf die sogenannte „High Dependency Unit (HDU)“ gezählt wurden. Rechnet man nur mit den 177 UIA, so ergibt sich ein vergleichbarer Wert von 32,9:10.000 (anästhesiebedingt 0,1% [keine genaueren Zahlen verfügbar]). Zudem hatten Gibson et al. (2014) einen postoperativen Zeitraum von 48 Stunden gewählt, in dem ungeplante Verlegungen auf die Intensivstation gezählt wurden, im Vergleich zu 24 Stunden in unserer Studie. Auch

dadurch könnten eine größere Zahl an UIA aufgetreten sein. Die Inzidenz von anästhesiebedingten UIA lag bei Kurowski und Sims (2007) bei 13,8:10.000. In der vorliegenden Studie beträgt diese Inzidenz 5,5:10.000. Dieser Wert an anästhesiebedingten UIA erscheint sehr niedrig. Bei Kurowski und Sims (2007) waren zudem 68% der betroffenen Kinder unter 5 Jahre alt. Dies bestätigt auch unsere Studie mit 70%. Zudem traten UIA in 70% der Fälle bei elektiven Eingriffen auf (unsere Studie: 69,8%). Da Silva et al. (2013) berichteten in einer brasilianischen Studie über eine sehr hohe Zahl an UIA von 62,7:10.000 (n=28). Unter anderem identifizierten sie Notfalleingriffe als Risikofaktor für UIA, wie es auch in der vorliegenden Studie bei Notfalleingriffen signifikant häufiger zu schweren Komplikationen mit anschließender UIA kam.

Insgesamt gesehen liegt in unserer Studie im internationalen Vergleich eine deutlich niedrigere Inzidenz an anästhesiebedingten UIA vor. In den meisten Fällen sind allerdings auch hier die Ergebnisse verschiedener Studien nur schlecht miteinander vergleichbar. Dies liegt zum einen an möglichen unterschiedlichen Patientenklientel, andersartigen Definitionen und nicht zuletzt am retrospektiven Studiendesign.

Dennoch ist auch der Vergleich mit Studien wichtig, welche sich mit Komplikationen aller Schweregrade beschäftigen und sich fragen, in welchen Situationen und bei welchen Kindern besonders häufig Komplikationen auftreten.

In der vorliegenden Studie ist die Komplikationsrate bei jüngeren anästhesierten Kindern höher im Vergleich zu Älteren. Liegt sie bei Kindern im Alter von 6 – 16 Jahren bei insgesamt 10,1:10.000, so steigt sie bei 1 – 6 Jährigen auf 20,1:10.000 und liegt bei 0 – 1 Jährigen bei 38,0:10.000. Besonders Atmungs- und Herzkreislaufkomplikationen treten bei jüngeren Kindern signifikant häufiger auf als bei älteren Kindern (Abb. 2 und Tabelle 4). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der internationalen Literatur. Wan et al. identifizierten 2013 das erste Lebensjahr als Risikofaktor für schwere Komplikationen in der Kinderanästhesie. Weitere Studien bestätigen dies ebenso (Montobbio et al. 2012; Bunchungmongkol et al. 2007; Kawashima et al. 2002; Tay et al. 2001; Tired et al. 1988).

In diese Richtung zeigt auch eine Studie von Cohen et al. (1990) indem er Neugeborene und Säuglinge miteinander verglich. Er konnte zeigen, dass in der Gruppe der Säuglinge die wenigsten perioperativen Zwischenfälle auftraten. Dies bestätigt die These, dass die Komplikationsraten im Kindesalter umso höher sind, desto jünger die Kinder sind.

Die hier präsentierte Studie zeigt bei allen Arten von schweren Zwischenfällen mit ansteigendem ASA-Status ein signifikant häufigeres Auftreten. Auch dies wird von der internationalen Literatur bestätigt (Bunchungmongkol et al. 2007; Murat et al. 2004; Turet et al. 1988).

Nach Bunchungmongkol et al. (2007) sind Kinder mit ASA Status 3-5 erhöhten Risiken von Zwischenfällen ausgesetzt. Dabei waren auffallend viele die Atemwege betreffenden Zwischenfälle identifiziert worden; Sauerstoffstättigungsabfall, Reintubation, schwierige Intubation; aber auch Koma, Herzkreislaufstillstände und die Todesrate waren bei präoperativ schwerkranken Kindern erhöht. Bunchungmongkol et al. (2007) begründeten dies mit einem erhöhten Aufkommen von schwerkranken Kindern in Einrichtungen der Maximalversorgung („tertiary care“), welche in kleineren Krankenhäusern nicht versorgt werden können.

Bei Turet et al. (1988) ereigneten sich Zwischenfälle bei Notfalleingriffen dreifach häufiger im Vergleich mit geplanten Eingriffen. Murat et al. (2004) fanden hingegen keinen Unterschied zwischen Notfalleingriffen und Nicht-Notfalleingriffen hinsichtlich der Inzidenz an Komplikationen. Tay et al. (2001) hingegen berichten, dass in ihrer Studie Zwischenfälle hauptsächlich (73,3%) bei geplanten Eingriffen auftraten. Grund dafür könnte sein, dass bei Elektiveingriffen auch Anfänger im Fachgebiet die Narkose durchführen. Schwere Komplikationen ereigneten sich in unserer Studie bei den meisten Arten von Komplikationen signifikant häufiger bei notfallmäßig durchgeführten Eingriffen im Vergleich zu dringlichen oder geplanten Eingriffen. Atmungskomplikationen sind in der vorliegenden Arbeit bei allen Altersgruppen bei Notfalleingriffen signifikant erhöht, was plausibel durch die Schwere der Erkrankung bei notfallmäßig zu operierenden Kindern zu erklären ist.

