

**Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie,  
Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie  
der Universität Würzburg**

**Direktor: Professor Dr. med. Patrick Meybohm**

**Evaluation von Sedierungen und Allgemeinanästhesien  
zur Durchführung bildgebender Verfahren  
bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat**

**Inauguraldissertation**

**zur Erlangung der Doktorwürde der**

**Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von**

**Dr. med. univ. Jonas Maximilian Zuber**

**aus Stuttgart**

**Würzburg, April 2024**

Referent: Univ.-Prof. Dr. Peter Kranke

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr. Bernhard Petritsch

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 17.04.2024

Der Promovend ist Arzt

*Meiner Frau und meinen Töchtern gewidmet!*

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung .....	1
2. Hintergrund .....	3
2.1 Bildgebende Verfahren im Säuglingsalter .....	3
2.2 Sedierungen im Säuglingsalter.....	5
2.3 Neurotoxizität von Anästhetika im Säuglingsalter.....	6
2.4 Bildgebende Verfahren im Säuglingsalter am Universitätsklinikum Würzburg ....	9
3. Material und Methoden .....	11
3.1 Retrospektive Analyse am Universitätsklinikum Würzburg.....	12
3.1.1 Speicherung des Datenmaterials .....	13
3.1.2 Statistische Auswertung des Datenmaterials .....	13
3.2 Fragebogen.....	14
3.2.1 Zielgruppe .....	14
3.2.2 Aufbau und Entwicklung des Fragebogens.....	15
3.2.3 Ablauf der Umfrage .....	16
3.2.4 Auswertung der erhobenen Daten.....	16
3.2.5 Datenqualität .....	17
3.2.6 Datenschutz.....	18
4. Ergebnisse der retrospektiven Analyse am Universitätsklinikum Würzburg .....	19
4.1. Patienten/-Innen-Charakteristiken.....	19
4.1.1 Geschlechterverteilung.....	21
4.1.2 Altersverteilung.....	22
4.1.3 Gewicht .....	23
4.1.4 Größe.....	24
4.1.5 Charakteristiken bei Geburt .....	25
4.1.5.1 Schwangerschaftswoche bei Geburt.....	25
4.1.5.2 Geburtsgewicht .....	26
4.2. Jahres-/Tageszeitliche Verteilung .....	27
4.2.1 Jahreszeitliche Verteilung .....	27
4.2.2 Tageszeitliche Verteilung.....	29
4.3 Betreuende Klinik .....	30
4.4 Grunderkrankungen.....	31

4.5 Begleiterkrankungen .....	32
4.6 Bildgebungen .....	33
4.6.1 Dringlichkeit .....	36
4.6.2 Komplikationen.....	37
4.6.2.1 Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung .....	38
4.7 Bildgebungen mit anästhesiologischer Beteiligung .....	39
4.7.1 Klassifikation nach der American Society of Anesthesiologists .....	43
4.7.2 Narkoseformen für bildgebende Verfahren .....	45
4.7.2.1 Bildgebende Verfahren in medikamentöser Sedierung unter erhaltener Spontanatmung.....	46
4.7.2.2 Bildgebende Verfahren in Allgemeinanästhesie mit Atemwegssicherung .....	48
4.7.2.3 Bildgebende Verfahren ohne Einsatz sedierender Medikamente .....	50
4.7.3 Ausbildungsstand betreuende/-r Anästhesist/-In.....	51
4.7.4 Instrumentierung .....	52
4.7.5 Monitoring.....	53
4.7.6 Medikamente .....	54
4.7.7 Visite vor einer anästhesiologischen Betreuung .....	60
4.7.8 Überwachung nach erfolgter Bildgebung .....	61
4.7.9 Zeiten.....	63
5. Ergebnisse der Fragebogenstudie.....	66
5.1 Rücklauf.....	66
5.2 Allgemeine Informationen .....	68
5.3 Personal .....	70
5.4 Zahlen.....	72
5.5 Medikamente.....	78
5.6 Alternativen.....	80
5.7 Abläufe.....	82
5.8 Monitoring.....	86
5.9 Ausblick .....	88
6. Diskussion .....	89
7. Zusammenfassung.....	111

8. Literaturverzeichnis.....	112
Appendix .....	122
I. Abkürzungsverzeichnis.....	122
II. Abbildungsverzeichnis .....	123
III. Tabellenverzeichnis.....	126
IV. Zusatzmaterial.....	127
IV.I Fragebogen .....	127
IV.II Anschreiben.....	139
IV.III Programm der Online-Jahrestagung 2021 des WAKKA der DGAI.....	140
V. Danksagung.....	141

## 1. Einleitung

Im Jahr 2010 haben die Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH) und der wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) eine gemeinsame Handlungsempfehlung zur Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter erarbeitet.<sup>1</sup>

Drei wesentliche Gründe werden darin für die Notwendigkeit dieser Handlungsempfehlung genannt. Zum Ersten eine steigende Häufigkeit von diagnostischen und therapeutischen Eingriffen im Kindesalter. Zum Zweiten die Notwendigkeit klar definierter Untersuchungsbedingungen für viele (bildgebende) Verfahren. Und zum Dritten ein wachsender Anspruch an die Qualität der kindlichen Versorgung. Diese Grundsätze decken sich mit den Forderungen der internationalen Fachliteratur und gelten für Kinder mehr noch als für Erwachsene, da viele Eingriffe im Kindesalter, aufgrund spezifischer Patienteneigenschaften, nur in (Analgo-) Sedierung durchgeführt werden können. Das pädiatrische Patientenkollektiv weist gleichzeitig jedoch ein erhöhtes Risiko für Komplikationen auf.<sup>2-5</sup>

So zeigte eine rezente, groß angelegte Studie (APRICOT-Studie) aus 261 europäischen Kliniken an über 30.000 Kindern bis zum 15. Lebensjahr bis zu 5,2% schwere perioperative Komplikationen. Neugeborene und Säuglinge im ersten Lebensjahr schienen dabei besonders gefährdet.<sup>6</sup>

Im Vergleich dazu gab die Literatur für gesunde Erwachsene eine Häufigkeit von 26,2 perioperativen Komplikationen/1.000.000 Operationen (0,000262%) an.<sup>7</sup>

Um der steigenden Häufigkeit und den hohen Anforderungen an die Betreuung diagnostischer und therapeutischer Eingriffe im Kindesalter Rechnung zu tragen, schien es uns sinnvoll, den aktuellen Stand der Praxis in diesem anspruchsvollen Patientenkollektiv zu evaluieren. Nachdem auch die Auswirkungen von Sedierungen und/oder Allgemeinanästhesien auf das sich entwickelnde Gehirn noch nicht vollständig geklärt sind, ist das Wissen um mögliche Folgen, Komplikationen und Alternativen für jeden an der Betreuung von Säuglingen beteiligten Arzt/Ärztin wichtig.

In einem Spannungsfeld zwischen Patientensicherheit, potenziellen Komplikationen und Prozessoptimierung war es Ziel der vorliegenden Untersuchung, im Sinne einer qualitätsgesicherten Medizin, unter anderem folgende Fragen zu beantworten:

- Wie sind die patientenseitigen Charakteristiken der Säuglinge, die am Universitätsklinikum Würzburg ein bildgebendes Verfahren erhielten, welches bildgebende Verfahren wurde durchgeführt und wie wurde die Durchführung ermöglicht (Sedierung und/oder Allgemeinanästhesie)?
- Welchen Einfluss hatten unterschiedlich durchgeführte Sedierungen und/oder Allgemeinanästhesien für Bildgebungen auf die Prozesszeiten, wo bestanden organisatorische Herausforderungen und bestehen Optimierungsmöglichkeiten?

Die am Universitätsklinikum Würzburg erhobenen Informationen dienten als Grundlage für eine Erweiterung der vorliegenden Untersuchung. Um einen Vergleich mit anderen Kliniken zu ermöglichen, erstellten wir einen Fragebogen für eine Online-Umfrage. Speziell ausgebildete Kinderanästhesisten im deutschsprachigen Raum von Deutschland, Österreich und der Schweiz befragten wir dazu, wie bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat an den jeweiligen Arbeitsplätzen ermöglicht und welche Überwachungsmethoden eingesetzt wurden. Zudem fragten wir nach eingesetzten Medikamenten, Abläufen sowie Komplikationen.



## 2. Hintergrund

### 2.1 Bildgebende Verfahren im Säuglingsalter

Im Säuglingsalter stellt die Magnetresonanztomographie (MRT), aufgrund fehlender Strahlenbelastung, das bildgebende Verfahren der Wahl dar und bleibt, in Bezug auf die Qualität der generierten Bilder, unübertroffen.<sup>8</sup> Insbesondere Fragestellungen zu Verletzungen oder Schädigungen von Gehirn und Rückenmark können mittels Magnetresonanztomographie genauer beantwortet werden, als beispielsweise mittels Computertomographie (CT).<sup>9-11</sup>

Eine, vor allem in den Industrienationen, zunehmende Anzahl an Frühgeborenen, mit entsprechenden Begleiterkrankungen, führt zu einem erhöhten Bedarf an Bildgebungen, die über eine ubiquitär verfügbare und bettseitig durchführbare Ultraschalluntersuchung hinausgehen.<sup>11,12</sup> Eine Sedierung oder Allgemeinanästhesie für diese Untersuchungen bleibt besonderen Fragestellungen (beispielsweise nach zyanotischen Herzfehlern) vorbehalten. Auch computertomographische Bildgebungen können, Aufgrund kurzer Zeitdauer und zumeist guter räumlicher Zugänglichkeit für den betreuenden Arzt/Ärztin, oft ohne oder mit minimaler medikamentöser Ruhigstellung der Säuglinge durchgeführt werden.<sup>13</sup>

Die Magnetresonanztomographie stellt eine Herausforderung für Patienten/Patientin und betreuenden Arzt/Ärztin dar. So dauert die Durchführung dieser Bildgebungen deutlich länger und ist, insbesondere aufgrund der Lautstärke, eine Belastung für Säuglinge. Zur sicheren, stressfreien und wirtschaftlichen Akquise von Bildern ist dabei eine Immobilisation des Patienten/Patientin notwendig, da Spontanbewegungen zu Artefakten im Bild und zu einer Beeinträchtigung der Bildqualität und der Auswertbarkeit führen. Eine diesbezügliche Kooperation bei Säuglingen lässt sich meist nur durch eine medikamentöse Sedierung beziehungsweise Allgemeinanästhesie erreichen.<sup>14-16</sup>

Auch das betreuende Personal muss bei magnetresonanztomographischen Untersuchungen besondere Herausforderungen meistern.<sup>17</sup> Ein Arbeitsplatz der sich oft fern vom gewohnten, anästhesiologischen Arbeitsumfeld im Operationssaal oder auf der Intensivstation befindet, sowie der räumlich eingeschränkte Zugang zum Patienten/Patientin erschweren den Untersuchungsablauf und das Erkennen und Behandeln von Komplikationen.

Zusätzlich ist besonderes Equipment notwendig (Monitoring, Beatmungsgerät, Spritzenpumpen und ähnliches), welches nicht anfällig für Störungen durch die entstehenden Magnetfelder sein darf und jederzeit, ohne Störung des Untersuchungsablaufes, von der Ferne bedient werden kann.<sup>18</sup>

Die entsprechenden DIN- sowie EU-Normen (EN 740) und Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, welche die Anforderungen an einen anästhesiologischen Arbeitsplatz formulieren, müssen ebenso bei dezentralen Arbeitsplätzen eingehalten werden.<sup>14,17</sup>

Additiv hat auch die American Society of Anesthesiologists Guidelines für Anästhesiearbeitsplätze außerhalb des Operationssaals veröffentlicht.<sup>19,20</sup>

Und die Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) stellt seit 2001 die gleichen Anforderungen an die Durchführung von Sedierungen wie an die Durchführung von Allgemeinanästhesien. Es konnte gezeigt werden, dass eine Durchführung von Sedierungen unter den Vorgaben der JCAHO zu einer signifikanten Reduktion von Komplikationen führt.<sup>21</sup>

## 2.2 Sedierungen im Säuglingsalter

Vor ungefähr 25 Jahren wurde begonnen, Säuglinge und Kleinkinder mit den gleichen Anästhetika zu behandeln wie Erwachsene. Zuvor galt der lange widerlegte Irrglaube, dass Säuglinge keinen Schmerz empfinden würden. Zudem bestand eine ungewisse Angst vor kurz- und langfristigen Nebenwirkungen der Medikamente und die Befürchtung, das chirurgische Ergebnis einer Operation negativ zu beeinflussen.<sup>22</sup>

Und noch 2005 berichten Powers et al., dass ein Viertel aller im Rahmen einer Studie angeschriebenen Kliniken, bei Knochenmarkspunktionen im Kindesalter auf eine Analgesie verzichteten.<sup>2</sup> Seitdem konnten viele Studien die Sicherheit, aber auch die Notwendigkeit, einer adäquaten Analgesie und Anästhesie im Säuglingsalter aufzeigen. Dies gilt gleichwohl zur sicheren und erfolgreichen Durchführung von Sedierungen für nicht-operative Eingriffe und Bildgebungen.

In Abhängigkeit vom Anforderungsprofil werden Sedierungen beziehungsweise Allgemeinanästhesien bei Säuglingen von Anästhesisten/Anästhesistinnen, Pädiatern/Pädiaterinnen, im anglo-amerikanischen Raum teilweise von Radiologen/Radiologinnen, Kinder-Notfallmediziner/-Notfallmedizinerinnen oder besonders geschulten Pflegekräften durchgeführt.<sup>23-25</sup> Für Deutschland hat der wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin die Voraussetzungen zur Durchführung von Sedierungen im Kindesalter in seiner Empfehlung von 2010 geregelt. Demnach muss „bei schwer erkrankten (ASA-Status III-IV) Kindern sowie bei allen tiefen Sedierungen neben dem Untersucher ein weiterer, anästhesiologisch oder intensivmedizinisch ausgebildeter Arzt zur Verfügung stehen, der nicht mit dem Untersucher identisch sein darf und dessen alleinige Aufgabe die kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter ist“.

Da „die tiefe Sedierung eine Variante der Allgemeinanästhesie darstellt, sind hier nahezu die gleichen Anforderungen an Überwachung und fachliche Qualifikation zu fordern wie bei einer Allgemeinanästhesie; letztere sollte selbstverständlich ein Anästhesist/Anästhesistin durchführen“.<sup>1</sup>

### 2.3 Neurotoxizität von Anästhetika im Säuglingsalter

Anästhesistinnen und Anästhesisten werden im klinischen Alltag regelmäßig von Eltern zu behandelnder Kinder auf mögliche Risiken und Komplikation einer Anästhesie beziehungsweise der eingesetzten Medikamente angesprochen. Grundlage besorgter Nachfragen sind oft auf Erkenntnisse aus tierexperimentellen Studien zurückzuführen, die einen Anästhetika verursachten Schaden am Gehirn von Versuchstieren aufzeigten und 2016 zu einer Warnung der amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) führten.<sup>26</sup>

In Tierversuchen wurde beispielsweise ein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Anästhetika und dem Auftreten neuronaler Apoptose und Verhaltensauffälligkeiten nachgewiesen.<sup>27-33</sup> Als zugrunde liegender Mechanismus wurden unter anderem eine Apoptoseinduktion durch Hemmung der synaptischen Übertragung, ein verringertes Axonenwachstum oder eine Inflammation im zentralen Nervensystem durch Anästhetika diskutiert.<sup>34-36</sup>

Einschränkend ist sicherlich die Frage der Übertragbarkeit dieser Studienergebnisse auf den Menschen.<sup>37</sup> So wurden die Anästhetika, zur schnelleren statistischen Darstellung eines Effekts, im Tierexperiment in ungleich höherer Dosis und über einen längeren Zeitraum verabreicht.<sup>30,33</sup> Im klinischen Alltag werden vergleichbare Dosen nicht eingesetzt. Außerdem scheint nicht nur die Dosis der eingesetzten Medikamente und die Dauer sowie die Häufigkeit, sondern auch der Zeitpunkt der Exposition eine Rolle zu spielen.<sup>30</sup> Erkenntnisse über einen schädlichen Effekt von Anästhetika beim Menschen basierten bis vor wenigen Jahren auf rein retrospektiv erhobenen Daten. Diese zeigten beispielsweise eine erhöhte Inzidenz von Lernstörungen und Verhaltensauffälligkeiten oder Schlafstörungen, wenn Kinder bis zum 4. Lebensjahr eine Narkose erhielten. Insbesondere eine Narkosedauer von länger als 120 Minuten im ersten Lebenshalbjahr schien dabei diese Effekte hervorzurufen.<sup>38-41</sup>

Erst in den letzten Jahren wurden prospektive Studien durchgeführt, die diese Effekte genauer untersuchen sollten. Herauszustellen sind zwei groß angelegte, prospektive Studien, die den Zusammenhang zwischen Anästhesie und neuronaler Entwicklung von Kindern untersucht haben.

Die GAS (General Anesthesia compared to Spinal anesthesia) sowie die PANDA (Pediatric Anesthesia NeuroDevelopment Assessment) Studie erfuhren aufgrund ihres Studiendesigns sowie der erbrachten Ergebnisse internationale Aufmerksamkeit.<sup>42-45</sup>

In der von Davidson et al. durchgeführten, prospektiven, multizentrischen GAS-Studie wurden zwei Gruppen von Säuglingen verglichen, die in den ersten 15 Lebensmonaten eine Leistenhernienoperation benötigten. Eine Gruppe erhielt eine Sevofluran-basierte Allgemeinanästhesie, während die andere Gruppe ausschließlich eine Regionalanästhesie (Spinal- oder Kaudalanästhesie, oder eine Kombination aus beiden) erhielt. Evaluiert wurde der Zustand der neuronalen Entwicklung nach 2 sowie nach 5 Jahren. Die endgültigen Ergebnisse der GAS-Studie, welche im Januar 2019 im Lancet veröffentlicht wurden, ergaben keinen Hinweis darauf, dass die kognitive Entwicklung von Kleinkindern im Alter von 5 Jahren durch eine einmalige Vollnarkose beeinträchtigt wird. Einschränkend beschreiben die Autoren natürlich die Situation, wenn Säuglinge lange Narkosen bei großen Operationen oder wiederholte Narkosen benötigten.<sup>46</sup>

Sun et al. verglichen in ihrer Studie, die 2016 im Journal of the American Medical Association veröffentlicht wurde, Säuglingen mit einer Exposition gegenüber Anästhetika und deren Geschwister. Es wurde untersucht, ob eine einmalige Allgemeinanästhesie im Säuglingsalter im Vergleich zum Geschwisterkind, welches keine Anästhesie bekommen hatte, einen Einfluss auf die neurokognitive Entwicklung sowie auf das spätere Verhalten hatte. Die im Alter zwischen 8 und 15 Jahren durchgeführten Intelligenz- und Verhaltenstests erbrachten keine signifikanten Unterschiede.