Im Vergleich der Komplikationsraten bei den unterschiedlichen operativen Fachgebieten des Eingriffes waren einzig bei Kindern der Altersgruppe 0 – 16 Jahre die Atmungskomplikationen in der Kinderchirurgie und bei Hals-Nasen-Ohreningriffen signifikant erhöht. Dies bestätigen auch Murat et al. (2004), die ein erhöhtes Auftreten vor allem von respiratorischen Komplikationen bei Hals-, Nasen- und Ohreningriffen vorfanden. Mamie et al. errechneten ein 1,57-fach erhöhtes Risiko einen respiratorischen Zwischenfall zu erleiden bei Hals- Nasen und Ohreningriffen im Vergleich zu anderen Eingriffen. Das Risiko erhöhte sich auf 2,74-fach, wenn zudem keine spezialisierten Kinderanästhesisten die Narkose von HNO Eingriffen führten. Hintergrund dafür ist die hohe Inzidenz von Kindern mit Infekten der oberen Luftwege, die dem Hals-Nasen-Ohrenarzt vorgestellt und von ihm operiert werden.

Bei schweren Zwischenfällen war in der vorliegenden Studie bei Anwendung von Regionalanästhesie im Vergleich zu keiner Anwendung von Regionalanästhesie in keinem Fall eine Signifikanz bezüglich der Unterschiede festzustellen.

Regionalanästhesieverfahren (z.B. Peniswurzelblock, Ilioinguinalisblockade, Kaudalanästhesie) haben eine sehr geringe Komplikationsrate (Ecoffey et al. 2010; Giaufre et al. 1996), sodass von dieser Seite aus keine Zunahme des Komplikationsrisikos getriggert wird.

Bei der Frage, ob bei der Komplikationsrate ein signifikanter Unterschied besteht hinsichtlich der operativen oder diagnostischen Art des Eingriffes, wurde festgestellt, dass nur Zwischenfälle der Atmung bei 0 – 16 Jährigen und 1 – 6 Jährigen bei Narkosen für operative Maßnahmen erhöht waren. Grund dafür ist, dass eher selten Opiode und Muskelrelaxanzien bei Narkosen gegeben werden, die zu diagnostischen Eingriffen durchgeführt werden; auch entfällt hier der operative Stress.

Bei der Verwendung von Bluttransfusionen waren Komplikationen unterschiedlicher Arten signifikant erhöht im Vergleich zu Kinderanästhesien, während der keine Bluttransfusion gegeben wurde. Bluttransfusionen sind bei Operationen im Kindesalter sehr selten, in der hier vorgelegten Studie sind es 0,8%. Umgekehrt heißt dies, dass bei

Kindern, bei denen eine Bluttransfusion notwendig wurde, eine schwere Grunderkrankung vorlag. Dies erklärt auch das höhere Komplikationsrisiko. Das Gleiche gilt auch für Kinder, die bereits beatmet in den OP gebracht werden. Dies sind vor allem Neugeborene mit Zwerchfellhernie (und damit mit einer schlechten Prognose ausgestattet [Zalla et al. 2015; Colvin et al. 2005]), Neugeborene mit nekrotisierender Enterokolitis und Kinder mit Ileus. Vor allem gilt dies auch für polytraumatisierte Kinder oder Kinder mit Schädel-Hirn-Trauma, selten auch dekompensiertem Verlauf bei schwerem Herzfehler. Auf dem Hintergrund dieser schweren Grunderkrankungen sind erhöhte Komplikationsraten als bei gesunden Kindern gut erklärbar.

Gut erklärbar ist auch der Unterschied bei den Komplikationen zwischen inhalativer und intravenöser Narkoseeinleitung. Das zur intravenösen Narkoseeinleitung genutzte Propofol hat einen reflexdämpfenden Effekt im Larynxbereich (Oberer et al. 2005), so dass die Komplikationsrate vor allem bei der Atmung mit Laryngo- und Bronchospasmus deutlich geringer sein muss als bei inhalativer Einleitung. Hier triggert das Inhalationsnarkotikum Sevofluran, oder früher Halothan, Atemwegskomplikationen. Extrem reizend wirken Isofluran und in der Spitze Desfluran (Anderson et al. 2013), die deshalb für eine Anwendung zur inhalativen Einleitung nicht in Frage kommen. Um die respiratorischen Komplikationen zu vermeiden sollte deshalb intravenös eingeleitet werden, was in der vorliegenden Studie zu 86,8% der Fall war. Die restlichen Fälle rekrutieren sich aus der Klientel der „Kinder ohne Venen“. Das sind Kinder mit zahlreichen Eingriffen, bei denen der Venenstatus aufgebraucht ist, aber auch bei Kindern, die auf Grund unzureichender Prämedikationswirkung noch sehr aufgeregt sind und bei denen sich deshalb die Venen konstringieren. Dass hier Unterschiede bei der Aufrechterhaltung der Narkose nicht signifikant waren ist gut zu verstehen, da sich die Vorteile der intravenösen Narkose vor allem bei Narkoseeinleitung und –ausleitung zeigen: weniger respiratorische Probleme (von Ungern-Sternberg et al. 2010), weniger unruhige Kinder in der intravenösen Gruppe (Picard et al. 2000; Cohen et al. 2003), weniger Übelkeiten und Erbrechen (Rüsch et al. 1999).

4.5 Diskussion der unterschiedlichen Komplikationen

Differenziert man in den einzelnen Komplikationskategorien noch unterschiedliche Ursachen, so wird die Diskussion noch interessanter und spannender.

4.5.1 Atemwegskomplikationen

Dazu zählen im Wesentlichen der Laryngo- und Bronchospasmus und die Aspiration. Insgesamt sind die Atemwegskomplikationen mit 51% in der vorliegenden Studie die häufigsten Komplikationsarten. Der Begriff Atemwegskomplikationen beinhaltet nach dem Kerndatensatz Version 2.0 der DGAI (1999) sowohl Komplikationen der englischen Begriffe „respiratory“, als auch „airway management“. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen zahlreicher Studien zum Thema Komplikationen in der Kinderanästhesie (Kurowski und Sims 2007; Gibson et al. 2014; Wan et al. 2013; Montobbio et al. 2012; Bharti et al. 2009; Bunchungmongkol et al. 2007, Tay et al. 2001; Murat et al. 2004).