Eine weitere, aktuelle Studie von Warner et al. (Mayo Anesthesia Safety in Kids – MASK Study) untersuchte die Exposition von Kleinkindern einer gesamten Region in den Vereinigten Staaten von Amerika (Olmsted County, Minnesota) gegenüber einer einmaligen und gegenüber mehrfachen Allgemeinanästhesien und wurde 2018 in Anesthesiology veröffentlicht. Bei knapp 1000 untersuchten Kindern konnte zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied in den durchgeführten Intelligenztests nachgewiesen werden. Lediglich bei der untersuchten Feinmotorik konnten nach mehreren Allgemeinanästhesien geringe Defizite nachgewiesen werden.<sup>31,47</sup>

Zusammenfassend muss auf die Stellungnahme der wissenschaftlichen Arbeitskreise Kinderanästhesie und Neuroanästhesie der deutschen Gesellschaft für Anesthesiologie und Intensivmedizin zum Thema Anästhetika-induzierte Neurotoxizität hingewiesen werden, gemäß welcher eine Anästhesie nie zum Selbstzweck durchgeführt werden kann, sondern immer nur um eine notwendige Operation oder Intervention zu ermöglichen.<sup>48</sup>

Damit wird berücksichtigt, dass es Hinweise aus Tierexperimenten auf eine Schädigung neuronaler Strukturen im kindlichen Gehirn geben kann, ohne dass eine relevante klinische Auswirkung bisher eindeutig nachgewiesen wurde. Die kindliche Entwicklung ist in diesem Zusammenhang als multifaktoriell beeinflusster Verlauf anzusehen, der nicht nur durch die Exposition gegenüber Anästhetika, sondern auch durch den sozio-ökonomischen Hintergrund und andere, in Studien nur schwer abzubildende Faktoren beschrieben wird.<sup>33</sup>

Es ist wichtig zu wissen, dass die Durchführung einer schmerzhaften Prozedur ohne Anästhesie ebenso zu Stress und damit assoziierter Neurodegeneration führen kann, sodass die Vorenthaltung einer Anästhesie nicht statthaft ist.<sup>40,49</sup>

Ist also eine Bildgebung im Säuglingsalter notwendig und wird die Indikation zur Bildgebung in Sedierung oder Narkose gestellt, so muss diese mit höchster Sorgfalt und Kompetenz durchgeführt werden, um mögliche Risiken und Komplikationen zu minimieren. Bei einer, nach aktuellen Richtlinien, von einer Fachärztin/Facharzt durchgeführten Anästhesie gibt es dann kaum Hinweise auf negative Auswirkungen auf das sich entwickelnde Gehirn von Säuglingen und Kindern.<sup>37,50</sup>

## 2.4 Bildgebende Verfahren im Säuglingsalter am Universitätsklinikum Würzburg

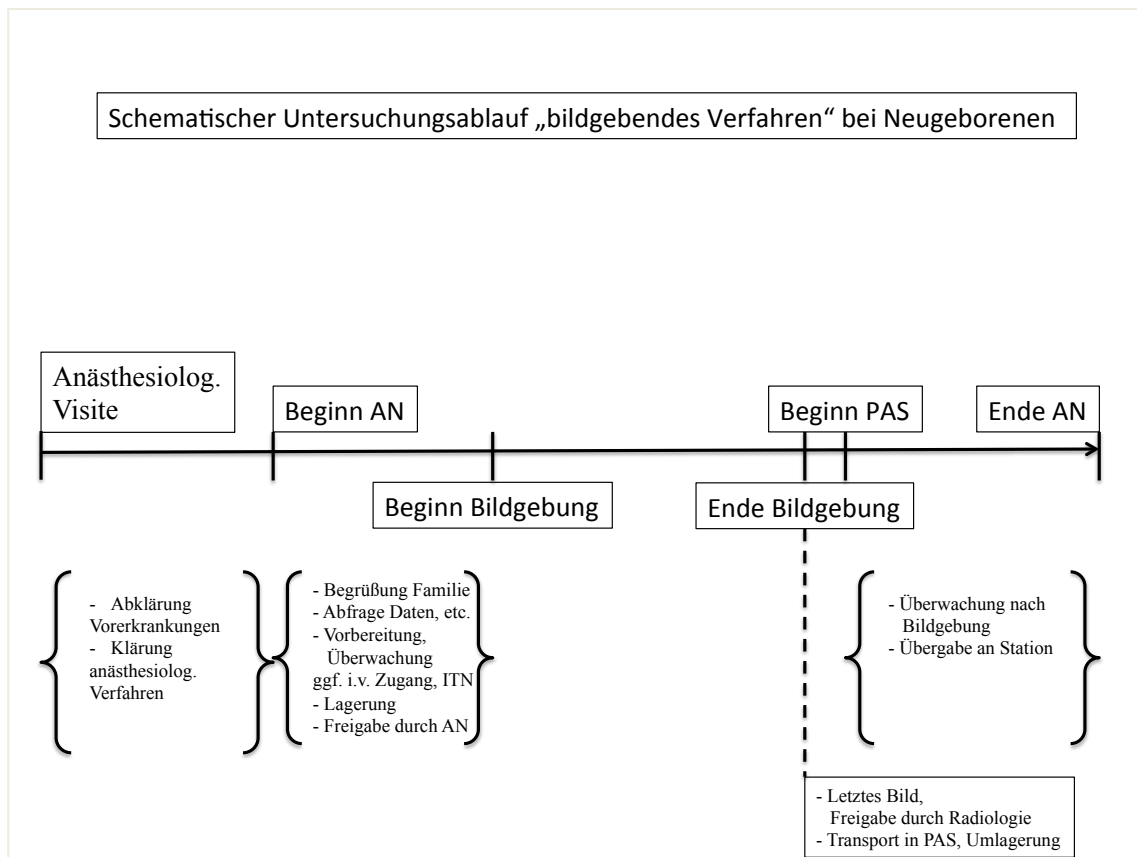
Am Universitätsklinikum Würzburg können elektive bildgebende Verfahren bei Säuglingen, mit der Notwendigkeit einer anästhesiologischen Betreuung, an 3 Tagen pro Woche (Montag – Mittwoch – Freitag) durchgeführt werden. Notfallmäßig erforderliche Bildgebungen werden zu jeder Tages- und Nachtzeit durch das Dienstpersonal betreut. Alle Säuglinge, die ein bildgebendes Verfahren mit anästhesiologischer Betreuung erhalten sollen, werden, entsprechend den geltenden Empfehlungen zur präoperativen Evaluation der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, in ausreichendem Abstand zur Untersuchung im Rahmen der Prämedikationsvisite vorgestellt.<sup>51</sup> Zu diesem Zeitpunkt erfolgen Anamnese, klinische Untersuchung sowie Aufklärung der Eltern. Zudem die Auswahl eines geeigneten Anästhesieverfahrens und die Organisation des postinterventionellen Verbleibs des Säuglings (ambulante Untersuchung oder Untersuchung im stationären Rahmen). In Übereinkunft mit der Kinderklinik und Poliklinik werden die Säuglinge am Untersuchungstag aufgenommen und es erfolgt die Anlage eines intravenösen Zugangs. Von der aufnehmenden Station werden die Säuglinge mit der jeweiligen Begleitperson entsprechend abgerufen.

Nach Abfrage von Patientendaten, Nüchternheit und Vorliegen der Einverständniserklärung werden die Säuglinge auf der Liege des Magnetresonanztomographen platziert und das Monitoring, entsprechend den Vorgaben der deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, etabliert.<sup>1</sup>

Zusätzlich wird mit dem Beginn der Sedierung eine Sauerstoffinsufflation gestartet.

Nach erfolgter Bildgebung werden die Säuglinge entweder im Aufwachraum der Räumlichkeiten des Magnetresonanztomographen der Kinderklinik oder im neurochirurgischen Aufwachraum des „Kopfklinikums“ (gemeinsames Gebäude von Augenklinik und Poliklinik, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Neurologische Klinik und Poliklinik, Neurochirurgische Klinik und Poliklinik) überwacht. Von dort erfolgt die Entlassung auf die jeweilig aufnehmende Station.

Als alternatives Verfahren wird am Universitätsklinikum Würzburg bisweilen die „feed-and-sleep“ Technik eingesetzt. Dabei wird auf sedierende Medikamente verzichtet und die Säuglinge, nach einer verlängerten Nüchternheit von 4 bis 6 Stunden kurz vor der Untersuchung gefüttert. Anschließend werden die Säuglinge in den Schlaf gewiegt und nach dem Einschlafen auf die Untersuchungsliege, beispielsweise des Magnetresonanztomographen, verbracht. Es erfolgt die Etablierung einer pulsoxymetrischen Sauerstoffmessung und schnellstmöglich der Untersuchungsbeginn.



**Abbildung 1: schematischer Untersuchungsablauf „bildgebendes Verfahren“ bei Neugeborenen am Universitätsklinikum Würzburg**



### **3. Material und Methoden**

Vorliegende Untersuchung wurde in zwei Teilen geplant und durchgeführt. Zum einen, als retrospektive Analyse aller Säuglinge bis einschließlich des 6. Lebensmonat, die im Zeitraum 01.01.2010 00:00 Uhr bis 31.12.2013 24:00 Uhr ein bildgebendes Verfahren durch das Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Würzburg unter Beteiligung der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie oder der Kinderklinik und Poliklinik erhalten haben.

Zum anderen als fragebogenbasierte Online-Umfrage unter anästhesiologisch tätigen Ärzten, die sich vornehmlich mit der Kinderanästhesie beschäftigen und in den wissenschaftlichen Arbeitskreisen für diesen Bereich der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin organisiert sind. Zudem wurden alle anästhesiologischen Kliniken der deutschsprachigen Schweiz direkt angeschrieben, die kinderanästhesiologische Dienste anbieten.

Ein positives Votum (Aktenzeichen 336/15, vom 04.02.2016) der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Julius-Maximilians-Universität Würzburg für beide Teile dieser Untersuchung lag vor. Die Datenschutzkommission des Universitätsklinikums Würzburg hatte bezüglich beider Teile dieser Untersuchung keine Bedenken.

### 3.1 Retrospektive Analyse am Universitätsklinikum Würzburg

Der Fokus dieses Teils der Arbeit lag auf Untersuchungen, die eine Immobilisation der Säuglinge und somit eine Sedierung und/oder Narkose benötigten. Relevante Untersuchungen umfassten dabei interventionelle Angiographien und insbesondere Magnetresonanztomographien sowie Computertomographien in Ausnahmefällen. Keinen Einzug in diese Untersuchung erhielten bildgebende Verfahren wie Ultraschall oder Röntgen, da diese Verfahren im Regelfall auch ohne Immobilisation durchgeführt werden können.

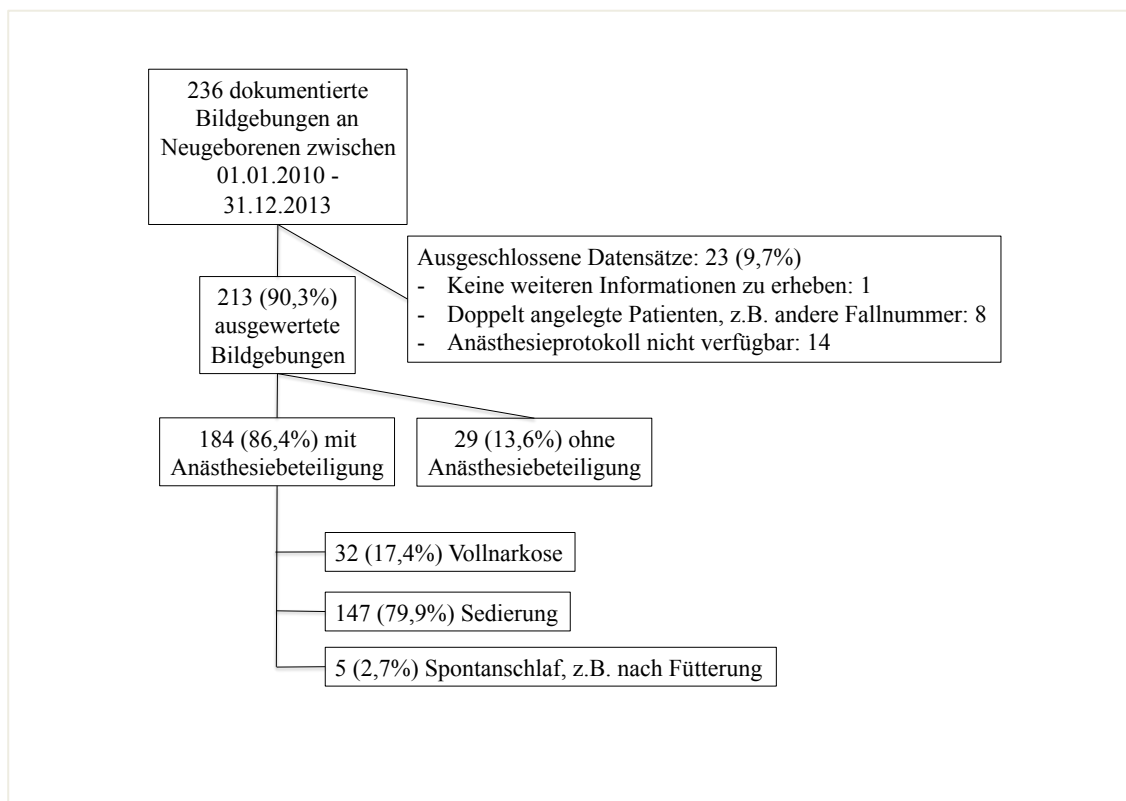


Abbildung 2: Patientenauswahl

Das Patientenkollektiv wurde aus den elektronischen Anmeldungen für Untersuchungen mit anästhesiologischer Beteiligung im Patientenmanagementsystem (SAP ®) des Universitätsklinikums Würzburg, sowie den Aufzeichnungen des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie erhoben. Hierzu wurden die Fallnummern erhoben, die bei Aufnahme in die Klinik für jeden Säugling spezifisch erstellt wurden.

Für grundlegende Patienten/-Innen-Charakteristika wie Größe, Gewicht zum Zeitpunkt der Untersuchung, ebenso wie Geburtsgewicht oder ähnliches wurde auf die elektronische Patientenakte zugegriffen. Untersuchungsspezifische Informationen wie beispielsweise die Art der Sedierung oder Narkose für das jeweilige bildgebende Verfahren sowie eingesetzte Medikamente und Vitalparameter wurden aus den, nach gesetzlichen Vorgaben, elektronisch gespeicherten Narkoseprotokollen erhoben.

Es bestanden formal keine Ausschlusskriterien. Im elektronischen Patientenmanagementsystem mehrfach angelegte Patienten konnten über die entsprechenden Fallnummern und die zugeordnete Untersuchung eindeutig identifiziert und kenntlich gemacht beziehungsweise nicht in die Datenbank aufgenommen werden. Nicht erfolgreich beendete oder abgebrochene Untersuchungen waren Gegenstand dieser Untersuchung und wurden in die Auswertung mit einbezogen.

Alle Daten wurden pseudonymisiert in eine elektronische Datenbank übertragen und für den Zweck eines Datenregisters gespeichert sowie elektronisch zweckgebunden verarbeitet.

### 3.1.1 Speicherung des Datenmaterials

Die Speicherung sowie Bearbeitung der pseudonymisierten Daten fanden nur auf klinikinternen Computern statt. Zugriff hatten nur an der Ausarbeitung beteiligte Personen, die sich durch ihre Anstellung am Universitätsklinikum Würzburg zum Datenschutz verpflichtet haben. Eine Sekundäranalyse der erhobenen Daten war nicht geplant, sodass die Daten, gemäß den Empfehlungen der Ethik-Kommission, nach Abschluss der Analyse und üblicher Veröffentlichung, anonymisiert zur Nachvollziehbarkeit der eigenen Ergebnisse gespeichert werden konnten.

### 3.1.2 Statistische Auswertung des Datenmaterials

Zur Auswertung wurden Methoden der deskriptiven Statistik wie die Berechnung von arithmetischem Mittel, Median und Standardabweichung genutzt. Diese wurde mit Microsoft® Excel für Macintosh, Version 16.55 durchgeführt. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wurden Balken-, Linien- und Punktdiagramme sowie Boxplots erstellt.

Mit dem t-Test für unverbundene Stichproben wurde auf signifikante Unterschiede zwischen Untergruppen des Patientenkollektivs hin getestet. Dabei wurde ein  $p < 0,05$  als signifikant, ein  $p < 0,01$  als hochsignifikant erachtet. Mit Hilfe der univariaten Varianzanalyse (ANOVA) wurde auf signifikante Unterschiede zwischen mehreren Untergruppen des Patientenkollektivs hin getestet. Hierbei wurden die gleichen Signifikanzniveaus wie für den t-Test für unverbundene Stichproben verwendet. Zahlenangaben im Text erfolgten als absolute Zahlen mit entsprechendem Referenzwert sowie in Prozent.

### 3.2 Fragebogen

Die Online-Umfrage wurde mit dem kostenlos verfügbaren und für den Einsatz in der akademischen Forschung konzipierten Umfrage-Tool Soscisurvey (SoSci Survey GmbH, Marianne-Brandt-Str. 29, 80807 München), unter Berücksichtigung der bestehenden nationalen und internationalen Leitlinien und Veröffentlichungen, erstellt. Umfragen im medizinischen Bereich wurden bereits mehrfach mit diesem Umfrage-Tool durchgeführt, es hat sich in diesem Zusammenhang als geeignet erweisen.<sup>53,54</sup>

Der Fragebogen in vollem Umfang ist im Anhang zu finden (Anhang 9).

#### 3.2.1 Zielgruppe

Vorliegende Befragung konzentrierte sich auf eine bestimmte Altersgruppe von Patienten/-Innen, weshalb wir speziell ausgebildete und vornehmlich in der Betreuung von Kindern und Säuglingen tätige Kinderanästhesisten/-Innen als Zielgruppe identifiziert hatten. Alle Mitglieder der Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kinderanästhesie der DGAI (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin) und der OEGARI (Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin) wurden daher per E-Mail kontaktiert. Zu diesem Zweck wurden die E-Mail-Listen der jeweiligen Fachgesellschaften verwendet.

Die Zuschrift erfolgte durch die jeweiligen Vorsitzenden der Arbeitskreise (Frau Dr. Becke-Jacob, Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Cnopfsche Kinderklinik Nürnberg, Deutschland, beziehungsweise Frau Dr. Vittinghoff, Klinische Abteilung für Allgemeine Anästhesiologie, Notfall- und Intensivmedizin, Medizinische Universität Graz, Österreich), beziehungsweise die entsprechenden Sekretariate (Anhang 2).

Zudem wurden die Chefärzte/-Ärztinnen der Anästhesieabteilungen in Spitälern mit pädiatrischen Fachabteilung in der deutschsprachigen Schweiz direkt per E-Mail kontaktiert und um Ihre Mithilfe beziehungsweise die Weitergabe der Umfrage an die zuständigen Kollegen/-Innen gebeten.

### 3.2.2 Aufbau und Entwicklung des Fragebogens

Der von uns entwickelte Fragebogen umfasste 48 einzelne Fragen in 8 Kategorien (siehe Anhang 9). Diese Teile erfragten im Einzelnen:

1. Allgemeine Informationen zum ausfüllenden Teilnehmer/Teilnehmerin.
2. Genauere Informationen zum eingesetzten Personal. Beispielsweise ob und ab welchem Ausbildungsstand auch Assistenzärzte/-Innen in der Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren eingesetzt werden.
3. Zahlen und Häufigkeiten von bildgebenden Verfahren sowie Komplikationen.
4. eingesetzte Medikamente und Infusionslösungen.
5. alternative Möglichkeiten zur Durchführung bildgebender Verfahren im Säuglingsalter.
6. Abläufe in der Organisation der Durchführung bildgebender Verfahren im Säuglingsalter. Insbesondere im Hinblick auf anästhesiologische Visiten vor und die Nachbetreuung nach dem bildgebenden Verfahren.
7. Etabliertes Monitoring am Arbeitsplatz sowie die Verfügbarkeit unterschiedlicher Materialien für die Versorgung von Säuglingen.
8. Zuletzt eine generelle Bewertung der Versorgung durch die Teilnehmer/Teilnehmerinnen und die Möglichkeit, potenzielle Verbesserungen anzumerken.

Zur Validierung des Fragebogens und zur Überprüfung der Durchführbarkeit der Umfrage führten wir vor Aussendung der Einladungen einen Pretest mit 10 Kollegen/-Innen aus den eigenen Kliniken durch. Entstandene Fragen konnten so umgehend geklärt, die Verständlichkeit des Fragebogens angepasst und einzelne Themen beziehungsweise Themenkomplexe hinzugefügt, ausgebaut oder ausgeschlossen werden.

### 3.2.3 Ablauf der Umfrage

Nach der Durchführung des Pretests und der entsprechenden Aussendung (Anhang 10) über die jeweiligen Fachgesellschaften war die Umfrage ab dem 01.02.2021 unter <https://www.soscisurvey.de/SEDvsAN/> erreichbar. Wie bei Umfragen im medizinischen Bereich üblich, erfolgte nach 6 Wochen eine erneute Aussendung per E-Mail an die gleichen, bei der ersten Aussendung verwendeten Adressen. Dabei wurde eine Erinnerung sowie eine Bitte zur Bearbeitung des Fragebogens kombiniert. Zudem erfolgte eine Präsentation von ersten Ergebnissen auf der Jahrestagung der Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kinderanästhesie der DGAI im Juni 2021 (siehe Anhang 11). Zugleich wurde die Jahrestagung für einen erneuten Aufruf zur Teilnahme genutzt. Die Möglichkeit der Bearbeitung des Fragebogens endete am 31.07.2021.

### 3.2.4 Auswertung der erhobenen Daten

Nur vollständig abgeschlossene Fragebögen wurden zur Auswertung herangezogen. Eine Ausnahme davon wurde eingeräumt, wenn die letzte Frage (*48. Wo sehen Sie das größte Verbesserungspotential am aktuellen Vorgehen bezüglich Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat für bildgebende Verfahren an Ihrer Klinik?*) übersprungen oder nicht beantwortet wurde. Als offene Frage stellten wir es den Teilnehmern/Teilnehmerinnen frei, diese Frage zu beantworten. Insgesamt 48 (48/79; 61%) Teilnehmer/Teilnehmerinnen ließen diese Frage unbeantwortet.

Nachdem Teilnehmer/Teilnehmerinnen von Umfragen selten konkrete Zahlen zu, beispielsweise, Komplikationen berichten können, ist ein „reporting bias“ nicht auszuschließen.

Um diesen so niedrig wie möglich zu halten, fragten wir in dieser Umfrage immer „nach der Einschätzung“ der Teilnehmer/Teilnehmerinnen sowie, beispielsweise im Zusammenhang mit Komplikationen oder anderen Zahlen, nach einem retrospektiven Zeitraum von 2 Jahren. Zur Auswertung wurden Methoden der deskriptiven Statistik wie die Berechnung von arithmetischem Mittel, Median und Standardabweichung genutzt. Diese wurde mit Microsoft® Excel für Macintosh, Version 16.55 durchgeführt. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wurden Balken-, Linien- und Punktdiagramme erstellt.