Sie traten vor allem zunehmend mit jüngerem Alter auf, bei höherem ASA-Status, bei Notfalleingriffen im Vergleich zu weniger dringlichen Eingriffen, bei Anästhesien zu operativen Eingriffen im Vergleich zu Anästhesien bei diagnostischen Eingriffen, sowie bei Kindern, die auf Grund der schweren Erkrankung bereits beatmet in den Operationssaal kamen und/oder Bluttransfusionen erhielten.

Technische Probleme als Gründe für respiratorische Atemwegskomplikationen sind heute bei der hohen Qualität der Narkose nahezu ausgeschlossen. Auch eine alleinige Lachgasinsufflation, die in früheren Jahrzehnten leider auch zum Tod von Kindern geführt hatte, ist heute technisch kaum noch möglich. Auch haben sich die meisten Kliniken von der Lachgasapplikation im Rahmen der Narkose verabschiedet.

Bei Kindern ist es die Empfindlichkeit der Atemwege, die noch potenziert werden kann durch Infekte der oberen Luftwege, wie dies in etlichen Studien belegt wurde (Parnis et al. 2001; Tait et al. 2001; Schreiner et al. 1996).

Gesteigert wird dieses Risiko eines Laryngo- und Bronchospasmus auch noch durch das Passivrauchen, das heißt wenn die Kinder in einer Umgebung aufwachsen, in der sie

ungeschützt dem Zigarettenrauch der Eltern ausgesetzt sind. In mehreren Studien konnte ein Zusammenhang von „respiratory events“ unter der Anästhesie und Passivrauchen eindrucksvoll gezeigt werden (Parnis et al. 2001; Tait et al. 2001).

Im Vergleich mit anderen Studien (Wan et al. 2013 [117,2:10.000]; Murat et al. 2004 [28,1:10.000]; Tay et al. 2001 [43,9:10.000]) erscheint die in dieser Studie angegebene Inzidenz an Laryngospasmen mit 2,3:10.000 (n=18) ausgesprochen gering zu sein. Dies aber nur auf den ersten Blick: In der vorliegenden Studie wurden nur Laryngo- und Bronchospasmen registriert, die eine intensivmedizinische Behandlung notwendig machten. Unter diesem Aspekt ist die Inzidenz wieder relativ hoch. Der „gewöhnliche“ Laryngospasmus ist ein kurzzeitiges Phänomen, bei dem die Stimmritze akut verschlossen wird, sehr schnell kommt es trotz adäquater Oxygenierung vor der Extubation zu einem dramatischen Sättigungsabfall, gefolgt von Bradykardie, was bei Neugeborenen und Säuglingen als schwerer Sauerstoffmangel zu werten ist. Nach Gabe von Propofol (3mg/kg) löst sich jedoch nahezu jeder Laryngospasmus auf, selten wird noch das kurz wirksame Succinylcholin als Relaxans benötigt (Kretz 2007).

Die tatsächliche Laryngospasmusrate in der vorliegenden Klientel kann nicht sicher bestimmt werden. Sie liegt wahrscheinlich sehr niedrig, weil mit den benutzten intravenösen Narkoseformen die Rate an Laryngospasmen signifikant niedriger ist. Grund dafür ist die Reflexdämpfung durch das Hypnotikum Propofol.

Mit dem Gebrauch der Larynxmaske (LMA) ist ein weiterer wesentlicher Faktor hinzugekommen, der die Inzidenz von Laryngospasmen bei Kindern senkt (Tait et al. 1998; Von Ungern-Sternberg et al. 2010). Yu und Beirne untersuchten in ihrem Review 2010 die statistischen Unterschiede bezüglich des Auftretens von respiratorischen Komplikationen bei Anwendung einer LMA im Vergleich zu endotrachealer Intubation. Unter anderem war die Laryngospasmusinzidenz signifikant niedriger bei Anwendung einer LMA. Die LMA wird im Larynx- und Pharynxbereich platziert. Die Kinder tolerieren die Larynxmaske bis zum Aufwachen aus der Narkose und werden deshalb häufiger auch mit liegender LMA als Atemwegsschutz in den Aufwachraum gebracht. Da die wesentlich sensiblere Trachea gar nicht berührt wird, kommt es auch nicht zu Husten und auch seltener auch zu einem reflektorischen Verschluss der Glottis. Deshalb hat der weit verbreitete Gebrauch der LMA (hier in der Studie 56%) zur dramatischen

Senkung der Laryngospasmusrate geführt. Möglicherweise wäre die Zahl der tatsächlichen Laryngospasmen auch deshalb sehr niedrig ausgefallen, weil diese Komplikation für den Kinderanästhesisten quasi als zur Kinderanästhesie dazugehörig interpretiert wird, mit Propofol schnell gelöst und deshalb auch für den Facharzt nicht als dokumentationswürdig eingestuft wird. Möglicherweise hätte dies auch zu einem Bias beigetragen.

Kurzum, die tatsächliche Laryngospasmusrate ist nicht aus dieser Studie abzuleiten. Umso erstaunlicher ist, dass die Zahl der Kinder, die unter dem Stichwort „Laryngo- und Bronchospasmus“ dokumentiert sind und auf die Intensivstation verlegt wurden, so hoch ist.

Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Plastische Operationen des Olgahospitals ein Zentrum zur Therapie von Larynx- und Trachealschäden ist. Kinder mit präoperativem Stridor werden auch schon bei Kontrolluntersuchungen postoperativ auf die Intensivstation verlegt, um ein mögliches Anschwellen der Luftröhre nach Bronchoskopie beobachten und sodann rasch intervenieren zu können.

Darüber hinaus werden auch alle Kinder, bei denen ein trachealer Eingriff durchgeführt wurde, auf die Intensivstation verlegt – überwiegend intubiert und beatmet. Hier wäre dann der Laryngo- und Bronchospasmus keine Verlegungsindikation gewesen.

Der Bronchospasmus, das heißt die Konstriktion der Bronchialmuskulatur ist nach klinischer Erfahrung eher ein Zeichen einer zu flachen Narkose, denn Folge von Airwaymanagement. Die „Vertiefung der Narkose (z.B. Propofol 2 – 3 mg/kg KG)“ (Kretz 2007) oder Gas hilft, den Bronchospasmus zu therapieren.

Auch die Inzidenz an Aspirationen erscheint in der vorliegenden Studie extrem niedrig. Die Aspiration von Magensaft führt zu einem lebensbedrohlichen Krankheitsbild: Die Magensäure greift die Schleimhautzellen in der Trachea an, führt dann zu einem Ödem dieser Schleimhautzellen, danach zu einem Zerfall der Zellen, was zu einer dramatischen Störung des Gasaustausches in der Lunge führen kann. Mit einer Zahl von 10 Aspirationen (1,3:10.000) liegt die Zahl deutlich niedriger als in anderen, allerdings

zum Teil deutlich älteren Studien (Borland et al. 1998 [10,2:10.000]; Bunchungmongkol et al. 2007; Olsson et al. 1986).

Die Aspirationsinzidenz einer neueren Studie aus dem Jahr 2007 von Bunchungmongkol et al. lag bei 2,4:10.000, während sie im Jahre 1986 bei Olsson et al. bei 0 – 9 Jährigen noch bei 8,6:10.000 lag. Bei dem Vergleich von unseren Werten mit den Werten anderer Studien muss allerdings immer bedacht werden, dass in der vorliegenden Studie nur solch schwerwiegende Komplikationen, hier Aspirationen, ausgewertet werden, die eine Verlegung auf die Intensivstation nach sich zogen. Dies ist in den anderen genannten Studien zur Aspirationsinzidenz nicht der Fall.

So kamen Warner et al. (1999) zu einer Inzidenz von 3,8:10.000 (im Vergleich hier: 1,3:10.000). Bei Notfällen lag die Aspirationsinzidenz sogar bei 26,8:10.000 Narkosen. Hieraus den Schluss zu ziehen, die Aspirationsinzidenz läge bei Kindern deutlich höher als bei Erwachsenen – die Daten liegen hier bei 1,4:10.000 (Sakai et al. 2006) beziehungsweise bei 1,2:10.000 (Neelakanta und Chikyarappa 2006) – ist aus den vorliegenden Auswertungen nicht ableitbar. Im Gegenteil: Die Werte der vorliegenden Studie entsprechen genau den Erwachsenenwerten und sind wahrscheinlich der hohen Expertise der Anästhesisten und der stringenten Beachtung von Leitlinien geschuldet. In diesem Zusammenhang mit Blick auf die Zahl der Aspirationen stellt sich die Frage, ob Warner et al. (1999) das Nüchternheitsgebot nicht mit der notwendigen Konsequenz umsetzen, ob sie Vorkehrungen treffen, um auch bei nicht nüchternen Kindern Narkosen sicher einleiten zu können.

Dazu gibt es vom wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI eine dezidierte Empfehlung, die Aspiration gerade beim nicht nüchternen und notfallmäßig zu behandelnden Kind wenn nicht komplett, aber weitgehend vermeidet (Schmidt et al. „Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter“ 2007).

4.5.2 Kardiovaskuläre Komplikationen

Auch die Zahl der kardiovaskulären Komplikationen ist drastisch zurückgegangen. Die häufig schweren Herzrhythmusstörungen bei Halothannarkosen, aber auch die schweren Kreislaufdepressionen bei Früh-, Neugeborenen und Säuglingen (Murray et al. 2000)

kommen weder unter Sevofluran, noch bei intravenösen Narkosen vor. Dies zeigt vor allem die klinische Praxis. In Studien wurde dies auch bestätigt (u.a. Kataria et al. 1996). Insofern ist eine kardiovaskuläre Problematik unter Narkose bei den Kindern ohne Herzfehler extrem selten.

4.5.3 Anaphylaktische Reaktionen

Schwere allergische Reaktionen sind mit 0,9:10.000 Anästhesien (n=7) ebenfalls sehr niedrig. Allerdings führte die Applikation von Atracurium bei einem 10 Jahre alten Kind zu einem anaphylaktischen Schock mit der Notwendigkeit zur Reanimation, die erfolgreich war. Allergische Reaktionen auf Atracurium sind bekannt (Gupta et al. 2012; Kumar et al. 1993), Mediator ist das ausgeschüttete Histamin (Basta et al. 1982). Offensichtlich ist das Ausmaß der Histaminausschüttung auch eine Frage der Geschwindigkeit der Applikation. Im Bereich des Olgahospitals gibt es die Anordnung, Atracurium langsam zu applizieren. Dies mag ein Grund für die sehr niedrige Anaphylaxierate zu sein.

4.5.4 Komplikationen des Zentralen Nervensystems

Zerebrale Krämpfe nach Narkosen sind extrem selten. Eine Rolle kann die versehentliche intravasale Applikation von Lokalanästhetika sein (Modica et al. 1990). Auch das eigentlich antiepileptisch wirksame Propofol kann in extrem seltenen Fällen zu Krämpfen führen (Islander und Vinge 2000; Mäkelä et al. 1993). Bei der Betrachtung der Inzidenz von epileptischen Anfällen in der postoperativen Phase muss jedoch auch ein Blick auf die Zahl der Kinder geworfen werden, bei denen präoperativ eine epileptische Grunderkrankung vorlag. Die Zahl dieser Kinder ist in der Klientel im Olgahospital auf Grund einer Schwerpunktbildung im Bereich Epilepsie relativ hoch. Dennoch kam es erfreulicherweise zu keinem epileptischen Anfall bei Kindern in dieser Studie. Vor Studienbeginn gab es jedoch bei schwer epilepsiekranken Kindern ein status epilepticus in der Phase nach einer vierstündigen Narkose mit Propofol.