### 3.2.5 Datenqualität

In der vorliegenden Online-Umfrage haben wir den relativen Geschwindigkeitsindex (TIME\_RSI) des Umfrage-Tools Soscisurvey (SoSci Survey GmbH, Marianne-Brandt-Str. 29, 80807 München) verwendet, um die Datenqualität der eingegebenen Informationen zu beurteilen. Dieser Index gibt an, mit dem Median der Teilnehmer als Referenzwert, um wie viel schneller der Fragebogen beantwortet wurde. Wenn ein Teilnehmer/Teilnehmerin eine Seite des Fragebogens sehr schnell bearbeitet hat, kann dies auf „mangelnde Gründlichkeit“ beziehungsweise ein „Überfliegen“ des Fragebogens hindeuten. In diesem Zusammenhang kennzeichnen Werte über 1 schnellere Teilnehmer/Teilnehmerinnen und Werte unter 1 langsamere Teilnehmer/Teilnehmerinnen. Gemäß den veröffentlichten Informationen von Soscisurvey, sind Werte im Bereich von 2,0 und darüber, kritisch zu sehen und diese Fragebögen entsprechend zu kennzeichnen oder auszuschließen. In unserer Umfrage lag der relative Geschwindigkeitsindex bei  $1,09 \pm 0,4$  was auf eine gute Dateneingabe in angemessener Zeit hinweist. Für den gesamten Fragebogen dauerte die Bearbeitung durchschnittlich  $10,6 \pm 3,7$  Minuten.

### 3.2.6 Datenschutz

Die im Rahmen der Umfrage erhobenen Informationen umfassten nur bedingt personenbezogenen Daten, aufgrund derer eine eindeutige Zuordnung zu spezifischen Personen nicht möglich war.

Des Weiteren speichert Soscisurvey keine IP (Internetprotokoll) Adressen, sodass ein Rückschluss auf die, den Fragebogen ausfüllenden, Personen ausgeschlossen ist. Jedem Fragebogen wurde eine fortlaufende Fragebogennummer zugeordnet. Eine dadurch pseudonymisierte Datenspeicherung erfolgte nur für die Dauer der Auswertung. Soscisurvey beachtet dabei die Vorgaben der DSGVO (Datenschutzgrundverordnung, weitere Informationen unter <https://www.soscisurvey.de/de/privacy>). Alle Auflagen der Datenschutzkommission wurden vor Beginn der Befragung erfüllt.



## 4. Ergebnisse der retrospektiven Analyse am Universitätsklinikum Würzburg

### 4.1. Patienten/-Innen-Charakteristiken

Grundlage dieser Untersuchung waren die dokumentierten elektiv sowie notfallmäßig durchgeführten Bildgebungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Würzburg, welche durch die Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie betreut wurden. Hinzu kommen die Bildgebungen, welche ohne anästhesiologische Mitarbeit, durch die Kinderklinik und Poliklinik absolviert wurden.

In vorliegender Untersuchung erhielten im Studienzeitraum, von 01.01.2010 00:00 Uhr bis 31.12.2013 24:00 Uhr, insgesamt 236 Säuglinge männlichen und weiblichen Geschlechts bis einschließlich des 6. Lebensmonats (entsprechend 183 Lebenstagen) ein bildgebendes Verfahren.

		Anzahl	Prozent	Männlich:weiblich
Insgesamt		213		1,4:1
Geschlecht	Männlich	125	58,7	
	Weiblich	88	41,3	
Alter	<b>1 Monat</b>	48	22,5	1,5:1
	<b>2 Monate</b>	35	16,4	1,5:1
	<b>3 Monate</b>	26	12,2	1,9:1
	<b>4 Monate</b>	36	16,9	1,4:1
	<b>5 Monate</b>	33	15,5	0,9:1
	<b>6 Monate</b>	35	16,4	1,5:1
mit AN		184	86,4	1,5:1
ASA I		62	33,7	1,4:1
ASA II		75	40,8	1,3:1
ASA III		30	16,3	1,1:1
ASA IV		17	9,2	1:0
		Mittelwert	Standardabweichung	mit AN
Alter (Tage)	Männlich	88,9	54,9	90,5±54,6
	Weiblich	92,8	53,5	90,5±54,4
Gewicht (Kilogramm)	Männlich	5,5	1,7	5,3±1,6
	Weiblich	5	1,4	5,3±1,6
Größe (Zentimeter)	Männlich	58,9	7	58,1±6,7
	Weiblich	57	5,9	58,1±6,6
SSW (Wochen)	Männlich	38,3	2,1	38±2,6
	Weiblich	37,7	3	38±2,5
GGW (Gramm)	Männlich	3300	711	3154±785,4
	Weiblich	2977	826	3155,5±781,3

**Tabelle 1: Patientencharakteristiken untersuchter Säuglinge**

23 Datensätze (23/236; 9,7%) wurden wegen doppelt angelegter Untersuchungen oder fehlender weiterer Informationen aus dieser Analyse ausgeschlossen. 213 Datensätze (213/236; 90,3%) konnten zur weiteren Evaluation herangezogen werden.

Tabelle 1 zeigt die grundlegenden Charakteristiken der untersuchten Säuglinge in Bezug auf Alter, Gewicht, Größe und Geburtscharakteristiken (Geburt in welcher Schwangerschaftswoche sowie Geburtsgewicht). Zusätzlich die Geschlechterverteilung in den jeweiligen Lebensmonaten. Bei den anästhesiologisch betreuten Säuglingen ist außerdem die Klassifikation nach der American Society of Anaesthesiologists angegeben.

#### 4.1.1 Geschlechterverteilung

In vorliegender Untersuchung wurden insgesamt mehr Bildgebungen bei Säuglingen männlichen Geschlechtes (125/213; 58,7%) als bei Säuglingen weiblichen Geschlechts (88/213; 41,3%) durchgeführt.

Entsprechend einem Geschlechterverhältnis von  $\text{♂}:\text{♀} = 1,4:1$ .

Lediglich in der Altersgruppe der 5 Monate alten Säuglinge zeigte sich eine höhere Anzahl von durchgeführten Bildgebungen bei weiblichen Säuglingen (siehe Tabelle 1;  $\text{♂}:\text{♀} = 0,9:1$ ).

Bei den anästhesiologisch betreuten Säuglingen zeigte sich bei den schwer vorerkrankten Säuglingen der ASA-Klassifikation III ein nahezu ausgeglichenes Geschlechterverhältnis von  $\text{♂}:\text{♀} = 1,1:1$ . In der ASA-Klassifikation IV (lebensbedrohliche Erkrankung) fanden sich ausschließlich männliche Säuglinge.

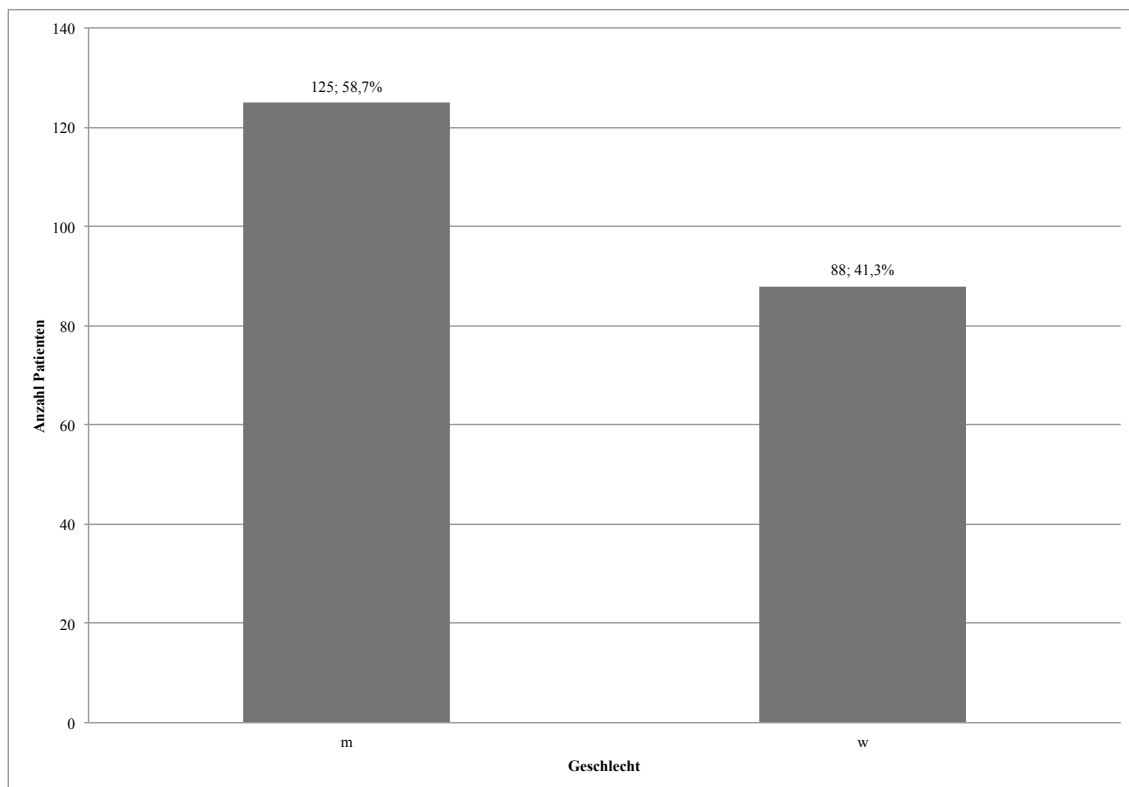


Abbildung 3: Geschlechterverteilung untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent

#### 4.1.2 Altersverteilung

Im Durchschnitt waren die Säuglinge zum Zeitpunkt der Bildgebung  $90,5 \pm 54,4$  Tage alt. Männliche und weibliche Säuglinge unterschieden sich in Hinblick auf ihr Alter statistisch nicht signifikant ( $\sigma 88,9 \pm 54,9$  Tage;  $\varphi 92,8 \pm 53,5$  Tage;  $p = n. s.$ ).

Um eine bessere Übersicht zu gewährleisten, wurde die Altersverteilung je Lebensmonat dargestellt. In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass im Untersuchungszeitraum die meisten Bildgebungen bei Säuglingen im ersten Lebensmonat durchgeführt wurden (48/213; 22,5%). Die wenigsten Bildgebungen erfolgten bei Säuglingen im 3. Lebensmonat (26/213; 12,2%).

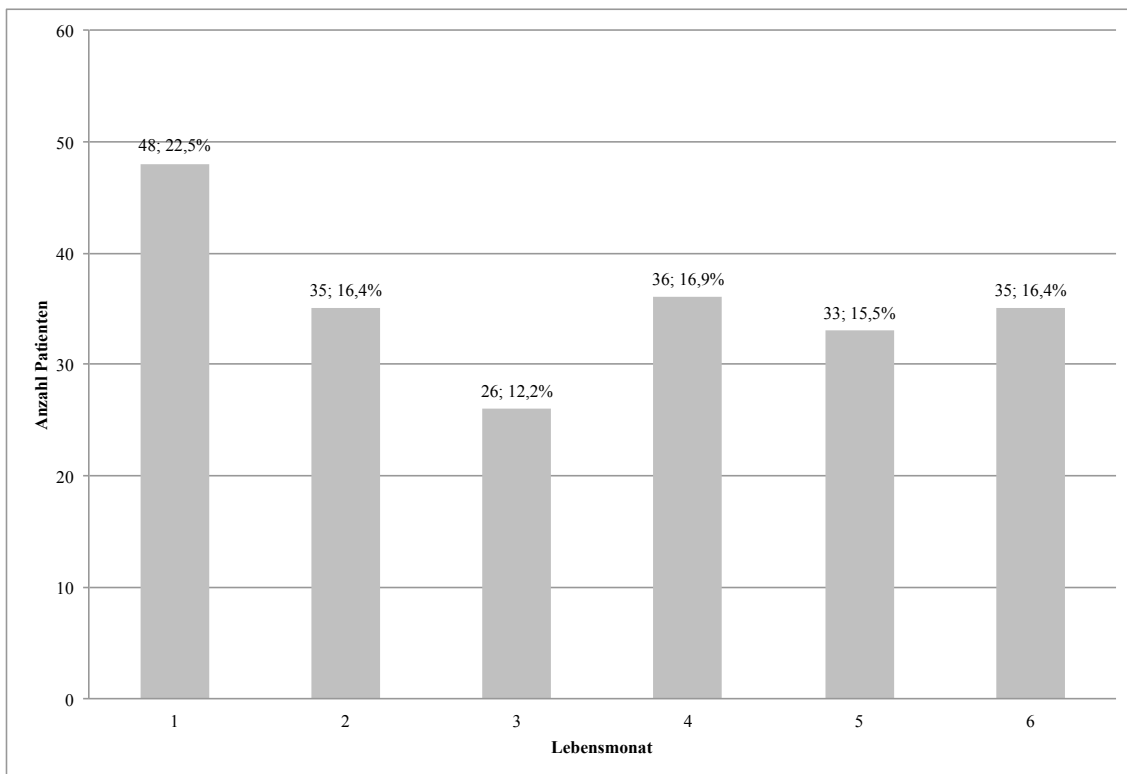
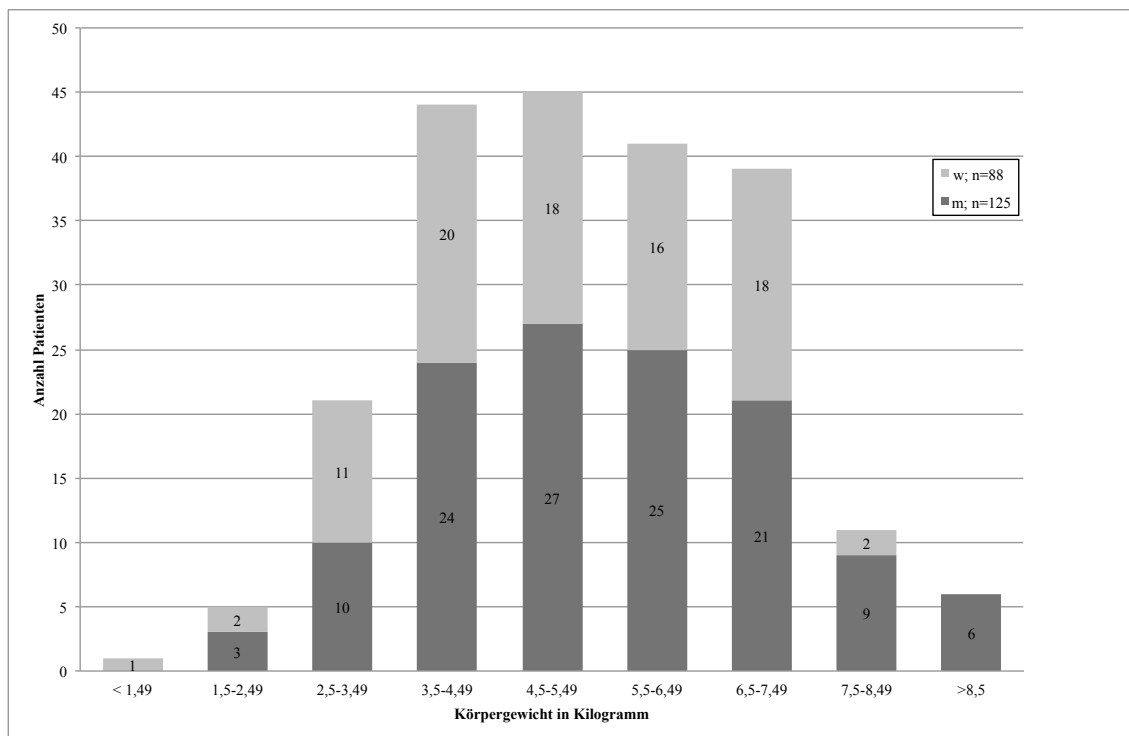


Abbildung 4: Altersverteilung untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent

### 4.1.3 Gewicht

Zum Zeitpunkt der Bildgebung wogen die untersuchten Säuglinge durchschnittlich  $5,3 \pm 1,6$  Kilogramm. Dabei unterschied sich das Körpergewicht männlicher und weiblicher Säuglinge statistisch signifikant ( $\sigma^7 5,5 \pm 1,7$  Kilogramm;  $\sigma^8 5,0 \pm 1,4$  Kilogramm;  $p = 0,022$ ).

Eine Übersicht stellt sich in Abbildung 5 dar, das Körpergewicht wurde in Ein-Kilogramm-Schritten angegeben. Insgesamt wurden die meisten bildgebenden Verfahren bei Säuglingen mit 4,5-5,49 Kilogramm Körpergewicht durchgeführt. ( $\sigma^7 27$ ;  $\sigma^8 18$ ;  $\Sigma 45/213$ ; 21,1%). In dieser Gewichtsklasse finden sich insbesondere die meisten männlichen Säuglinge. Die meisten weiblichen Säuglinge fanden sich in der Gewichtsklasse zwischen 3,5 und 4,49 Kilogramm Körpergewicht (20/88; 22,7%).



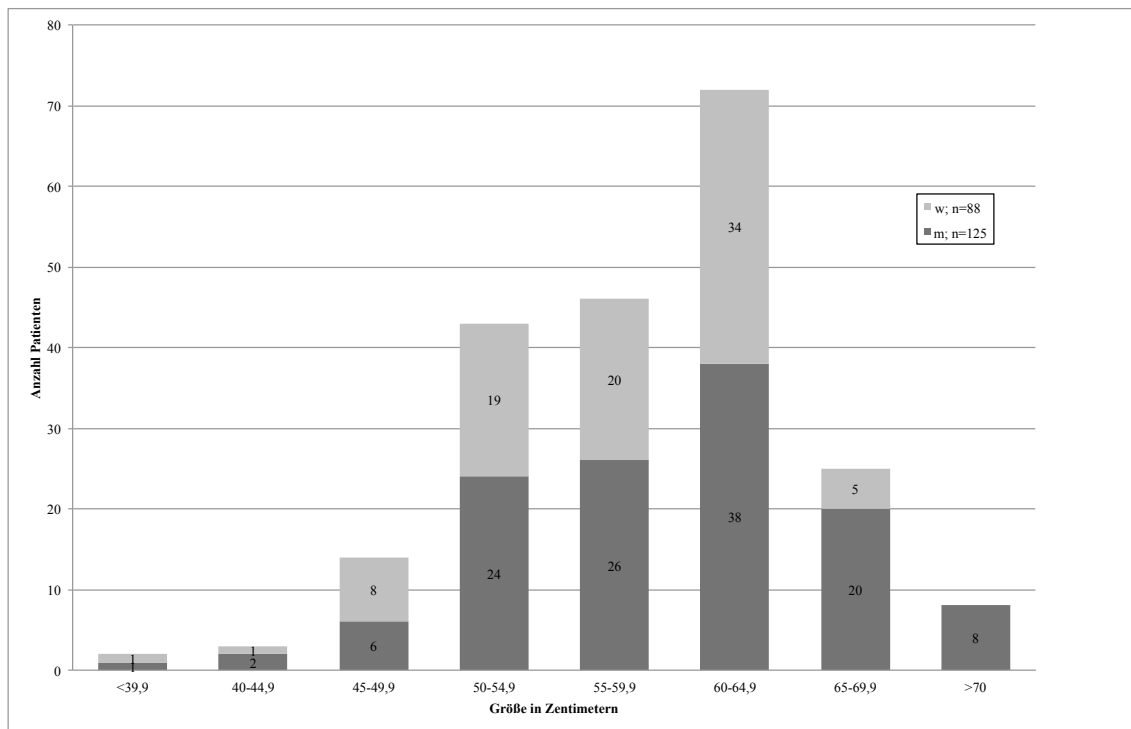
**Abbildung 5: Körpergewicht untersuchter Säuglinge; männliche und weibliche Säuglinge; gestapelte Säulen; Absolutwerte**

#### 4.1.4 Größe

Die untersuchten Säuglinge waren zum Zeitpunkt der Bildgebung im Durchschnitt  $58,1 \pm 6,6$  Zentimeter groß. Dabei bestand ein statistisch signifikanter Größenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Säuglingen ( $\sigma 58,9 \pm 7,0$  Zentimeter;  $\rho 57,0 \pm 5,9$  Zentimeter;  $p = 0,040$ ).

Eine Übersicht über die Häufigkeitsverteilung der Bildgebungen in den unterschiedlichen Gruppen von Körpergröße gibt Abbildung 6. Die Körpergröße wurde dabei in Zentimetern angegeben, die Ergebnisse in Gruppen zu 5 Zentimetern eingeteilt.