4.6 Schlussfolgerung

Trotz in heutiger Zeit stark zurückgegangener Mortalität und Morbidität bei Kindernarkosen ist keine Überheblichkeit oder falsche Sicherheit angezeigt. Speziell Säuglinge sind nach wie vor besonders gefährdet, Komplikationen zu erleiden. Durch konzentrierte Arbeit muss täglich eine sichere Versorgung der Kinder garantiert werden. Studien zur Optimierung der Behandlungsqualität im Sinne eines guten Komforts am OP-Tag (kürzere Nüchternheitsphase, weniger postoperative Übelkeit und Erbrechen, optimierte Schmerztherapie) sollten jetzt im Vordergrund stehen. Zudem ist es aus unserer Sicht nötig, auf internationaler Ebene Definitionen zur besseren Vergleichbarkeit von Studienergebnissen zu schaffen.

5. Zusammenfassung

Überblick: Die Kinderanästhesie hat in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte gemacht. Die sinkenden Mortalitäts- und Morbiditätsraten sind zum einen bedingt durch neue, komplikationsärmere Medikamente und verbesserte Monitoringmethoden. Zum anderen haben auch die Standardisierung von Behandlungsabläufen und die ausführliche Aus- und Weiterbildung von Anästhesisten auf dem Gebiet der Kinderanästhesie dazu beigetragen. Diese Studie untersucht die Mortalität und Morbidität des Klinikum Stuttgart – Olgahospital (OH).

Design: Retrospektive Qualitätssicherungsstudie

Aufbau: Es wurden im Zeitraum 01.01.2006 bis 31.12.2014 alle durchgeführten Anästhesien (n=78219) bei Patienten im Alter von 0 – 16 Jahren auf Komplikationen untersucht, die entweder die ungeplante Verlegung auf die Intensivstation nach sich zogen (AVB 4), oder den Tod den Patienten zur Folge hatten (AVB 5). Es wurde überprüft, ob die Komplikationshäufigkeit in den Bereichen Atmung, Herz-Kreislauf, Allgemeine Reaktionen, Laborwerte, Zentrales Nervensystem und Läsionen abhängig ist von dem Alter der Kinder, von dem Schweregrad der Vorerkrankung nach der ASA-Klassifikation, von der Dringlichkeit des Eingriffes, von dem Fachgebiet des Eingriffes, von der Anwendung von Regionalanästhesie, von der Art des Eingriffes (operativ oder diagnostisch), von der Anwendung von Bluttransfusionen, von der Art der Anästhesieeinleitung und –aufrechterhaltung.

Ergebnisse: Bei 78.219 Anästhesien traten 8 Herzkreislaufstillstände (1,0:10.000) auf, von denen 4 anästhesiologisch bedingt waren (0,5:10.000). Drei Kinder verstarben (0,4:10.000), kein Todesfall war anästhesiebedingt. Insgesamt traten 137 Komplikationen auf (17,5:10.000), davon 43 anästhesiebedingt (5,5:10.000). Atmungskomplikationen hatten mit 54,7% den größten Anteil an Komplikationen (n=75), an zweiter Stelle standen Herzkreislaufkomplikationen mit 16,1% (n=22). Bei Säuglingen war die Inzidenz an Komplikationen sowohl insgesamt (38,0:10.000) als auch anästhesiebedingt (13,1:10.000) am höchsten. Jüngere Kinder, vor allem Säuglinge, erlitten häufiger Atmungskomplikationen als Ältere. Die Inzidenz an schweren Zwischenfällen stieg auch mit steigendem ASA-Status an. Atmungskomplikationen ereigneten sich vor allem in den Fachgebieten HNO und

Kinderchirurgie und Eingriffen operativer Natur. Die Inzidenz an schweren Komplikationen war mit ansteigender Dringlichkeit des Eingriffes höher und höher bei der Notwendigkeit von Bluttransfusionen. Wenn der Patient bereits intubiert in den OP kam, war die Komplikationshäufigkeit ebenfalls erhöht bei Atmungs- und Herzkreislaufkomplikationen. Bei inhalativer Anästhesieaufrechterhaltung zeigte sich eine größere Inzidenz an Atmungs- und Herzkreislaufkomplikationen im Vergleich zu totalintravenöser Aufrechterhaltung.

Diskussion: In der internationalen Literatur ist in der Kinderanästhesie ein starker Rückgang von Zwischenfällen sichtbar. Dies betrifft im Vergleich auch unsere Studie. Die Inzidenz an schweren Komplikationen und der Mortalität ist sehr gering. Dies kann damit erklärt werden, dass das Klinikum Stuttgart – Olgahospital (OH) medizintechnisch ausgezeichnet ausgestattet ist und über einen hervorragend aus- und weitergebildeten Stab an Mitarbeitern verfügt. Andererseits ist durch international nicht durchgängig gleiche Definitionen von Herzkreislaufstillständen und anderweitigen Komplikationen die Vergleichbarkeit mit anderen Studien erschwert. Dennoch bestätigen internationale Studien unsere Ergebnisse: Risikofaktoren bei Kindern, Komplikationen zu erleiden, sind u.a. Säuglinge, hoher ASA-Status und Notfalleingriffe.

Schlussfolgerung: Trotz in heutiger Zeit stark zurückgegangener Mortalität und Morbidität bei Kindernarkosen ist keine Überheblichkeit oder falsche Sicherheit angezeigt. Durch konzentrierte Arbeit muss täglich eine sichere Versorgung der Kinder garantiert werden. Studien zur Optimierung der Behandlungsqualität im Sinne eines guten Komforts am OP-Tag (kürzere Nüchternheitsphase, weniger postoperative Übelkeit und Erbrechen, optimierte Schmerztherapie) sollten jetzt im Vordergrund stehen.

6. Literaturverzeichnis

Anderson BJ, Lerman J and Cote CJ (2013) *A Practice of Anesthesia for Infants and Children*, Fifth Edition, Pharmacokinetics and Pharmacology of Drugs Used in Children: 77 – 149; Cote CJ, Lerman J and Anderson BJ, Elsevier Saunders, Philadelphia, PA, USA.

Auroy Y, Ecoffey C, Messiah A and Rouvier B (1997) Relationship between complications of pediatric anesthesia and volume of pediatric anesthetics. *Anesth Analg* 84(1): 234–235.