Ungefähr ein Drittel ( $72/213$ ;  $33,8\%$ ) aller Untersuchungen wurde bei Säuglingen zwischen 60 und 64,9 Zentimetern Körpergröße durchgeführt, in dieser Körpergröße waren die meisten weiblichen als auch die meisten männlichen Säuglinge. Nur sehr wenige Säuglinge waren zum Zeitpunkt der Untersuchung kleiner als 45 Zentimeter ( $5/213$ ;  $2,3\%$ )



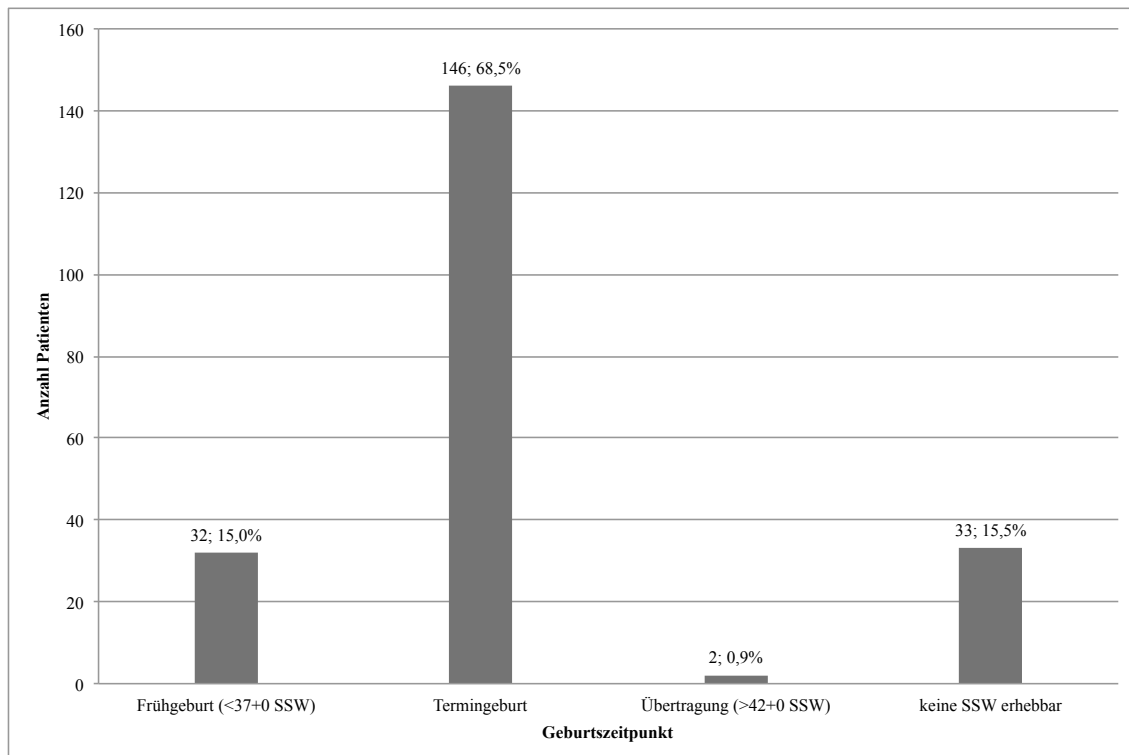
**Abbildung 6: Körpergröße untersuchter Säuglinge;  
männliche und weibliche Säuglinge;  
gestapelte Säulen; Absolutwerte**

#### 4.1.5 Charakteristiken bei Geburt

Zur genaueren Beschreibung des körperlichen Zustands der untersuchten Säuglinge wurden Informationen über den Geburtszeitpunkt (Geburt in welcher Schwangerschaftswoche) sowie das Geburtsgewicht evaluiert. In diesem Zusammenhang konnten bezüglich des Geburtszeitpunktes Angaben zu 180 Säuglingen (180/213; 84,5%) und bezüglich des Geburtsgewichts Angaben zu 163 Säuglingen (163/213; 76,5%) erhoben werden.

##### 4.1.5.1 Schwangerschaftswoche bei Geburt

Die Säuglinge, deren Geburtszeitpunkt zu erheben war, wurden durchschnittlich in der  $38 \pm 3$  Schwangerschaftswoche (SSW) geboren. Der Geburtszeitpunkt (Schwangerschaftswoche) unterschied sich bei männlichen und weiblichen Säuglingen statistisch nicht signifikant ( $\sigma^7 38,3 \pm 2,1$  Schwangerschaftswochen;  $\rho 37,7 \pm 3,0$  Schwangerschaftswochen;  $p = n. s.$ ).



**Abbildung 7: Zeitpunkt der Geburt untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent**

Die Mehrzahl (68,5%) der Bildgebungen erfolgte an reif geborenen Säuglingen. 15 Prozent aller Bildgebungen wurden an Frühgeborenen oder ehemals frühgeborenen Säuglingen durchgeführt. Nur ein geringer Prozentsatz der Bildgebungen wurde an Säuglingen durchgeführt, die, gemessen an ihrem Geburtszeitpunkt, als übertragen galten.

#### 4.1.5.2 Geburtsgewicht

Die Säuglinge, deren Geburtsgewicht (GGW) bestimmt werden konnte, wogen bei der Geburt durchschnittlich  $3120 \pm 826$  Gramm, können somit zum Zeitpunkt der Geburt als „normal birth weight“ Neugeborene bezeichnet werden. Männliche Säuglinge waren bei der Geburt signifikant schwerer als weibliche Säuglinge ( $\sigma^7 3300 \pm 711$  Gramm;  $\varphi 2977 \pm 826$  Gramm;  $p = 0,008$ ). Die meisten Bildgebungen (63,8%) erfolgten an normalgewichtigen Säuglingen. 24 (24/213; 11,3%) Säuglinge mit erniedrigtem Geburtsgewicht wurden im Untersuchungszeitraum einem bildgebenden Verfahren unterzogen.

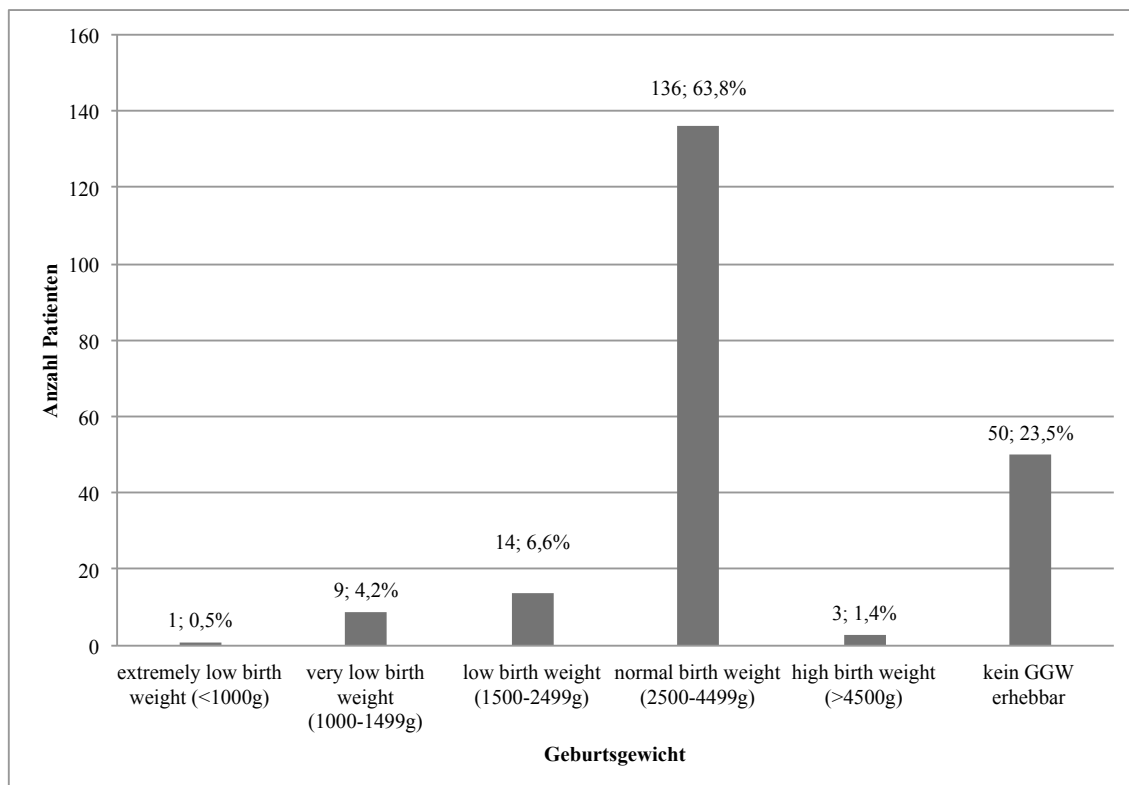


Abbildung 8: Geburtsgewicht untersuchter Säuglinge; Gramm Körpergewicht; Absolutwerte und Prozent

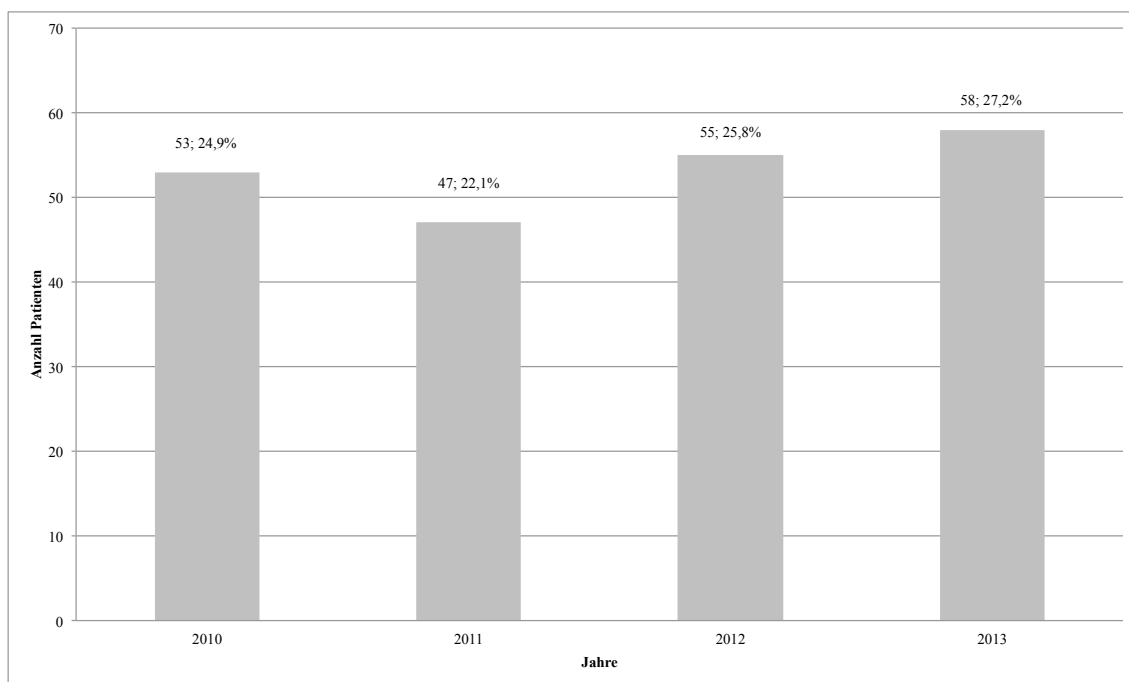


## 4.2. Jahres-/Tageszeitliche Verteilung

### 4.2.1 Jahreszeitliche Verteilung

Im Untersuchungszeitraum wurden durchschnittlich 53 Säuglinge pro Jahr einem bildgebenden Verfahren unterzogen.

Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Bildgebungen über die einzelnen Jahre des untersuchten Zeitraums. Die meisten Bildgebungen fanden im Jahr 2013 statt (58/213; 27,2), die wenigsten im Jahr 2011 (47/213; 22,1%).



**Abbildung 9: Jahresverteilung untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent**

Durchschnittlich wurden über alle 48 Monate des Untersuchungszeitraums pro Monat 4,4 Säuglinge einem bildgebenden Verfahren unterzogen.

Bezüglich der Verteilung der bildgebenden Verfahren auf die Monate der jeweiligen Jahre zeigt sich in Abbildung 10 ein Maximum an bildgebenden Verfahren im September (kumulativ 24 Untersuchungen; 24/213; 11,3%) sowie ein Minimum im Oktober (kumulativ 10 Untersuchungen; 10/213; 4,7%).

Innerhalb der Jahre zeigte sich der Dezember 2010 mit 11 Untersuchungen als der Monat mit den meisten bildgebenden Verfahren.

Die wenigsten Untersuchungen pro Monat erfolgten im Januar 2011 sowie im Oktober 2013 mit jeweils nur einem bildgebenden Verfahren.

In den Herbst- und Wintermonaten (September bis Februar) wurden insgesamt 52,1% (111/213) aller bildgebenden Verfahren durchgeführt. In den Frühlings- und Sommermonaten (März bis August) wurden nur geringfügig weniger bildgebende Verfahren durchgeführt (102/213; 47,9%).

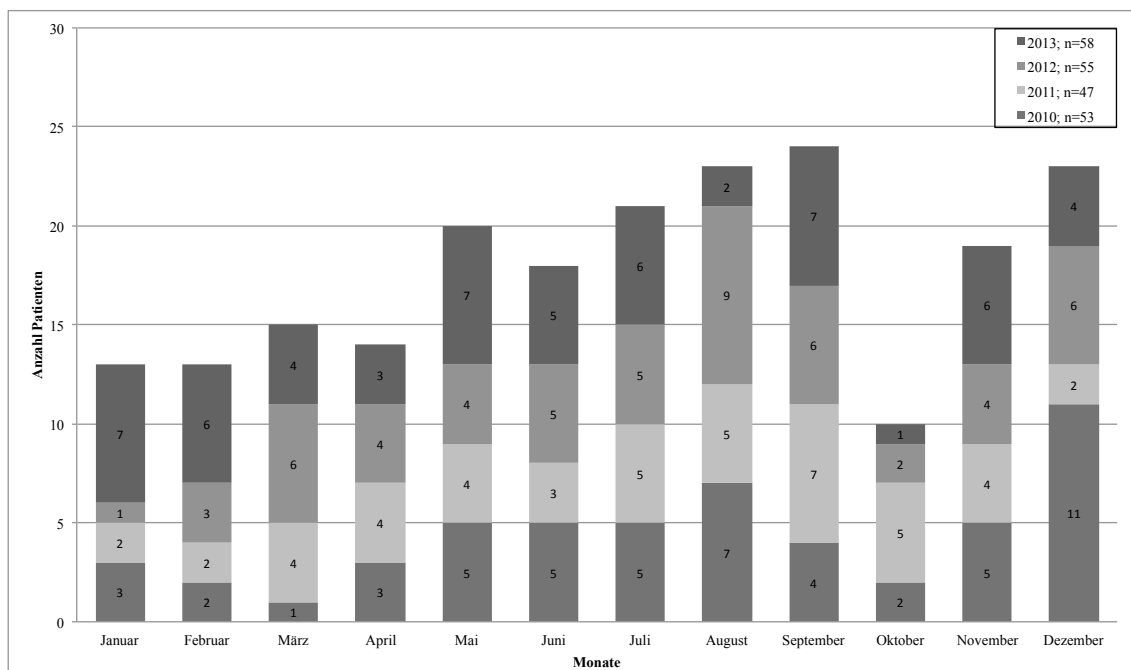


Abbildung 10: Monatsverteilung untersuchter Säuglinge; kumulative Säulen; Absolutwerte

#### 4.2.2 Tageszeitliche Verteilung

Die tageszeitliche Verteilung der durchgeführten bildgebenden Verfahren zeigt sich in Abbildung 11. Fast alle Untersuchungen (210/213; 98,6%) wurden zur Regelarbeitszeit zwischen 7:30 Uhr und 16:30 Uhr absolviert. Die meisten Untersuchungen wurden dabei in den Vormittagsstunden absolviert, zunehmend weniger Untersuchungen wurden im Tagesverlauf hin zum Nachmittag durchgeführt. Auch fast alle (7/10; 70%) notfallmäßig-durchgeführten Untersuchungen fielen in die Regelarbeitszeit. Die 3 außerhalb der Regelarbeitszeit durchgeführten Untersuchungen waren Notfälle und wurden mit anästhesiologischer Betreuung durchgeführt.

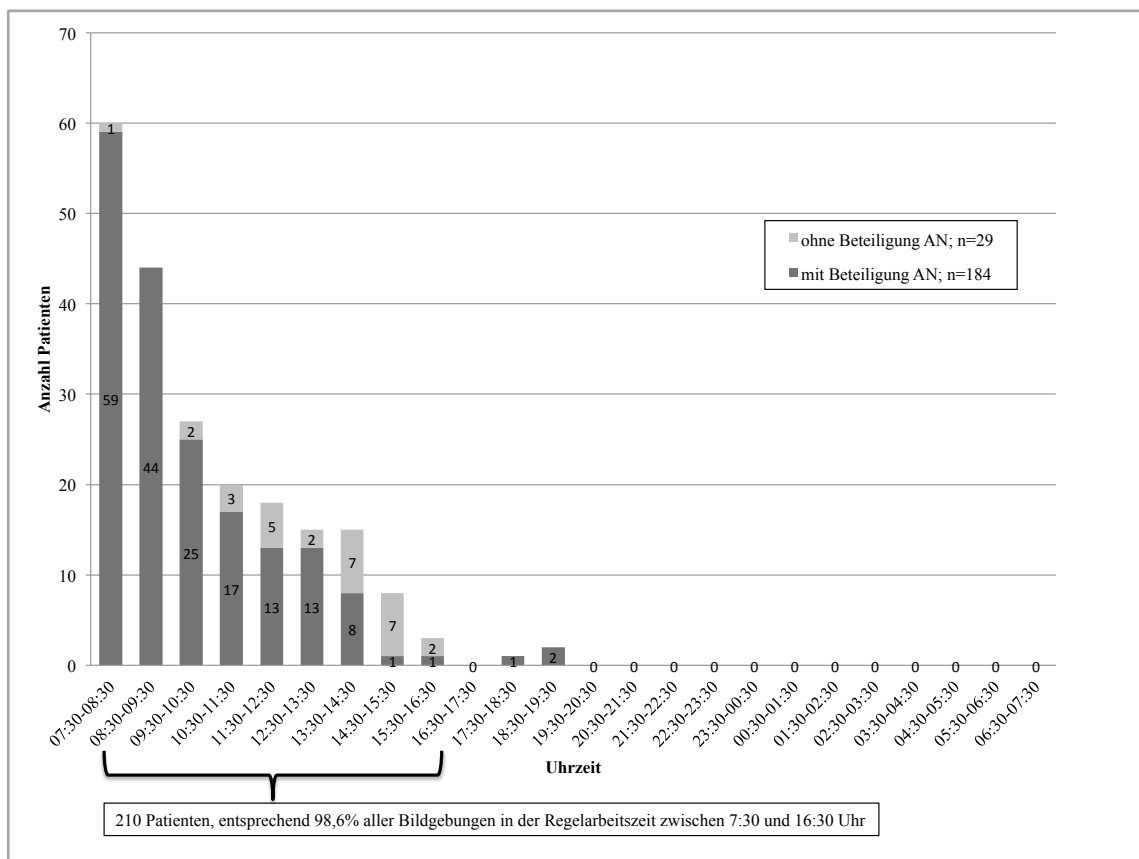


Abbildung 11: Tageszeitliche Verteilung untersuchter Säuglinge; kumulative Säulen; Absolutwerte

### 4.3 Betreuende Klinik

Der größte Teil (195/213; 91,5%) der bildgebenden Verfahren erfolgte im Untersuchungszeitraum an Säuglingen, welche in der Kinderklinik und Poliklinik des Universitätsklinikums Würzburg behandelt wurden. Nur selten erfolgten bildgebende Verfahren für andere Kliniken wie, in absteigender Reihenfolge, die Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten oder das Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie. Selten erfolgten Bildgebungen auch für andere Krankenhäuser in, oder im Umkreis von Würzburg, welche nicht die Möglichkeit zur Durchführung der entsprechenden Bildgebung hatten.

Dabei waren die meisten Säuglinge in stationärer Behandlung (204/213; 95,8%), nur insgesamt 9 Säuglinge erhielten eine Bildgebung im ambulanten Rahmen (9/213; 4,2%) und wurden nach der Durchführung entweder ins häusliche Umfeld oder in ein anderes Krankenhaus entlassen.