Basta SJ, Ali HH, Savarese JJ, Sunder N, Gionfriddo M, Cloutier G, et al. (1982) Clinical pharmacology of atracurium besylate (BW 33A): a new non-depolarizing muscle relaxant. *Anesth Analg* 61(9): 723–729.

Bauerle K, Greim C-A, Schroth M, Geisselbrecht M, Kobler A and Roewer N (2004) Prediction of depth of sedation and anaesthesia by the Narcotrend EEG monitor. *Br J Anaesth* 92(6): 841–845.

Beck G, Becke K, Biermann E, et al. Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anästh Intensivmed.* 2013;54: 39–42.

Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Posner KL, Domino KB, Haberkern CM, et al. (2007) Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg* 105(2): 344–350.

Bharti N, Batra YK and Kaur H (2009) Paediatric perioperative cardiac arrest and its mortality: database of a 60-month period from a tertiary care paediatric centre. *Eur J Anaesthesiol* 26(6): 490–495.

Borland LM, Sereika SM, Woelfel SK, Saitz EW, Carrillo PA, Lupin JL, et al. (1998) Pulmonary aspiration in pediatric patients during general anesthesia: incidence and outcome. *J Clin Anesth* 10(2): 95–102.

Braz LG, Braz JRC, Modolo NSP, do Nascimento P, Brushi BAM and Raquel de Carvalho L (2006) Perioperative cardiac arrest and its mortality in children. A 9-year survey in a Brazilian tertiary teaching hospital. *Paediatr Anaesth* 16(8): 860–866.

Bunchungmongkol N, Punjasawadwong Y, Chumpathong S, Somboonviboon W, Suraseranivongse S, Vasinanukorn M, et al. (2009) Anesthesia-related cardiac arrest in children: the Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study). *J Med Assoc Thai* 92(4): 523–530.

Bunchungmongkol N, Somboonviboon W, Suraseranivongse S, Vasinanukorn M, Chau-in W and Hintong T (2007) Pediatric anesthesia adverse events: the Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study) database of 25,098 cases. *J Med Assoc Thai* 90(10): 2072–2079.

Cohen IT, Finkel JC, Hannallah RS, Hummer KA and Patel KM (2003) Rapid emergence does not explain agitation following sevoflurane anaesthesia in infants and children: a comparison with propofol. *Paediatr Anaesth* 13(1): 63–67.

Cohen MM, Cameron CB and Duncan PG (1990) Pediatric anesthesia morbidity and mortality in the perioperative period. *Anesth Analg* 70(2): 160–167.

Colvin J, Bower C, Dickinson JE and Sokol J (2005) Outcomes of congenital diaphragmatic hernia: a population-based study in Western Australia. *Pediatrics* 116(3): e356-63.

Cooper JB (1996) Is voluntary reporting of critical events effective for quality assurance? *Anesthesiology* 85(5): 961–964.

Cote CJ, Goldstein EA, Cote MA, Hoaglin DC and Ryan JF (1988) A single-blind study of pulse oximetry in children. *Anesthesiology* 68(2): 184–188.

Cote CJ, Rolf N, Liu LM, Goudsouzian NG, Ryan JF, Zaslavsky A, et al. (1991) A single-blind study of combined pulse oximetry and capnography in children. *Anesthesiology* 74(6): 980–987.

da Silva PS, de Aguiar VE and Fonseca MC (2013) Risk factors and outcomes of unplanned PICU postoperative admissions: a nested case-control study. *Pediatr Crit Care Med* 14(4): 420–428.

Davis PJ (2007) When assessing what we know we don't know is not enough: another perspective on pediatric outcomes. *Anesth Analg* 105(2): 301–303.

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: Empfehlungen der DGAI zur Qualitätssicherung. „Kerndatensatz Anästhesie“. *Anästh Intensivmed* 34 (1993): 330-336.

Downey GB and O'Connell AJ (1996) Audit of unbooked paediatric post-anaesthesia admissions to intensive care. *Anaesth Intensive Care* 24(4): 464–471.

Dripps RD (1963) New classification of physical status. *Anesthesiol* 24:111.

Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G and Courreges P (2010) Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth* 20(12): 1061–1069.

Empfehlungen für die anästhesiologische Versorgung von Kindern in Europa. *Anästh Intensivmed* 2006;47: 297-299.

Flick RP, Sprung J, Harrison TE, Gleich SJ, Schroeder DR, Hanson AC, et al. (2007) Perioperative cardiac arrests in children between 1988 and 2005 at a tertiary referral center: a study of 92,881 patients. *Anesthesiology* 106(2): 226-37; quiz 413-4.

Frei F, Erb Th, Jonmarker C, Sumpelmann R und Werner O (2009) *Kinderanästhesie, Physiologie und Pathophysiologie*: 19 – 40; Frei F, Erb Th, Jonmarker C, Sumpelmann R und Werner O *Kinderanästhesie*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Giaufre E, Dalens B and Gombert A (1996) Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg* 83(5): 904–912.

Gibson AR, Limb J and Bell G (2014) Retrospective audit of unplanned admissions to pediatric high dependency and intensive care after surgery. *Paediatr Anaesth* 24(4): 372–376.

Gonzalez LP, Braz JRC, Modolo MP, Carvalho LR de, Modolo NSP and Braz LG (2014) Pediatric perioperative cardiac arrest and mortality: a study from a tertiary teaching hospital. *Pediatr Crit Care Med* 15(9): 878–884.

Gonzalez LP, Pignaton W, Kusano PS, Modolo NS, Braz JR and Braz LG (2012) Anesthesia-related mortality in pediatric patients: A systematic review. *Clinics /Sao Paulo* 67(4): 381–387.

Graff TD, Phillips OC, Benson DW and Kelley E (1964) Baltimore Anesthesia Study Committee: Factors In Pediatric Anesthesia Mortality. *Anesth Analg* 43: 407–414.

Gupta A, Srivastava U, Saxena A, Mittal A and Dwivedi Y (2012) Severe anaphylactic reaction to atracurium. *Indian J Pharmacol* 44(1): 144–145.

Haller G, Myles PS, Wolfe R, Weeks AM, Stoelwinder J and McNeil J (2005) Validity of unplanned admission to an intensive care unit as a measure of patient safety in surgical patients. *Anesthesiology* 103(6): 1121–1129.

Hoffman GM (2008) Outcomes of pediatric anesthesia. *Semin Pediatr Surg* 17(2): 141–151.

Holzman RS, van der Velde, M E, Kaus SJ, Body SC, Colan SD, Sullivan LJ, et al. (1996) Sevoflurane depresses myocardial contractility less than halothane during induction of anesthesia in children. *Anesthesiology* 85(6): 1260–1267.

Islander G and Vinge E (2000) Severe neuroexcitatory symptoms after anaesthesia--with focus on propofol anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 44(2): 144–149.

Johannesson GP, Floren M and Lindahl SG (1995) Sevoflurane for ENT-surgery in children. A comparison with halothane. *Acta Anaesthesiol Scand* 39(4): 546–550.

Jöhr M (2013) *Kinderanästhesie, Anatomische und physiologische Besonderheiten*: 5 – 49; Jöhr M, *Kinderanästhesie*, Urban & Fischer München

- Kataria B, Epstein R, Bailey A, Schmitz M, Backus WW, Schoeck D, et al. (1996) A comparison of sevoflurane to halothane in paediatric surgical patients: results of a multicentre international study. *Paediatr Anaesth* 6(4): 283–292.
- Kawashima Y, Seo N, Morita K, Irita K, Iwao Y, Tsuzaki K, et al. (2002) Anesthesia-related mortality and morbidity in Japan (1999). *J Anesth* 16(4): 319–331.
- Keenan RL and Boyan CP (1985) Cardiac arrest due to anesthesia. A study of incidence and causes. *JAMA* 253(16): 2373–2377.
- Keenan RL, Shapiro JH and Dawson K (1991) Frequency of anesthetic cardiac arrests in infants: Effect of pediatric anesthesiologists. *J Clin Anesth* 3(6): 433–437.
- Keenan RL, Shapiro JH, Kane FR and Simpson PM (1994) Bradycardia during anesthesia in infants. An epidemiologic study. *Anesthesiology* 80(5): 976–982.
- Kretz FJ (2007) *Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern, Komplikationen der Anästhesie im Kindesalter: 160 – 166*; Kretz FJ und Becke K, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
- Kumar AA, Thys J, van Aken HK, Stevens E and Crul JF (1993) Severe anaphylactic shock after atracurium. *Anesth Analg* 76(2): 423–425.
- Kurowski I and Sims C (2007) Unplanned anesthesia-related admissions to pediatric intensive care - a 6-year audit. *Paediatr Anaesth* 17(6): 575–580.
- Mackenzie CF, Jefferies NJ, Hunter WA, Bernhard WN and Xiao Y (1996) Comparison of self-reporting of deficiencies in airway management with video analyses of actual performance. LOTAS Group. Level One Trauma Anesthesia Simulation. *Hum Factors* 38(4): 623–635.
- Makela JP, Iivanainen M, Pieninkeroinen IP, Waltimo O and Lahdensuu M (1993) Seizures associated with propofol anesthesia. *Epilepsia* 34(5): 832–835.
- Mamie C, Habre W, Delhumeau C, Barazzone Argiroffo C and Morabia A (2004) Incidence and risk factors of perioperative respiratory adverse events in children undergoing elective surgery. *Paediatr Anaesth* 14(3): 218–224.
- Montobbio G, Pini-Prato A, Guida E, Disma N, Mameli L, Avanzini S, et al. (2012) Provisional unicentric experience with an electronic incident reporting form in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 22(11): 1080–1086.
- Murray JP (2011) Cardiac arrest in anesthetized children: recent advances and challenges for the future. *Paediatr Anaesth* 21(7): 722–729.
- Murray JP and Posner K (2007) Pediatric perioperative cardiac arrest: in search of definition(s). *Anesthesiology* 106(2): 207–208.

Murray JP, Geiduschek JM, Ramamoorthy C, Haberkern CM, Hackel A, Caplan RA, et al. (2000) Anesthesia-related cardiac arrest in children: initial findings of the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest (POCA) Registry. *Anesthesiology* 93(1): 6–14.

Murat I, Constant I and Maud'huy H (2004) Perioperative anaesthetic morbidity in children: A database of 24 165 anaesthetics over a 30-month period. *Paediatr Anaesth* 14(2): 158–166.

Neelakanta G and Chikyarappa A (2006) A review of patients with pulmonary aspiration of gastric contents during anesthesia reported to the Departmental Quality Assurance Committee. *J Clin Anesth* 18(2): 102–107.

Newland MC, Ellis SJ, Lydiatt CA, Peters KR, Tinker JH, Romberger DJ, et al. (2002) Anesthetic-related cardiac arrest and its mortality: a report covering 72,959 anesthetics over 10 years from a US teaching hospital. *Anesthesiology* 97(1): 108–115.

Oberer C, Ungern-Sternberg BS von, Frei FJ and Erb TO (2005) Respiratory reflex responses of the larynx differ between sevoflurane and propofol in pediatric patients. *Anesthesiology* 103(6): 1142–1148.

Olsson GL and Hallén B (1988) Cardiac arrest during anaesthesia. A computer-aided study in 250 543 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 32(8): 653–664.

Olsson GL, Hallén B and Hambraeus-Jonzon K (1986) Aspiration during anaesthesia: a computer-aided study of 185,358 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 30(1): 84–92.

Parnis SJ, Barker DS and Van Der Walt, J H (2001) Clinical predictors of anaesthetic complications in children with respiratory tract infections. *Paediatr Anaesth* 11(1): 29–40.

Patel R, Lenczyk M, Hannallah RS and McGill WA (1994) Age and the onset of desaturation in apnoeic children. *Can J Anaesth* 41(9): 771–774.

Picard V, Dumont L and Pellegrini M (2000) Quality of recovery in children: sevoflurane versus propofol. *Acta Anaesthesiol Scand* 44(3): 307–310.