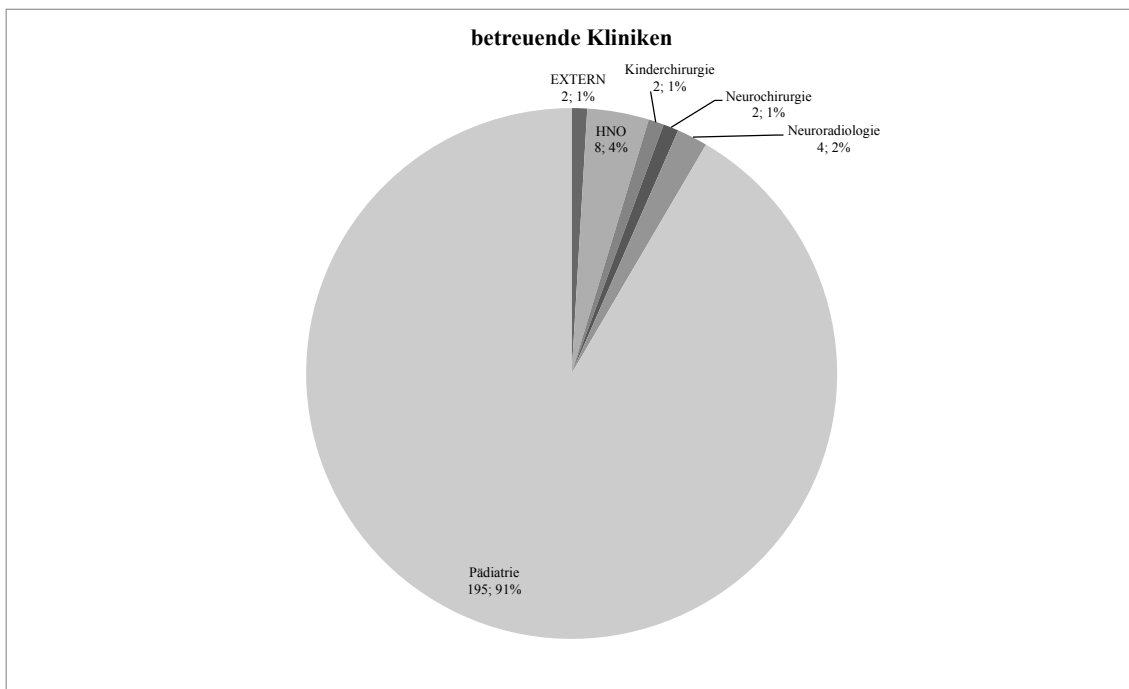


Abbildung 12: Betreuende Kliniken untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent

#### 4.4 Grunderkrankungen

Von allen Säuglingen, die im Untersuchungszeitraum einem bildgebenden Verfahren unterzogen wurde, konnte die zu Grunde liegende Erkrankung, welche zur Durchführung der entsprechenden Bildgebung geführt hat, herausgefunden werden. Diese sind dargestellt in Tabelle 2.

<b>Grunderkrankung:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>Prozent:</b>
<b>Fehlbildungen; n=58; 27,2%</b>	abdominal (z.B. Doppelnieren, Gastroschisis)	17 8,0
	spinal	14 6,6
	vaskulär (z.B. Gefäßmalformation)	14 6,6
	cerebral (z.B. Mikrocephalie)	7 3,3
	Kopf (z.B. Craniostyosen)	3 1,4
	pulmonal (z.B. CCAM)	3 1,4
<b>Raumforderungen; n=49; 23%</b>	cerebral (z.B. Tumore, Zysten)	12 5,6
	spinal	10 4,7
	abdominal	10 4,7
	Kopf	8 3,8
	Extremitäten	7 3,3
	thorakal (z.B. Pericardzyste)	2 0,9
<b>syndromale Erkrankungen</b>		20 9,4
<b>Krampfanfälle</b>		17 8,0
<b>Entzündungen; n=12; 5,6%</b>	Extremitäten	6 2,8
	spinal	2 0,9
	generalisiert (z.B. Lymphohistiozytose)	2 0,9
	abdominal	1 0,5
	thorakal (z.B. Myokarditis)	1 0,5
<b>Hörminderung</b>		10 4,7
<b>Hirnblutung</b>		7 3,3
<b>Asphyxie</b>		6 2,8
<b>Hydrozephalus</b>		6 2,8
<b>Hämangiom</b>		6 2,8
<b>Entwicklungsverzögerung/Gedeihstörung</b>		4 1,9
<b>Stoffwechselerkrankungen (z.B. Hypophosphatasie)</b>		4 1,9
<b>Schädel-Hirn-Trauma</b>		3 1,4
<b>Thrombosen; n=3; 1,4%</b>	peripher	2 0,9
	cerebral	1 0,5
<b>unklare Erkrankungen (z.B. zentrale Apnoen)</b>		3 1,4
<b>Frakturen</b>		2 0,9
<b>Horner-Syndrom</b>		2 0,9
<b>Harntransportstörung</b>		1 0,5

**Tabelle 2: Grunderkrankungen untersuchter Säuglinge**

Am häufigsten wurden bildgebende Verfahren aufgrund von Fehlbildungen nötig (58/213; 27,2%). In dieser Gruppe waren insbesondere abdominelle Fehlbildungen häufig. Es ist davon auszugehen, dass auch bei anderen Grunderkrankungen Fehlbildungen eine Rolle spielen. Beispielsweise bei den syndromalen Erkrankungen, Erkrankungen mit einhergehender Hörminderung oder Erkrankungen mit Entwicklungsverzögerung, sodass die insgesamt Anzahl an aufgrund von Fehlbildungen durchgeführten Bildgebungen im Untersuchungszeitraum wahrscheinlich höher lag.

#### 4.5 Begleiterkrankungen

Von fast allen Säuglingen konnten nähere Informationen bezüglich weiterer Erkrankungen evaluiert werden. Knapp die Hälfte (108/213; 50,7%) aller untersuchten Säuglinge hatten eine oder mehrere Begleiterkrankung. Da pro Säugling auch mehrere Begleiterkrankungen möglich sind erklärt sich die gesamte Anzahl von insgesamt 133 Begleiterkrankungen bei 108 untersuchten Säuglingen im Studienzeitraum.

Am häufigsten wurden Begleiterkrankungen der Lunge (29/213; 13,6%) oder des Herzens (25/213; 11,7%) dokumentiert. Seltene Begleiterkrankungen umfassten gastrointestinale oder hämato-onkologische Erkrankungen (jeweils 0,9% aller untersuchten Säuglinge).

<b>Begleiterkrankungen:</b>		<b>Anzahl:</b>	<b>Prozent:</b>
ja; n=108; 50,7%	Lunge (z.B. Pneumonie, Atemnotsyndrom)	29	13,6
	Herz (z.B. ASD, PDA)	25	11,7
	ZNS (z.B. Blutung, Makro-/Mikrocephalie)	20	9,4
	systemisch (z.B. Sepsis)	17	8,0
	nicht näher bezeichnet	10	4,7
	Vd. auf Syndrom	10	4,7
	Niere (z.B. ANV)	7	3,3
	Entwicklungsverzögerung	7	3,3
	Auge (z.B. Katarakt)	4	1,9
	GIT (z.B. Ösophgusatresie)	2	0,9
nein	Blut (z.B. GvHD, Ikterus)	2	0,9
		102	47,9
keine Informationen		3	1,4

**Tabelle 3: Begleiterkrankungen untersuchter Säuglinge**

#### 4.6 Bildgebungen

Das am häufigsten durchgeführte bildgebende Verfahren bei Säuglingen war in vorliegender Untersuchung die Magnetresonanztomographie.

Eine Magnetresonanztomographie machte fast 95% aller bildgebenden Verfahren aus (202/213; 94,8%). Wobei diese mehrheitlich eine Körperregion darstellte (171/213; 80,3%). In weitem Abstand folgten magnetresonanztomographische Kombinationsuntersuchungen mehrerer Körperregionen (23/213; 10,8%) sowie magnetresonanztomographische Bildgebungen mit zusätzlichen Untersuchungen wie Hirnstammaudiometrie (BERA) oder ophthalmologischen Untersuchungen (8/213; 3,8%). Die am häufigsten untersuchte Körperregion bei Säuglingen war der Kopf (craniale Magnetresonanztomographie; 131/213; 61,5%), welcher allein, oder in Kombination mit anderen Körperregionen oder Untersuchungen stattfand. Weitere häufig untersuchte Körperregionen waren im Säuglingsalter Abdomen (24/213; 11,3%) und Wirbelsäule (18/213; 8,5%).

Untersuchung:	Anzahl:	Prozent:	
<b>MRT (eine Körperregion); n=171; 80,3%</b>	cMRT	100	46,9
	MRT Abdomen	17	8,0
	MRT Wirbelsäule	12	5,6
	MR-Urographie	10	4,7
	Ganzkörper-MRT	9	4,2
	MRT Extremitäten	7	3,3
	MRT Hals	7	3,3
	MRT Thorax	5	2,3
	MR-Angiographie	4	1,9
<b>MRT (Kombinationsuntersuchungen); n=23; 10,8%</b>	cMRT + MR-Angiographie	7	3,3
	cMRT + MRT Wirbelsäule	6	2,8
	MRT Thorax + Angiographie	3	1,4
	MRT Thorax + Abdomen	2	0,9
	MRT Abdomen + Becken + MR-Urographie	2	0,9
	MRT Abdomen + Angiographie	1	0,5
	MRT Abdomen + MRCP	1	0,5
	cMRT + MRT Abdomen	1	0,5
<b>MRT mit zusätzlichen Untersuchungen; n=8; 3,8%</b>	cMRT + BERA	7	3,3
	cMRT + Augenuntersuchung	1	0,5
<b>CT; n=6; 2,8%</b>	cCT	4	1,9
	CT	1	0,5
	PET-CT	1	0,5
<b>Angiographie; n=2; 0,9%</b>	DSA kran. Gefäße	1	0,5
	intervent. Angiographie	1	0,5
<b>sonstige radiologische Untersuchungen; n=3; 1,4%</b>	Szintigraphie	2	0,9
	rad. Kontrolle PEG-Sondenanlage	1	0,5

**Tabelle 4: Bildgebungen untersuchter Säuglinge**

Untersuchungen mit hoher Strahlenbelastung (Computertomographie oder Angiographie) wurden bei Säuglingen nur selten durchgeführt, hatten dann zumeist den Kopf als Untersuchungsregion.

Bei drei Vierteln aller durchgeführten Untersuchungen wurde auch im Säuglingsalter Kontrastmittel verwendet (163/213; 76,5%). Alle Säuglinge lagen während der Untersuchung auf dem Rücken, zweimal wurde eine achsengerechte Lagerung in einer Vakuummatratze dokumentiert. Bei insgesamt 29 Säuglingen wurden wärmeerhaltende Maßnahmen dokumentiert (29/213; 13,6%).

Die in vorliegender Untersuchung evaluierten Bildgebungen hatten im Untersuchungszeitraum eine Erfolgsquote von 95,8% (204/213).

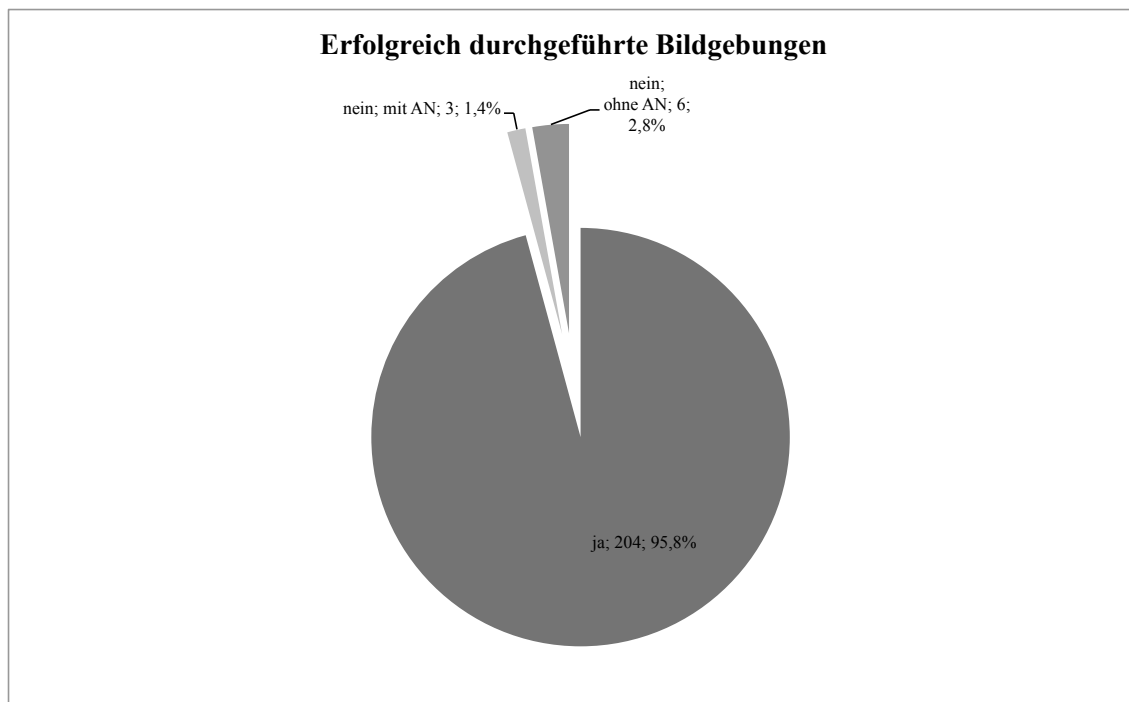


Abbildung 13: Erfolgreich durchgeführte Bildgebungen untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent

Nur wenige bildgebende Verfahren mussten abgebrochen oder konnten nicht durchgeführt werden (9/213; 4,2%). Bildgebungen, die ohne anästhesiologische Beteiligung durchgeführt wurden, mussten doppelt so häufig abgebrochen werden wie Bildgebungen, mit anästhesiologischer Beteiligung.



Alleiniger Grund für den Abbruch der Untersuchungen ohne anästhesiologische Beteiligung waren Bewegungen der Säuglinge, die eine Bildgebung nicht möglich machten. Bei anästhesiologisch betreuten Bildgebungen waren eine kardiopulmonale Widerbelebung und eine nicht zu erreichende Sedierungstiefe die medizinischen Gründe für den Untersuchungsabbruch. Ein defekter Magnetresonanztomograph stellte einen nicht-medizinischen und nicht zu beeinflussenden Grund für den Abbruch beziehungsweise die nicht-Durchführbarkeit eines bildgebenden Verfahrens dar.

<b>Untersuchung erfolgreich:</b>	<b>Dokumentierter Grund:</b>
nein; ohne AN; n=6; 2,8%	Untersuchung ohne Sedierung geplant, Kind sehr unruhig.
	Spontanschlaf, Kind aufgewacht, keine Bilder aquiriert
	Untersuchung erfolgte als Versuch ohne Sedierung bei schlafendem Kind, Im nächsten Schritt eine MRT mit MRA in Sedierung zu empfehlen
	Versuch einer MRT-Untersuchung des Abdomens ohne Sedierung
	keine Sedierung. schreit, wackelt
nein; mit AN; n=3; 2,8%	Versuch in postprandialer Narkose, keine Bildaquisition
	CRP bei Bradykardie beim Umlagern
	Kind selbst unter hohen Dosen (frakt. 100 mg Propofol plus 5 mg Ketanest) nicht ausreichend zu sedieren
	jederzeit kreislaufstabil, MRT defekt, daher abgebrochen

**Tabelle 5: Gründe für abgebrochene Untersuchungen; wörtliche Wiedergabe aus der Dokumentation**

#### 4.6.1 Dringlichkeit

Fast alle Bildgebungen wurden elektiv durchgeführt (203/213; 95,3%). Die wenigen, notfallmäßig durchgeführten Bildgebungen erfolgten ausschließlich mit Anästhesiepräsenz (8/213; 3,8%). Jeweils eine dringliche Bildgebung erfolgte mit und ohne anästhesiologische Beteiligung.

Fast alle notfallmäßig sowie dringlich durchgeführten Bildgebungen waren Magnetresonanztomographien (9/10; 90%), insbesondere des Kopfes (8/10; 80%).

Je einmal wurde notfallmäßig eine Angiographie der kranialen Gefäße und eine Magnetresonanztomographie der Wirbelsäule durchgeführt.

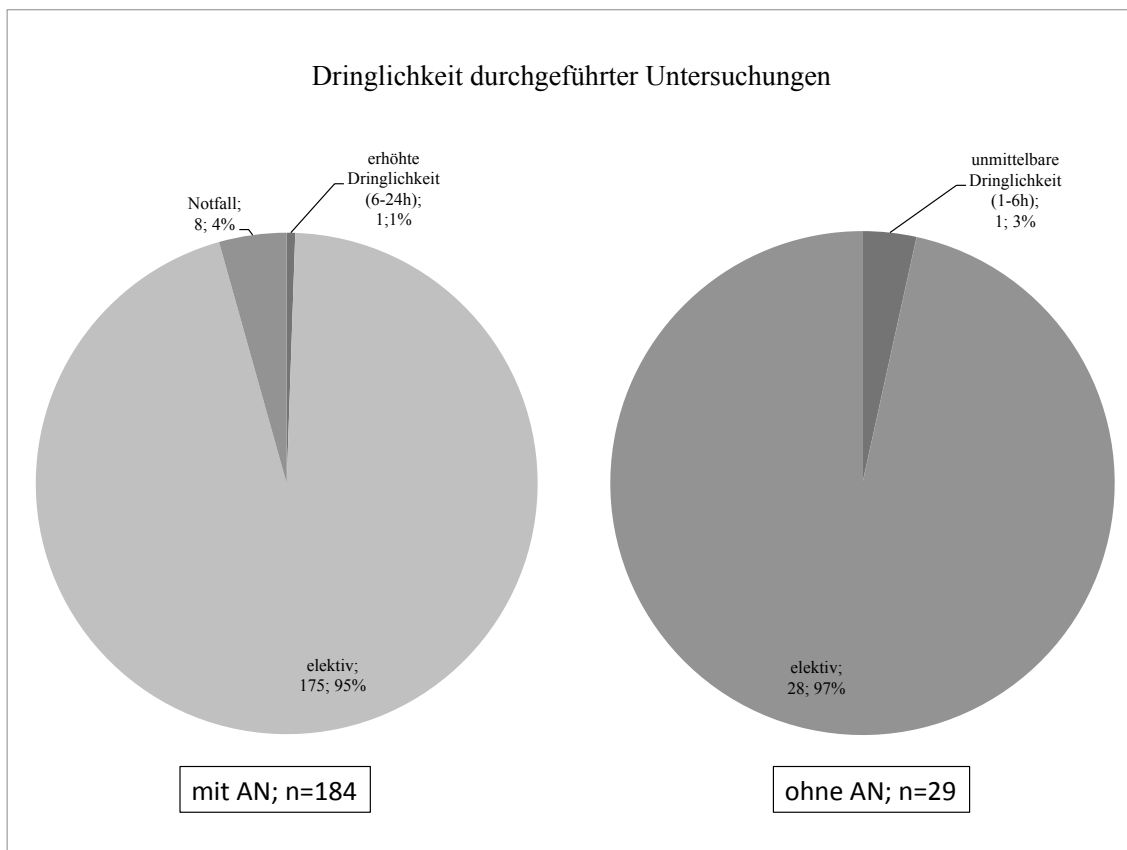


Abbildung 14: Dringlichkeit durchgeführter Bildgebungen untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent

#### 4.6.2 Komplikationen

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 23 Komplikationen während bildgebender Verfahren bei Säuglingen dokumentiert. Diese traten zu ungefähr gleichen Teilen bei bildgebenden Verfahren auf, die ohne und die mit anästhesiologischer Betreuung durchgeführt wurden (siehe Tabelle 6). Alle dokumentierten Komplikationen traten bei elektiv durchgeführten Bildgebungen auf. Mehr als die Hälfte der Säuglinge, bei denen Komplikationen auftraten, hatte mindestens eine Begleiterkrankung und wurde, soweit anästhesiologisch betreut, einer mittleren ASA-Klassifikation von  $3 \pm 1$  zugeordnet.

Komplikationen:	Grund:	Anzahl:	Prozent:	
nein; n=190; 89,2%	ohne AN	17	8,9	
	mit AN	173	91,1	
ja; n=23; 10,8%	ohne AN; n=12; 52,2%	nicht angegeben	7	30,4
		Bewegungsartefakte	2	8,7
		eingeschränkte Beurteilbarkeit bei Atemartefakten	1	4,3
		insgesamt schwierige Untersuchungsbedingungen	1	4,3
		Einschlafen nach Fütterung nicht gelungen	1	4,3
	mit AN; n=11; 47,8%	CPR	1	4,3
		Hyperkapnie mit CO <sub>2</sub> bis 53	1	4,3
		Kind wach/wackelt, Narkose vertieft	1	4,3
		MRT defekt	1	4,3
		Pupillendifferenz	1	4,3
		initial nach Diso Bolus flache Atmung mit juguläre Einziehung	1	4,3
		schwieriger Venenstatus	1	4,3
		keine Ausreichende Sedierung zu erreichen	1	4,3
		MRT defekt, 2h Verzögerung	1	4,3
		RR-Abfall bei KM-Gabe, durch Volumenbolus problemlos therapiert	1	4,3
	ungeplante ITN	1	4,3	

**Tabelle 6: Komplikationen untersuchter Säuglinge; wörtliche Wiedergabe aus der Dokumentation**

Komplikationen traten häufiger bei männlichen als bei weiblichen Säuglingen auf ( $\sigma$ :  $\varphi$  = 1,6:1). Säuglinge bei denen Komplikationen auftraten waren statistisch signifikant jünger als Säuglinge, bei denen keine Komplikationen auftraten ( $59,2 \pm 53,3$  Tage versus  $94,3 \pm 53,5$  Tage;  $p = 0,003$ ). Sie waren signifikant leichter ( $4,4 \pm 1,7$  Kilogramm versus  $5,4 \pm 1,5$  Kilogramm;  $p = 0,004$ ) und kleiner ( $53 \pm 6,6$  Zentimeter versus  $58,7 \pm 6,4$  Zentimeter;  $p = 0,0001$ ). Bezüglich der Schwangerschaftswoche bei Geburt sowie Geburtsgewicht bestand kein statistisch signifikanter Unterschied. Trotz Komplikationen konnten über die Hälfte der Bildgebungen erfolgreich beendet werden (14/23; 60,9%). Gründe für den Abbruch der anderen 9 Bildgebungen finden sich weiter oben. Nach der Untersuchung wurden über ein Drittel (9/23; 39,1%) der Säuglinge, bei denen eine Komplikation dokumentiert wurde, auf einer Intensivstation nachbetreut.

#### 4.6.2.1 Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung

Als weitere Komplikation wurde in vorliegender Untersuchung, bei anästhesiologisch betreuten Säuglingen, ein Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung auf unter 95% gewertet. Dies trat bei insgesamt 16 Säuglingen (16/184; 8,7%) mit einer mittleren ASA-Klassifikation von III auf. Ein Sättigungsabfall wurde bei fast einem Drittel aller ASA IV Patienten verzeichnet (5/17; 29,4%). Bei 62,5% (10/16) wurden weitere Erkrankungen dokumentiert.

Es bestanden in 4 Fällen Überschneidungen mit den in Tabelle 6 dokumentierten Komplikationen. So war ein Sättigungsabfall beispielsweise der Grund für die, im Untersuchungszeitraum einmalig durchgeführte, ungeplante Intubation. Auch im Falle der singulär aufgetretenen, kardiopulmonalen Wiederbelebung wurde ein Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung dokumentiert. Zudem konnte ein Sättigungsabfall in zeitlichem Zusammenhang zu einem Blutdruckabfall nach Verabreichung eines Kontrastmittels dokumentiert werden. Ein weiteres Mal kam es zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung bei flacher Atmung nach Beginn einer Sedierung.

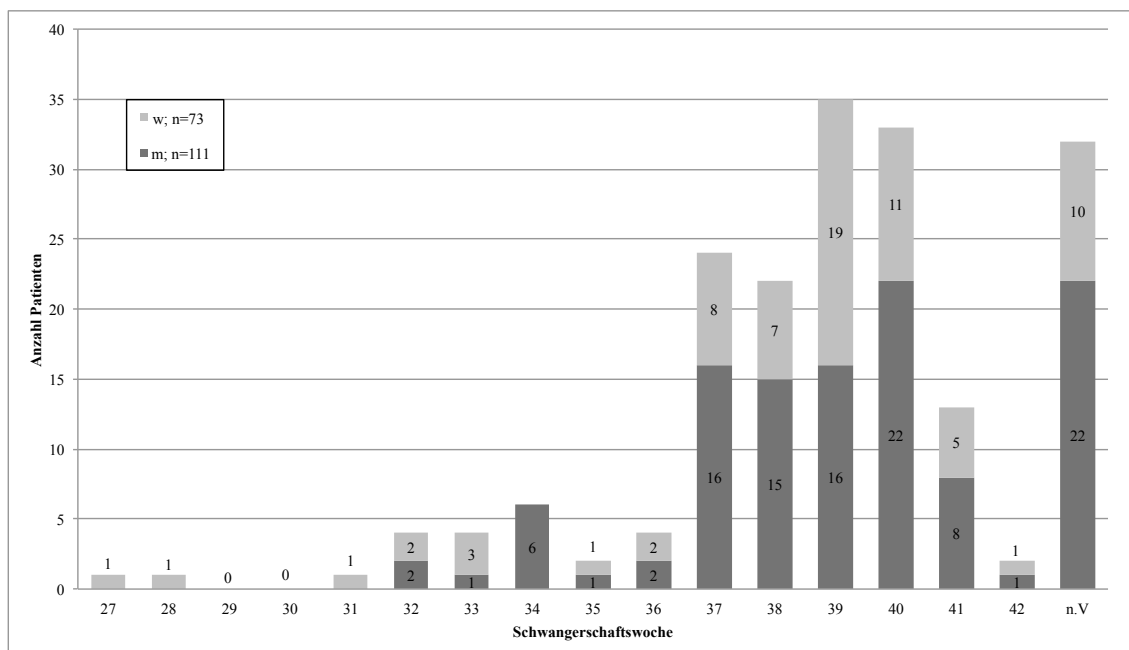
Ein Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung trat fast ausschließlich bei Säuglingen männlichen Geschlechts auf (15/16; 93,8%). Säuglinge, bei welchen die Sauerstoffsättigung auf unter 95% abfiel, waren statistisch signifikant jünger ( $75,1 \pm 63,9$  Tage versus  $102,2 \pm 49,3$  Tage;  $p = 0,04$ ) und hatten ein signifikant niedrigeres Geburtsgewicht ( $3122 \pm 797$  Gramm versus  $3593 \pm 559$  Gramm;  $p = 0,02$ ). Bezüglich Größe sowie Schwangerschaftswoche bei Geburt bestand kein statistisch signifikanter Unterschied.

Ein Sättigungsabfall trat fast zu gleichen Teilen bei Säuglingen unter Spontanatmung (7/16; 43,8%) und Säuglingen unter Beatmung (9/16; 56,3%) auf. Alle Säuglinge erhielten dabei Sauerstoff mit einer mittleren Laufrate  $3 \pm 1,6$  Litern/Minute. Bei über der Hälfte (9/16; 56,3%) der Säuglinge, welche im Untersuchungszeitraum einen Sättigungsabfall zeigten, mussten kreislaufwirksame Medikamente eingesetzt werden. Die Hälfte (8/16; 50%) der Säuglinge wurde nach dem jeweiligen bildgebenden Verfahren auf der Intensivstation überwacht.

#### 4.7 Bildgebungen mit anästhesiologischer Beteiligung

Die meisten Bildgebungen im Untersuchungszeitraum erfolgten mit anästhesiologischer Beteiligung (184/213; 86,4%). Es wurden dabei insgesamt häufiger Säuglinge männlichen Geschlechts betreut ( $\sigma$  111/184; 60,3% versus  $\text{♀}$  73/184; 39,7%). Genauere Angaben bezüglich Alter, Gewicht, Größe sowie Schwangerschaftswoche bei Geburt und Geburtsgewicht finden sich in Tabelle 1.

Im Mittel waren die betreuten Säuglinge  $99,9 \pm 51,3$  Tage alt, bei einem Gewicht von  $5,5 \pm 1,5$  Kilogramm und einer Körpergröße von  $59 \pm 6,4$  Zentimetern, die Geburt erfolgte in der  $38,1 \pm 2,5$  Schwangerschaftswoche bei einem Geburtsgewicht von  $3177 \pm 787$  Gramm. Statistisch unterschieden sich männliche und weibliche Säuglinge, die anästhesiologisch betreut wurden, hinsichtlich ihrer körperlichen Charakteristiken nicht signifikant.



**Abbildung 15: Schwangerschaftswoche bei Geburt untersuchter Säuglinge, die anästhesiologisch betreut wurden; kumulative Säulen männlicher und weiblicher Säuglinge; Absolutwerte**

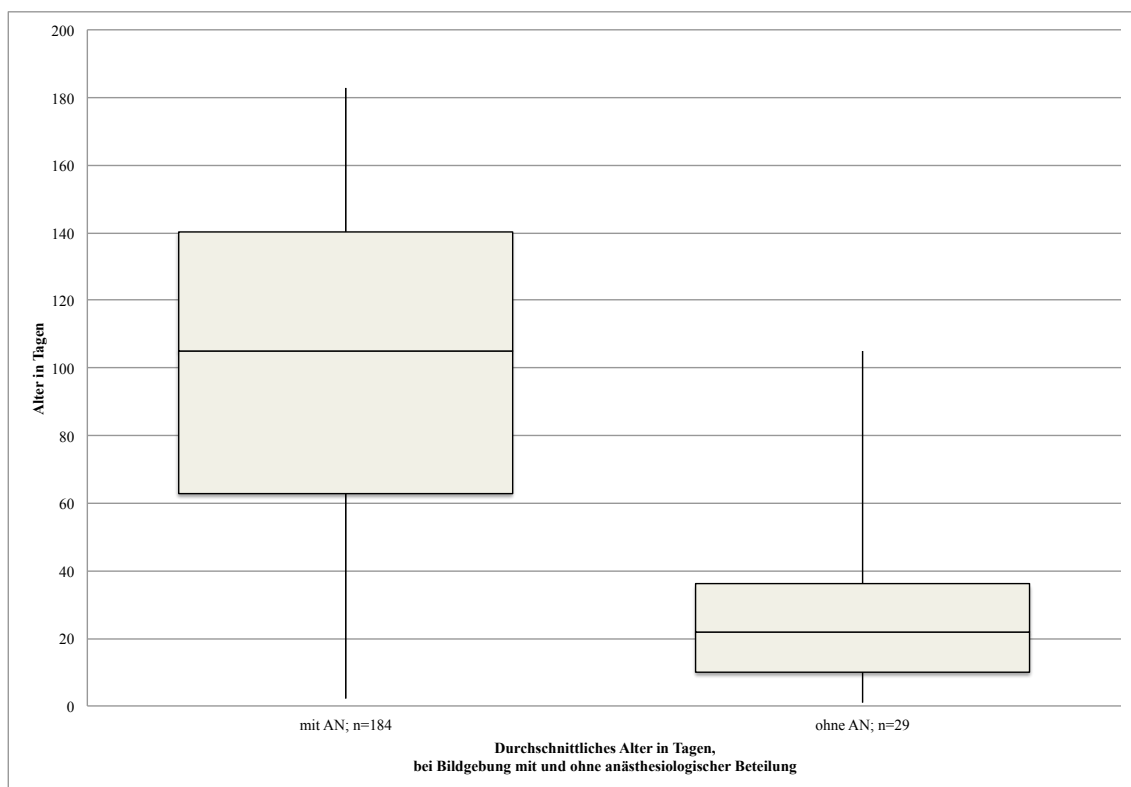
Je nach durchgeführter Narkoseform (Sedierung, Vollnarkose oder Untersuchung in Spontanschlaf) unterschieden sich die anästhesiologisch betreuten Säuglinge und die Säuglinge, die ein bildgebendes Verfahren ohne anästhesiologische Betreuung erhielten, statistisch signifikant in ihrem Alter, Gewicht und ihrer Größe.

In Bezug auf Schwangerschaftswoche bei Geburt sowie Geburtsgewicht bestand kein signifikanter Unterschied.

Narkoseform	Alter (Tage)	Gewicht (Kilogramm)	Größe (Zentimeter)	SSW (Wochen)	GGW (Gramm)
Sedierung	110±43,8	5,8±1,4	60,3±5,5	38,1±2,5	3196,2±691
Vollnarkose	66,4±60	4,5±1,4	54,6±7,9	37,5±2,6	3044,6±1086,4
Spontanschlaf ohne Anästhesie	15,2±6,1	3,7±0,5	51,2±3,2	39,8±1,6	3527±459,7
	31,1±30,6	3,7±1,2	52,1±4,3	37,6±2,5	3040,8±738,5
ANOVA	p=0.00000	p=0.00000	p=0.00000	p=0.11392	p=0.47492

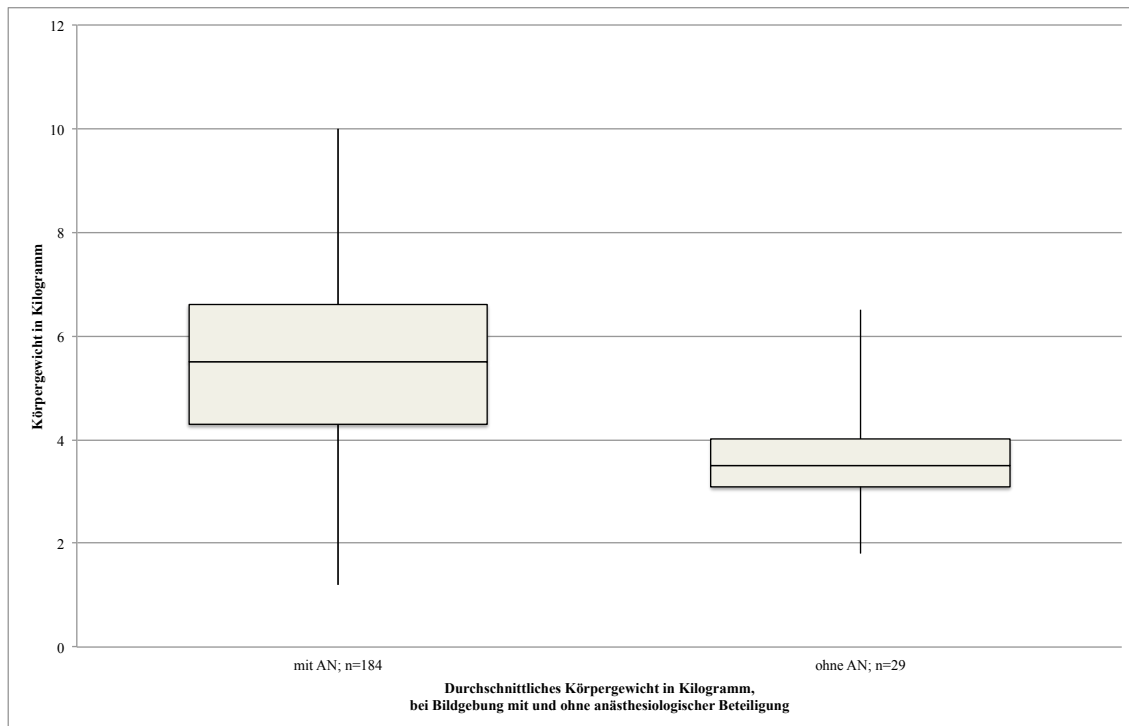
**Tabelle 7: Patienten/-Innen-Charakteristiken untersuchter Säuglinge je Narkoseform; Mittelwert, Standardabweichung, Signifikanz**

Abbildung 16 zeigt einen deutlichen Altersunterschied zwischen anästhesiologisch betreuten Säuglingen und Säuglingen, die ein bildgebendes Verfahren ohne anästhesiologische Betreuung erhielten (Mittelwert mit anästhesiologischer Betreuung „mit AN“  $99,9 \pm 51,3$  Tage; ohne anästhesiologischer Betreuung „ohne AN“  $31,1 \pm 30,6$  Tage;  $p = 0.00000$ ).



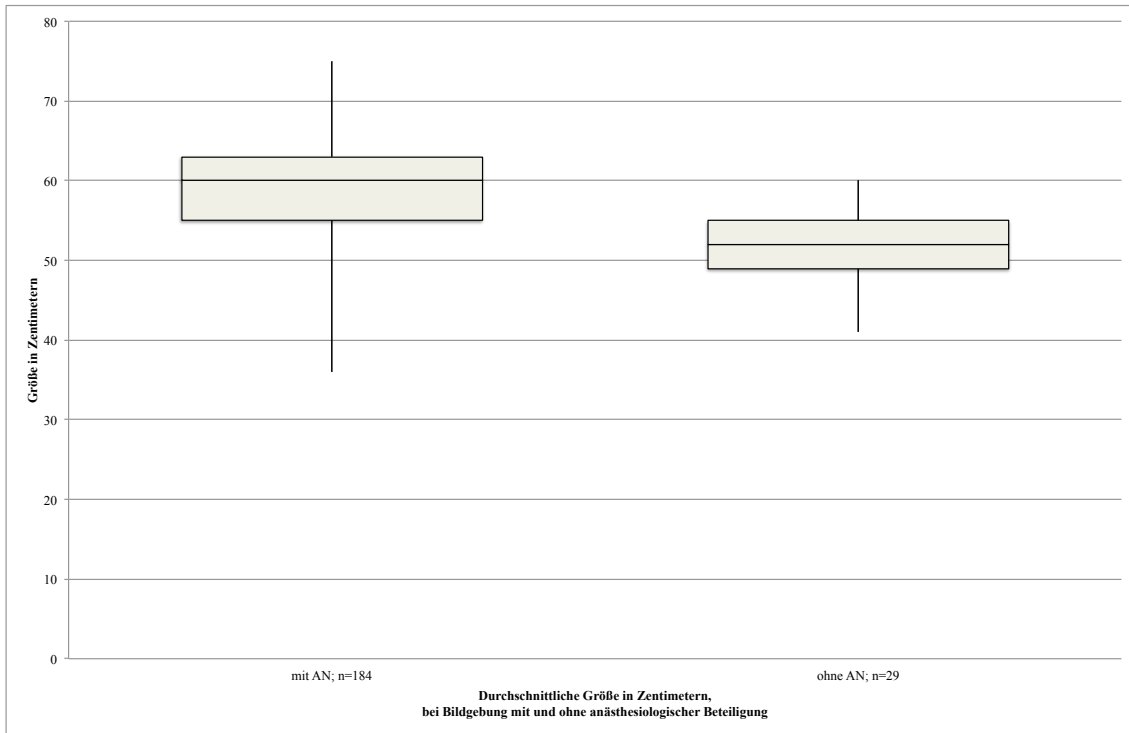
**Abbildung 16: Durchschnittliches Alter untersuchter Säuglinge; Boxplot; Median: „mit AN“ 105 Tage – „ohne AN“ 22 Tage**

Abbildung 17 zeigt einen deutlichen Gewichtsunterschied zwischen anästhesiologisch betreuten Säuglingen und Säuglingen, die ein bildgebendes Verfahren ohne anästhesiologische Betreuung erhielten. Auch hier war, zusätzlich zur graphischen Darstellung eine statistische Signifikanz nachweisbar (Mittelwert mit anästhesiologischer Betreuung „mit AN“  $5,5 \pm 1,5$  Kilogramm; ohne anästhesiologischer Betreuung „ohne AN“  $3,7 \pm 1,1$  Kilogramm;  $p = 0,00000001$ ).



**Abbildung 17: Durchschnittliches Körpergewicht untersuchter Säuglinge; Boxplot; Median: „mit AN“ 5,5 Kilogramm – „ohne AN“ 3,5 Kilogramm**

In Abbildung 18 wird die Körpergröße, zwischen anästhesiologisch betreuten Säuglingen und Säuglingen, die ein bildgebendes Verfahren ohne anästhesiologische Betreuung erhielten, vergleichend dargestellt. Es war graphisch und statistisch ein deutlicher Unterschied nachweisbar (Mittelwert mit anästhesiologischer Betreuung „mit AN“  $59 \pm 6,4$  Zentimeter; ohne anästhesiologischer Betreuung „ohne AN“  $52,1 \pm 4,3$  Zentimeter;  $p = 0,00000$ ).