Runciman WB, Webb RK, Barker L and Currie M (1993) The Australian Incident Monitoring Study. The pulse oximeter: applications and limitations--an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 21(5): 543–550.

„Runder Tisch Qualitätssicherung in der Anästhesie von DGAI und BDA“ (1999). Modifikation des Kerndatensatzes Anästhesie und Kerndatensatz Anästhesie – Version 2.0 /1999. *Anästh Intensivmed* 40:649-658.

Rüsch D, Happe W and Wulf H (1999) Postoperative Übelkeit und postoperatives Erbrechen nach Strabismuschirurgie bei Kindern. Inhalationsanästhesie mit Sevofluran/Lachgas im Vergleich zu intravenöser Anästhesie mit Propofol/Remifentanyl. *Anaesthesist* 48(2): 80–88.

- Russell IA, Miller Hance WC, Gregory G, Balea MC, Cassorla L, DeSilva A, et al. (2001) The safety and efficacy of sevoflurane anesthesia in infants and children with congenital heart disease. *Anesth Analg* 92(5): 1152–1158.
- Sakai T, Planinsic RM, Quinlan JJ, Handley LJ, Kim T-Y and Hilmi IA (2006) The incidence and outcome of perioperative pulmonary aspiration in a university hospital: a 4-year retrospective analysis. *Anesth Analg* 103(4): 941–947.
- Saklad M. (1941) Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesiology* 2: 281–284.
- Salem MR (1975) Cardiac Arrest Related to Anesthesia. *JAMA* 233(3): 238.
- Sanborn KV, Castro J, Kuroda M and Thys DM (1996) Detection of intraoperative incidents by electronic scanning of computerized anesthesia records. Comparison with voluntary reporting. *Anesthesiology* 85(5): 977–987.
- Sarner JB, Levine M, Davis PJ, Lerman J, Cook DR and Motoyama EK (1995) Clinical characteristics of sevoflurane in children. A comparison with halothane. *Anesthesiology* 82(1): 38–46.
- Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B. (2007) Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. Vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). *Anästh Intensivmed* 48: 88-93
- Schreiner MS, O'Hara I, Markakis DA and Politis GD (1996) Do children who experience laryngospasm have an increased risk of upper respiratory tract infection? *Anesthesiology* 85(3): 475–480.
- Schultz B and Schultz A (2014) Neuromonitoring bei Kindern - Wie tief schläft mein Patient? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther AINS* 49(2): 84–90.
- Segerer H (2007) Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern, Physiologie des Neugeborenen: 3 – 13; Kretz FJ und Becke K, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
- Tait AR, Malviya S, Voepel-Lewis T, Munro HM, Seiwert M and Pandit UA (2001) Risk factors for perioperative adverse respiratory events in children with upper respiratory tract infections. *Anesthesiology* 95(2): 299–306.
- Tait AR, Pandit UA, Voepel-Lewis T, Munro HM and Malviya S (1998) Use of the laryngeal mask airway in children with upper respiratory tract infections: a comparison with endotracheal intubation. *Anesth Analg* 86(4): 706–711.
- Tay CL, Tan GM and Ng SB (2001) Critical incidents in paediatric anaesthesia: an audit of 10 000 anaesthetics in Singapore. *Paediatr Anaesth* 11(6): 711–718.

Taylor JA, Brownstein D, Christakis DA, Blackburn S, Strandjord TP, Klein EJ, et al. (2004) Use of incident reports by physicians and nurses to document medical errors in pediatric patients. *Pediatrics* 114(3): 729–735.

Tiret L, Nivoche Y, Hatton F, Desmots JM and Vourc'h G (1988) Complications related to anaesthesia in infants and children. *Br J Anaesth* 61(3): 263–269.

Ungern-Sternberg BS von, Boda K, Schwab C, Sims C, Johnson C and Habre W (2007) Laryngeal mask airway is associated with an increased incidence of adverse respiratory events in children with recent upper respiratory tract infections. *Anesthesiology* 107(5): 714–719.

Ungern-Sternberg BS von, Boda K, Chambers NA, Rebmann C, Johnson C, Sly PD, et al. (2010) Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet* 376(9743): 773–783.

Wan S, Siow YN, Lee SM and Ng A (2013) Audits and critical incident reporting in paediatric anaesthesia: lessons from 75,331 anaesthetics. *Singapore Med J* 54(2): 69–74.

Warner MA, Warner ME, Warner DO, Warner LO and Warner EJ (1999) Perioperative pulmonary aspiration in infants and children. *Anesthesiology* 90(1): 66–71.

Wodey E, Pladys P, Copin C, Lucas MM, Chaumont A, Carre P, et al. (1997) Comparative hemodynamic depression of sevoflurane versus halothane in infants: an echocardiographic study. *Anesthesiology* 87(4): 795–800.

Yu SH and Beirne OR (2010) Laryngeal mask airways have a lower risk of airway complications compared with endotracheal intubation: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* 68(10): 2359–2376.

Zalla JM, Stoddard GJ and Yoder BA (2015) Improved mortality rate for congenital diaphragmatic hernia in the modern era of management: 15 year experience in a single institution. *J Pediatr Surg* 50(4): 524–527.

7. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde im Klinikum Stuttgart – Olgahospital (OH) in der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin unter Betreuung von Prof. Dr. F-J. Kretz durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. F-J. Kretz, Ärztlicher Direktor, und Ruben Carol Cube, Doktorand.

Die gesamte Datenerhebung wurde nach Einarbeitung durch Oberarzt Dr. Jörg Nirmaier von Ruben Carol Cube eigenständig durchgeführt.

Die statistische Auswertung und Erstellung aller Abbildungen erfolgte unter Mithilfe von Dr. med. Tanja Kottmann, Medizinische Statistik, Hamm. Alle Tabellen wurden von Ruben Carol Cube selbstständig erstellt.

Ich versichere, das Manuskript selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Stuttgart, den

(Ruben Carol Cube)

8. Danksagung

Ein ganz besonderer herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. Franz-Josef Kretz, der mich in herausragender Weise begleitet hat.