**Abbildung 18: Durchschnittliche Körpergröße untersuchter Säuglinge;  
Boxplott; Median „mit AN“ 60 Zentimeter – „ohne AN“ 52 Zentimeter**



#### 4.7.1 Klassifikation nach der American Society of Anesthesiologists

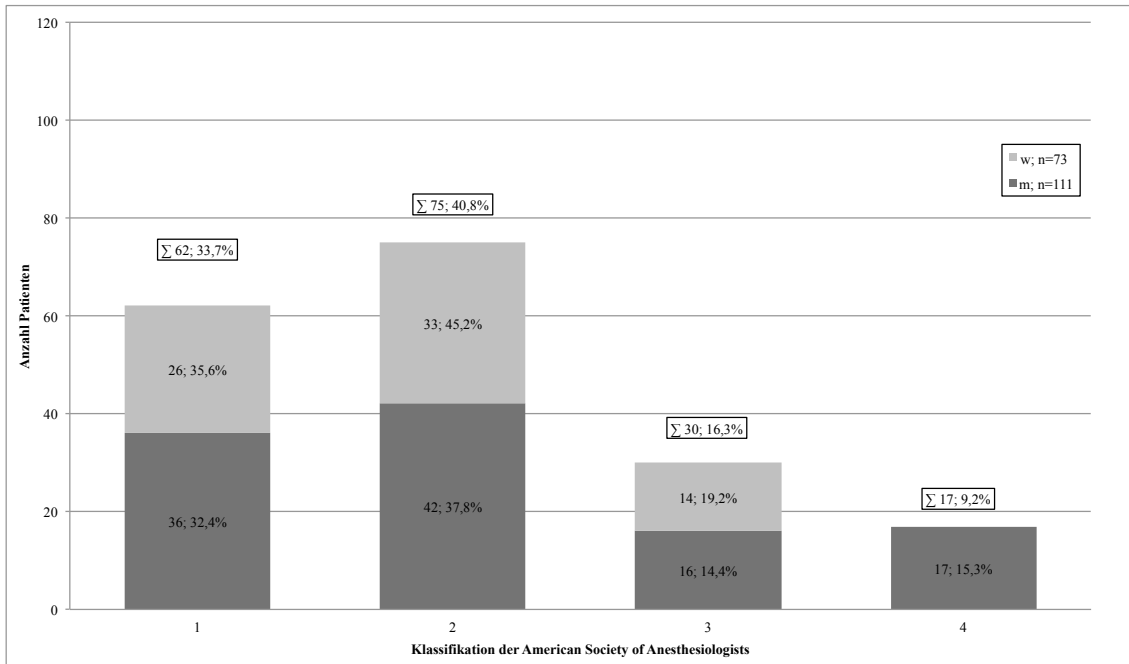
Fast  $\frac{3}{4}$  der im Untersuchungszeitraum anästhesiologisch betreuten Säuglinge wurden den ASA-Kategorien I (gesunde Patienten/-Innen ohne Begleiterkrankungen) oder II (Patienten/-Innen mit leichten Grunderkrankungen) zugeordnet (137/184; 74,5%). Seltener wurde Säuglinge anästhesiologische betreut, die den ASA-Kategorien III (Patienten/-Innen mit schweren Grunderkrankungen) oder IV (lebensbedrohlich erkrankte Patienten/-Innen) zugeordnet wurden (ASA-Kategorie III: 30/184; 16,3%; ASA-Kategorie IV: 17/184; 9,2%).

Männliche und weibliche Säuglinge unterschieden sich hinsichtlich der Zuordnung zu den ASA-Kategorien statistisch signifikant, wobei Knaben im Mittel einer höhere ASA-Kategorie zugeordnet wurden (mittlere ASA-Kategorie: ♂  $2,1 \pm 1,0$ ; ♀  $1,8 \pm 0,7$ ;  $p = 0,039$ ). So fanden sich in der ASA-Kategorie 4 (lebensbedrohlich erkrankte Patienten/-Innen) nur männliche Säuglinge (17/184; 9,2% aller bildgebenden Verfahren). Schwerer erkrankte Säuglinge der ASA-Kategorie 5 wurden im Untersuchungszeitraum keinem bildgebenden Verfahren unterzogen.

Statistisch signifikant unterschieden sich die Säuglinge der jeweiligen ASA-Kategorien nur in Hinblick auf Körpergewicht und Körpergröße (siehe Tabelle 8). In Bezug auf Alter, Schwangerschaftswoche bei Geburt sowie Geburtsgewicht ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den jeweiligen ASA-Kategorien 1 bis 4 nachweisen.

ASA	Alter (Tage)	Gewicht (Kilogramm)	Größe (Zentimeter)	SSW (Wochen)	GGW (Gramm)
1	109,9±43,2	5,9±1,2	61,3±4,5	38,8±1,3	3366,2±490,9
2	101,1±51,3	5,5±1,6	59,2±6,5	38±2,7	3070,3±761,4
3	85,7±50,9	5±1,6	56,1±6,2	37,8±3,3	3181,7±1008,5
4	83±66,8	4,6±1,1	55,3±8,5	36,9±2,4	3087,7±987,9
<b>ANOVA</b>	p=0.08787	p=0.00329	p=0.00014	p=0.06562	p=0.32612

**Tabelle 8: Patienten/-Innen-Charakteristiken je ASA-Kategorie (I-IV); Mittelwert, Standardabweichung, Signifikanz**

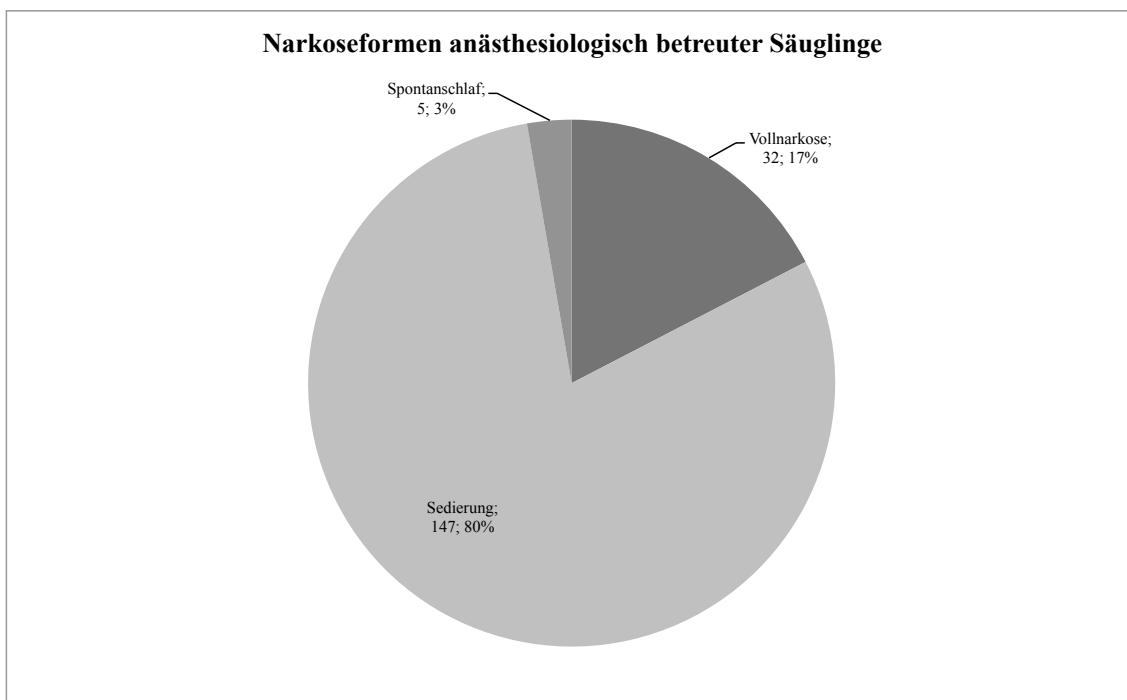


**Abbildung 19: Anzahl untersuchter Säuglinge je ASA-Kategorie; kumulative Säulen männlicher und weiblicher Säuglinge; Absolutwerte und Prozent**

#### 4.7.2 Narkoseformen für bildgebende Verfahren

Der größte Teil der bildgebenden Verfahren, welche mit anästhesiologischer Präsenz erfolgten, wurde in medikamentöser Sedierung unter erhaltener Spontanatmung (147/184; 80%) durchgeführt. Bei insgesamt 32 Säuglingen war zur Durchführung eines bildgebenden Verfahrens eine Vollnarkose nötig. Allerdings wurden die meisten dieser Säuglinge bereits in Vollnarkose (beispielsweise als Übernahme von der neonatologischen oder der pädiatrischen Intensivstation oder aus dem Operationssaal) zur Durchführung der Bildgebung übernommen (27/32; 84,4%). Nur 5 Säuglinge mussten primär zur Durchführung einer Bildgebung in Vollnarkose versetzt und der Atemweg gesichert werden.

Bei 5 Säuglingen gelang eine Bildgebung ohne den Einsatz von Medikamenten, beispielsweise nach Fütterung in Spontanschlaf.



**Abbildung 20: Narkoseformen anästhesiologisch betreuter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent**

#### 4.7.2.1 Bildgebende Verfahren in medikamentöser Sedierung unter erhaltener Spontanatmung

80% (147/184) aller bildgebenden Verfahren bei Säuglingen unter anästhesiologischer Betreuung konnten durch medikamentöse Sedierung unter erhaltener Spontanatmung erfolgreich (146/147; 99,3%) durchgeführt werden. Bei 4 Komplikationen (4/147; 2,7%) musste nur eine Sedierung abgebrochen werden (siehe Tabelle 5). Die Komplikationen umfassten dabei einen Säugling mit schwierigem Gefäßstatus, einmal konnte keine ausreichende Sedierung erreicht werden (Abbruch der Untersuchung), einmal wurden transiente juguläre Einziehungen beobachtet und einmal wurde ein technischer Defekt des Magnetresonanz-Tomographen dokumentiert.

Die Sedierungen erfolgten bei 82 männlichen (82/147; 55,8%) und 65 weiblichen (65/147; 44,2%) Säuglingen vornehmlich der ASA-Kategorien 1 (60/147; 40,8%) und 2 (65/147; 44,2%). Bildgebungen bei Säuglingen der ASA-Kategorien 3 (18/147; 12,2%) und 4 (4/147; 2,7%) wurden seltener in Sedierung durchgeführt.

Die Säuglinge waren meist in stationärer Behandlung (139/147; 94,6%) in der Kinderklinik (132/147; 89,8%). Selten (8/147; 5,4%) wurde bildgebende Verfahren im Säuglingsalter für die Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, das Institut für diagnostische und interventionelle Neuroradiologie (3/147; 2%) oder die Abteilung für Kinderchirurgie (2/147; 1,4%) durchgeführt. Von insgesamt 9 ambulant betreuten Säuglingen wurden 8 medikamentös sediert (8/147; 5,4%), einmal gelang eine Untersuchung in postprandialem Spontanschlaf. 98% (144/147) der Untersuchungen wurde als elektive Bildgebung, 3 Untersuchungen wurden notfallmäßig durchgeführt (3/147; 2%).

Die meisten Sedierungen wurden für Magnetresonanztomographie-Untersuchungen durchgeführt (139/147; 94,6%), hier machte die craniale Magnetresonanztomographie fast die Hälfte aller Untersuchungen aus (72/147; 49%). Alle im Untersuchungszeitraum durchgeführten Computertomographie-Untersuchungen erfolgten in Sedierung (6/147; 4,1%). Über  $\frac{3}{4}$  aller Bildgebungen erfolgte unter der Anwendung von Kontrastmittel (117/147; 79,6%).

Alle Säuglinge hatten mindestens einen Gefäßzugang, wobei der Großteil der Gefäßzugänge bereits vor dem bildgebenden Verfahren etabliert war (140/147; 95,2%).

Nahezu alle Säuglinge (145/147; 98,6%) erhielten zur Sedierung Propofol intravenös. Dabei wurden zu Beginn der Untersuchung im Mittel 4 mg/kg ( $\pm$  1,9 mg) Körpergewicht verabreicht. Mit einer anschließenden kontinuierlichen, mittleren Dosierung von 5mg/kg Körpergewicht/Stunde ( $\pm$  1,3 mg/kgKG/h) waren, wie oben beschrieben, nahezu alle Bildgebungen erfolgreich durchzuführen. Bei 2 Säuglingen musste zusätzlich Ketanest verabreicht werden.

Je einmal erfolgt eine Sedierung mit Chloralhydrat und Midazolam. Fast die Hälfte aller Säuglinge erhielt im Laufe der Untersuchung Atropin (65/147; 44,2%).

Alle bis auf einen Säugling erhielten während der Sedierung Sauerstoff (146/147; 99,3%) in einer mittleren Dosierung von 3 Litern/Minute ( $\pm$  1Liter). Unter dieser Therapie lag die peripher gemessene Sauerstoffsättigung bei fast allen Säuglingen konstant über 95% (140/147; 95,2%). Nur bei 7 Säuglingen wurde im Rahmen der Sedierung eine Sauerstoffsättigung von < 95% dokumentiert, wobei diese nie unter 90% fiel und zu keinem Interventionsbedarf führte.

Im Anschluss an die Sedierung erfolgte zumeist (137/147; 93,2%) eine Überwachung der Säuglinge im Aufwachraum. 5 Säuglinge (5/147; 3,4%) konnten direkt auf die jeweilige Herkunfts-Station verlegt werden, 2 Säuglinge (2/147; 1,4%) wurden auf einer Intensivstation überwacht.

#### 4.7.2.2 Bildgebende Verfahren in Allgemeinanästhesie mit Atemwegssicherung

32 Säuglinge (32/184; 17,4%) wurden im Untersuchungszeitraum in Allgemeinanästhesie einem bildgebenden Verfahren unterzogen. 30 Säuglinge (30/32; 93,8%) wurden dabei intubiert und beatmet aus dem Operationssaal oder von einer Intensivstation übernommen. Nur 2 Säuglinge (2/32; 6,3%) wurden zur Durchführung einer Bildgebung intubiert und beatmet, in einem der beiden Fälle ungeplant, bei einem Abfall der peripher gemessenen Sauerstoffsättigung auf unter 95%.

Bei insgesamt 7 bildgebenden Verfahren (7/32; 21,9%) traten im Untersuchungszeitraum Komplikationen auf, trotzdem konnten bei 30 Säuglingen (30/32; 93,8%) die jeweilige Bildgebung erfolgreich durchgeführt werden. Nur zwei Mal musste eine Untersuchung abgebrochen werden; einmal bei einer plötzlichen Bradykardie mit nachfolgender Reanimation des Säuglings und einmal bei einem Defekt des Magnetresonanztomographen.

Die Allgemeinanästhesien wurden bei 25 männlichen (25/32; 78,1%) und 7 weiblichen (7/32; 21,9%) Säuglingen durchgeführt. Vor allem bei Säuglingen der ASA-Kategorien 3 (11/32; 34,4%) und 4 (13/32; 40,6% entsprechend 76,5% aller ASA 4 Patienten im Untersuchungszeitraum) wurden bildgebende Verfahren in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Alle Säuglinge befanden sich in stationärer Behandlung und wurden von der Kinderklinik (30/32; 93,8%) oder der neurochirurgischen Klinik (2/32; 6,3%) betreut. Die meisten (26/32; 81,3%) Bildgebungen erfolgte dabei elektiv, bei einer Bildgebung von erhöhter Dringlichkeit (innerhalb 6 – 24 Stunden) und 5 notfallmäßigen Bildgebungen (5/32; 15,6%).

Fast alle in Allgemeinanästhesie durchgeführten Bildgebungen waren Magnetresonanztomographien (29/32; 90,6%). Zweimal wurden angiographische Darstellungen der Hirngefäße durchgeführt. Einmal eine radiologische Kontrolle nach Anlage einer PEG-Sonde. Die Mehrzahl der Bildgebungen (29/32; 90,6%) diente der Darstellung des Gehirns oder der gehirnversorgenden Blutgefäße. Je einmal erfolgte eine Bildgebung des Arms und des Thorax. Die meisten Bildgebungen (25/32; 78,1%) erforderten den Einsatz von Kontrastmittel.

Alle Säuglinge hatten mindestens einen (15/32; 46,9%) oder mehrere (17/32; 53,1%) periphere (23/32; 71,9%) oder zentrale (9/32; 28,1%) Gefäßzugänge. Bei 3 Säuglingen (3/32; 9,4%) wurde durch den betreuenden Anästhesisten ein weiterer, peripherer Gefäßzugang etabliert.

Die Allgemeinanästhesien wurden bei mehr als der Hälfte der Säuglinge (19/32; 59,4%) mit Propofol in einer mittleren Dosierung von 12mg/kg Körpergewicht/Stunde ( $\pm$  8mg/kg KG/h) durchgeführt. Alternativ dazu wurde Midazolam (11/32; 34,4%) in einer mittleren Dosierung von 0,5mg/kg Körpergewicht/Stunde ( $\pm$  0,3mg/kg KG/h) zur Sedierung eingesetzt. Bei 2 Säuglingen waren, zusätzlich zur Sedierung mit Midazolam, wiederholte Gaben des Barbiturats Thiopental nötig.

Über die Hälfte der Säuglinge (19/32; 59,4%) erhielt eine analgetische Therapie. Am häufigsten (14/19; 73,7%) wurde hierfür Fentanyl in einer mittleren, kumulativen Dosierung von 4,3 Mikrogramm/kg Körpergewicht ( $\pm$  4,1 Mikrogramm/kg KG) eingesetzt. Seltener wurde Morphin (3/19; 15,8%), Remifentanyl oder Piritramid (je einmal) eingesetzt.

Eine zusätzliche muskelrelaxierende Medikation war bei 65,6% (21/32) Säuglingen nötig. Am häufigsten wurden hierfür Rocuronium (9/21; 42,9%) oder Vecuronium (7/21; 33,3%) eingesetzt. Seltener wurde Mivacurium (3/21; 14,3%) oder Cis-Atracurium (2/21; 9,5%) verabreicht.

56,3% (18/32) der untersuchten Säuglinge erhielten ein kreislaufwirksames Medikament, wobei Atropin, das am häufigsten eingesetzte Medikament war (8/18; 44,4%). Die kontinuierlichen Gaben von Dobutamin (4/18; 22,2%), Dopamin (3/18; 16,7%), Noradrenalin (2/18; 11,1%) oder Adrenalin (1/18; 5,6%) waren nur selten nötig.

Alle Säuglinge, die eine Allgemeinanästhesie erhielten, wurden beatmet. In den Narkoseprotokollen wurde dabei überwiegend eine Volumen-kontrollierte Beatmung verzeichnet (22/32; 68,8%), seltener eine Druck-kontrollierte (8/32; 25%) oder manuelle (2/32; 6,3%) Beatmung. Bei nahezu allen Säuglingen (31/32; 96,9%) erfolgte die Beatmung mit zusätzlicher Sauerstoffinsufflation ( $f_{iO_2} > 21\%$ ) von durchschnittlich 2,1 Litern/Minute ( $\pm$  1Liter), nur ein Säugling wurde mit Raumluft beatmet.

In diesem Zusammenhang wurde bei 28,1% (9/32) der Säuglinge eine periphere Sauerstoffsättigung unter 95% gemessen.

Fast alle Säuglinge (30/32; 93,8%) wurden im Anschluss an das jeweilige bildgebende Verfahren auf einer Intensivstation weiterbetreut. Nur zwei Säuglinge wurden nach der Untersuchung aufgeweckt, extubiert und im Aufwachraum weiterbetreut.

#### 4.7.2.3 Bildgebende Verfahren ohne Einsatz sedierender Medikamente

In wenigen Fällen (5/184; 2,7%) war bei Säuglingen im ersten Lebensmonat die Durchführung eines bildgebenden Verfahrens ohne den Einsatz von sedierenden Medikamenten möglich. Diese Untersuchungen erfolgten in Spontanschlaf nach Fütterung der Säuglinge. Es traten dabei keine Komplikationen auf und alle Untersuchungen konnten erfolgreich durchgeführt werden. Die Untersuchungen erfolgten bei 4 männlichen (4/5; 80%) und einem weiblichen Säugling in zumeist stationärem Rahmen (4/5; 80%). Die meisten Säuglinge (4/5; 80%) wurden von der Kinderklinik betreut, ein Säugling befand sich in Betreuung durch das Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie.

Die Säuglinge wurden am häufigsten der ASA-Kategorie 2 zugeordnet (3/5; 60%), jeweils ein Säugling wurde den ASA-Kategorien 1 und 3 zugeordnet. Alle Säuglinge hatten einen venösen Zugang, über welchen 2 Säuglinge (2/5; 40%) Kontrastmittel appliziert bekamen.

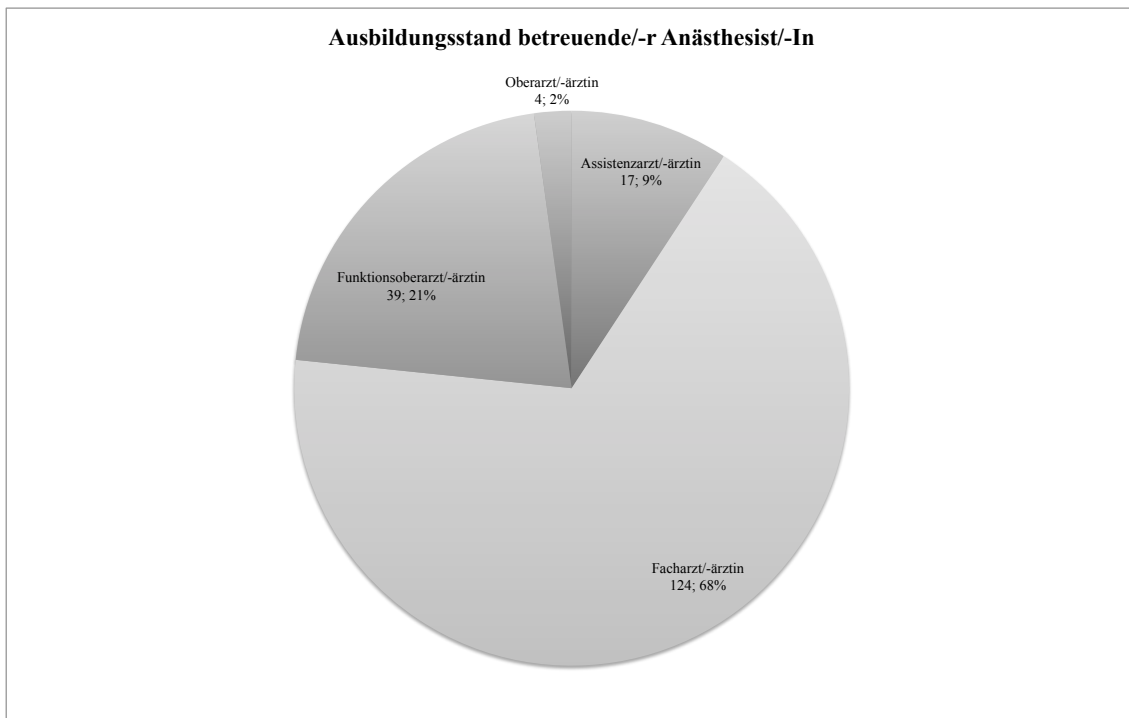
80% (4/5) der Untersuchungen waren craniale Magnetresonanztomographien, einmal wurde eine Magnetresonanztomographie des Abdomens durchgeführt. Alle Säuglinge wurden nach den Untersuchungen auf den jeweiligen Stationen nachüberwacht, eine weitere Betreuung im Aufwachraum war bei keinem Säugling nötig.



#### 4.7.3 Ausbildungsstand betreuende/-r Anästhesist/-In

Nahezu alle Säuglinge wurden von Anästhesisten/-Innen mit Facharztqualifikation betreut (167/184; 90,8%). Nur 17 Säuglinge wurden von Assistenzärzten/-ärztinnen betreut. Die bildgebenden Verfahren, welche von Assistenzärzten/-ärztinnen betreut wurden, fanden in der Regelarbeitszeit zwischen 7:15 Uhr und 16:30 Uhr statt. Es ist davon auszugehen, dass ein Facharzt/-ärztin beziehungsweise Oberarzt/-ärztin in enger räumlicher Nähe zum durchführenden Anästhesisten/-In war.

Bildgebende Verfahren, welche in Sedierung durchgeführt wurden, wurden zu 92,5% von Fachärzten/-ärztinnen, Funktionsoberärzten/-ärztinnen oder Oberärzten/-ärztinnen betreut. Bildgebende Verfahren mit der Notwendigkeit einer Allgemeinanästhesie wurden zu 81,3% von Fachärzten/-ärztinnen, Funktionsoberärzten/-ärztinnen oder Oberärzten/-ärztinnen betreut.



**Abbildung 21: Ausbildungsstand der betreuenden Ärzte/Ärztinnen untersuchter Säuglinge, Absolutwerte und Prozent**

#### 4.7.4 Instrumentierung

Alle anästhesiologisch betreuten Säuglinge wiesen mindestens einen (167/184; 90,8%) oder mehrere (17/184; 9,2%) Zugänge zum venösen Gefäßsystem auf.

Insgesamt wurden bei 184 anästhesiologisch betreuten Säuglingen 199 venöse Gefäßzugänge dokumentiert, wobei die meisten bereits vor Beginn der anästhesiologischen Betreuung etabliert waren (186/199; 93,5%). 17 Säuglinge (17/184; 9,2%) hatten einen zentralvenösen Katheter. Über 50% der zentralvenösen Katheter wurden bei Säuglingen der ASA-Kategorie IV dokumentiert (9 zentralvenöse Katheter bei 17 Säuglingen der ASA-Kategorie IV, entsprechend 53%).

Bei 13 Säuglingen (13/199; 6,5%) wurde ein neuer Venenzugang etabliert, bei einem Säugling wurde eine arterielle Kanüle zur invasiven Blutdruckmessung angelegt. Alle neu etablierten Venenzugänge wurden in periphere Venen gelegt. Soweit nachvollziehbar, zumeist am Fuß und in 24 Gauge Größe.

Instrumentierung:	Ort:	Anzahl:	Prozent:	Größe:	Anzahl:	Prozent:	
bereits etabliert; n=186	peripherer venöser Zugang; n=169	Hand	17	10,1	24G	50	29,6
		Kopf	12	7,1	22G	3	1,8
		Fuß	2	1,2	nicht angegeben	116	68,6
		nicht angegeben	138	81,7			
Zentralvenöser Katheter; n=17	Vena jug. Interna	3	17,6				
	Port	2	11,8				
	Hickmann-Katheter	1	5,9				
	Nabelvenenkatheter	1	5,9				
	Vena subclavia	1	5,9				
	nicht angegeben	9	52,9				
neu etabliert; n=14	peripherer venöser Zugang; n=13	Fuß	5	38,5	24G	12	92,3
		Hand	1	7,7	nicht angegeben	1	7,7
		Kopf	1	7,7			
		nicht angegeben	6	46,2			
	arterielle Kanüle; n=1	nicht angegeben	1	1,0			

Tabelle 9: Instrumentierung untersuchter Säugling; Absolutwerte und Prozent

#### 4.7.5 Monitoring

Alle anästhesiologisch betreuten Säuglinge wurden mindestens mit Elektrokardiogramm (EKG) und Pulsoxymetrie überwacht. Medikamentös sedierte Säuglinge mit erhaltener Spontanatmung wurde fast immer (132/147; 89,8%) zusätzlich mittels Kapnometrie überwacht. Säuglinge, bei denen eine Bildgebung in Spontanschlaf möglich war, erhielten ein Monitoring mittels EKG und Pulsoxymetrie.

Wurde bei Säuglingen eine Allgemeinanästhesie mit künstlicher Beatmung durchgeführt, wurden diese, auch während des bildgebenden Verfahrens, mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln überwacht.

<b>Monitoring:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>Prozent:</b>	<b>bei Vollnarkose (n=32):</b>	<b>Prozent:</b>	<b>ohne Medikation (n=5):</b>	<b>Prozent:</b>
<b>EKG</b>	184	100	32	100	5	100
<b>Pulsoxymetrie</b>	184	100	32	100	5	100
<b>Blutdruck</b>	33	17,9	32	100	0	0
<b>Kapnometrie</b>	164	89,1	32	100	0	0

**Tabelle 10: Monitoring untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent**

#### 4.7.6 Medikamente

Als häufigstes Medikament wurde durch die Anästhesisten und Anästhesistinnen zur Sedierung sowie Narkose von Säuglingen für bildgebende Verfahren in vorliegender Untersuchung das Hypnotikum Propofol eingesetzt (164/184; 89,1%, Abbildung 22).

Propofol wurde zu einem ähnlichen Anteil bei männlichen (97/111; 87,4%) und weiblichen (67/73; 92%) Säuglingen eingesetzt. Ein Drittel der Säuglinge im ersten Lebensmonat erhielten eine Sedierung mit Propofol (9/26; 34,6%), zumeist wurden andere Medikamente eingesetzt (12/26; 46,2%) oder auf den Einsatz von Medikamenten verzichtet (5/26; 19,3%). Bei älteren Säuglingen (zweiter bis sechster Lebensmonat) wurde Propofol häufiger eingesetzt (155/158; 98,1%).

Weitere Medikamente wie beispielsweise Midazolam oder Thiopental wurden nur selten eingesetzt, insbesondere bei Säuglingen im ersten Lebensmonat. Fünfmal war eine Untersuchung ohne den Einsatz von sedierenden Medikamenten möglich. Wie unter 6.2.1 gezeigt, wurden fast alle Sedierungen mit Propofol durchgeführt.

Bei 145 mit Propofol sedierten Säuglingen konnte eine ausreichende Sedierung mit einer durchschnittlichen Initialdosierung von 4 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht erreicht werden. Nur einzelne Säuglinge benötigten eine deutlich höhere Dosierung.

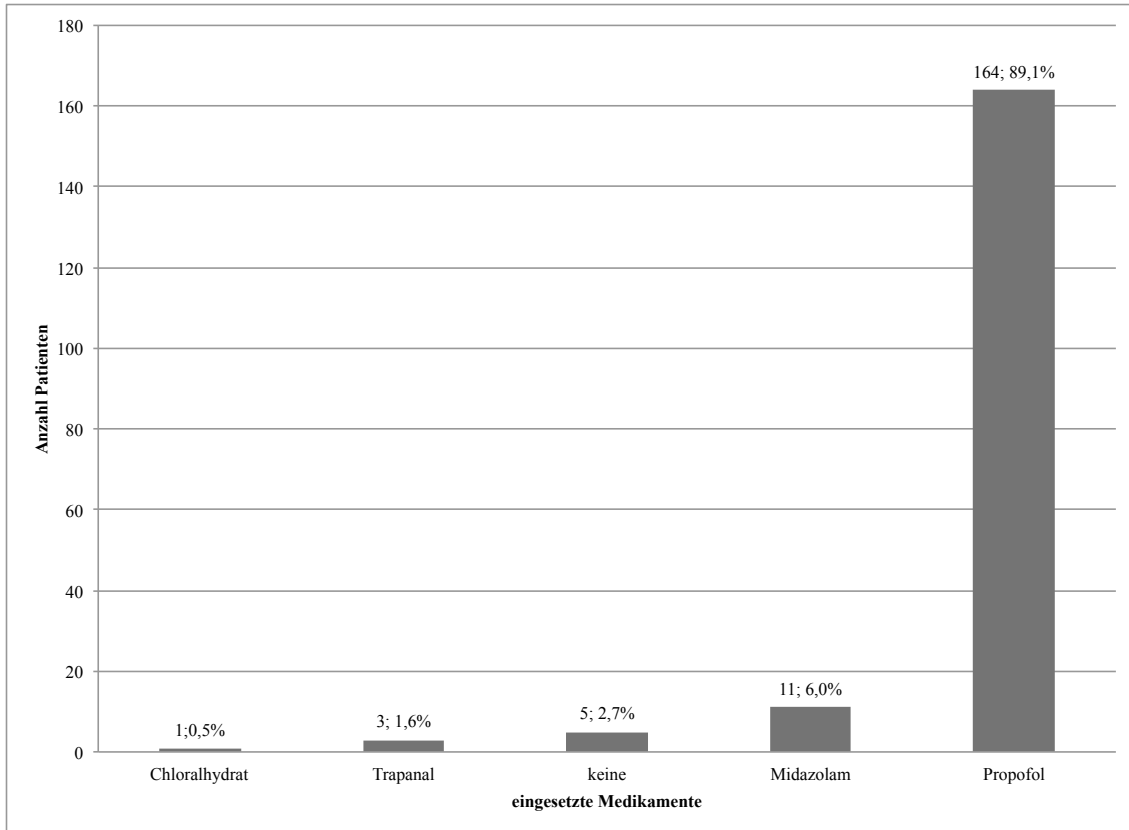


Abbildung 22: zur Sedierung sowie Narkose eingesetzte Hypnotika; Absolutwerte und Prozent

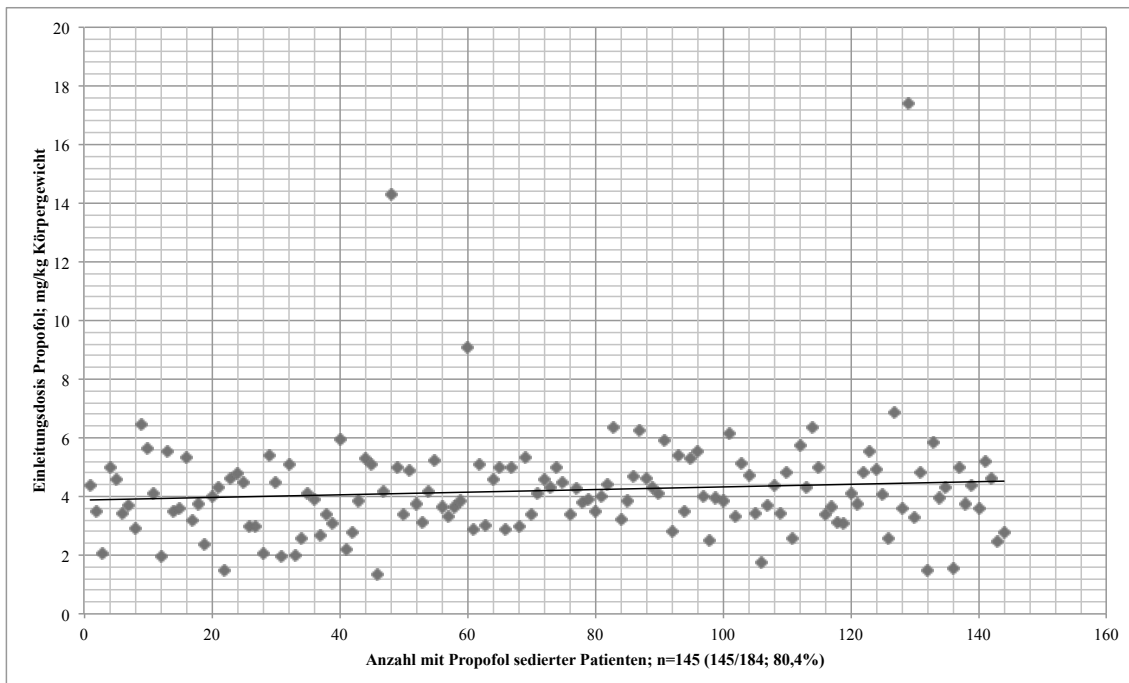
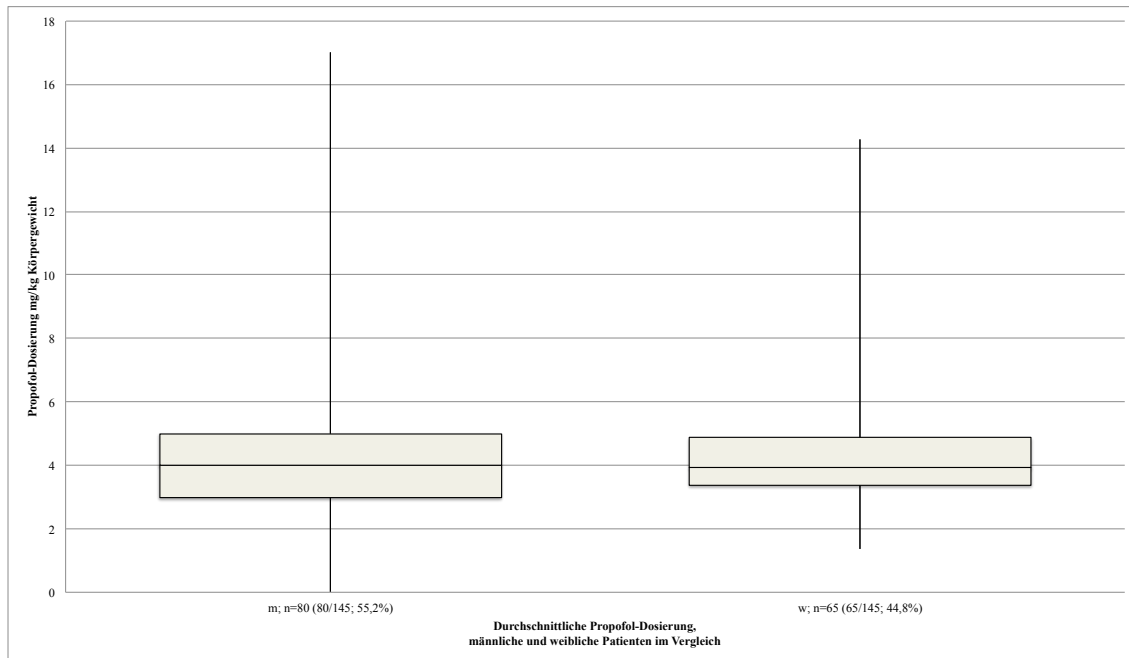


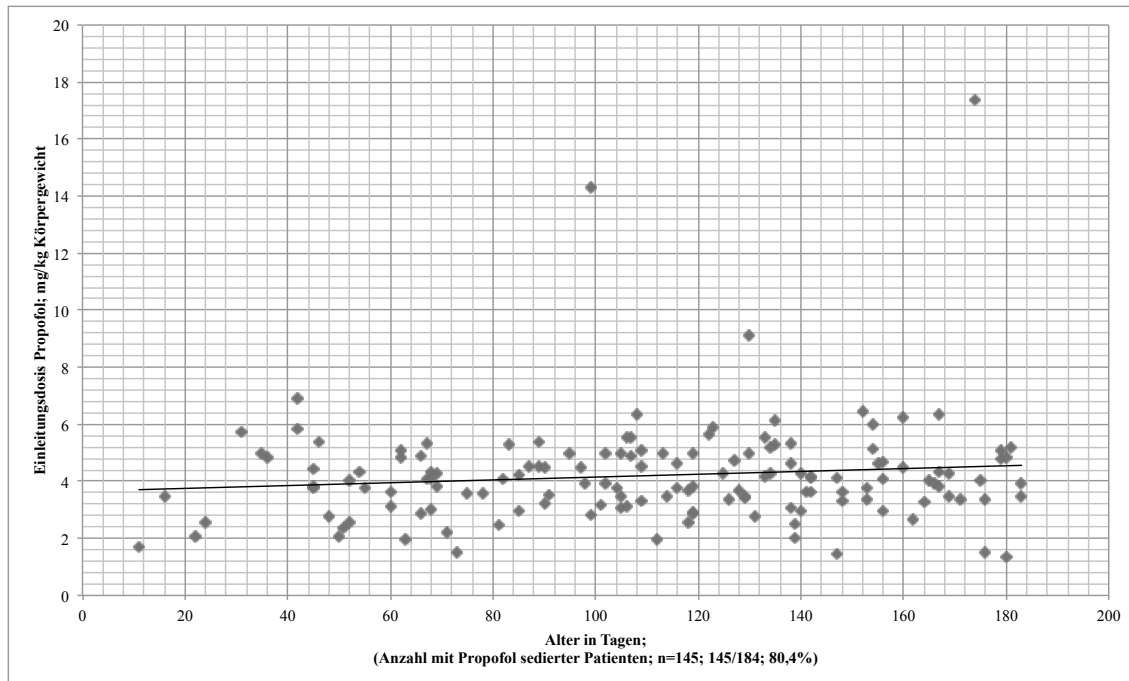
Abbildung 23: Punktdiagramm der Initialdosierung mit Propofol sedierter Säuglinge

Männliche und weibliche Säuglinge unterschieden sich dabei in ihrem Narkosemittelbedarf nicht signifikant (mittlere Initialdosierung Propofol: ♂ $4,1 \pm 1,9$  mg/kg KG; ♀ $4,2 \pm 1,9$  mg/kg KG;  $p = n.s.$ ).



**Abbildung 24: Durchschnittliche Propofol-Initialdosierung untersuchter Säuglinge;  
Boxplott; Median ♂ 4,0mg/kg KG – ♀ 3,9 mg/kg KG**

Eine Regressionsanalyse ergab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Einleitungs-dosis Propofol und Alter ( $p=0,010$ ), Größe ( $p=0,021$ ) und Gewicht ( $p=0,0006$ ) der Säuglinge. Die Geburtscharakteristiken hatten statistisch keinen Einfluss auf die Einleitungs-dosis.



**Abbildung 25: Punktdiagramm der Initialdosierung mit Propofol sedierter Säuglinge nach Alter**

Im weiteren Verlauf der bildgebenden Verfahren war eine kontinuierliche Applikation von durchschnittlich  $5 \pm 1$  Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde zur Sedierung der Säuglinge unter erhaltener Spontanatmung ausreichend.

Bei Säuglingen, welche ein bildgebendes Verfahren in Allgemeinanästhesie erhielten, war eine mittleren Dosierung von 12 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde ( $\pm 8$  mg/kg KG/h) für eine kontinuierliche Aufrechterhaltung der Narkose nötig (Dosis/Stunde Sedierung versus Dosis/Stunde Allgemeinanästhesie;  $p = 0,00000$ ; siehe 6.2.2).

Zusätzlich zu den eingesetzten Hypnotika wurden bei einigen Säuglingen Analgetika und/oder Muskelrelaxantien eingesetzt. Das am häufigsten eingesetzte Analgetikum war dabei Fentanyl, welches bei 14 Säuglingen eingesetzt wurde, bei denen eine Allgemeinanästhesie notwendig war. Als Muskelrelaxantien wurde bei Allgemeinanästhesie zumeist Rocuronium oder Vecuronium eingesetzt (siehe 6.2 sowie Tabelle 11).

93,5% aller anästhesiologisch betreuten Säuglinge erhielten während der Durchführung eines bildgebenden Verfahrens intravenöse Flüssigkeiten. Als häufigste Flüssigkeit wurde eine isotonische Vollelektrolytlösung (Sterofundin) in einer mittleren Dosierung von  $32 \pm 11$  Milliliter pro Stunde, entsprechend  $6 \pm 2$  Milliliter pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde. Die Menge verabreichter Infusionslösung unterschied sich bei männlichen und weiblichen Säuglingen statistisch nicht signifikant.

Säuglinge, bei denen ein bildgebendes Verfahren in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde, erhielten häufiger andere Infusionslösungen. Bei über der Hälfte dieser Säuglinge wurde eine, für den pädiatrischen Bereich optimierte, balancierte Vollelektrolytlösung mit 1% Glucose eingesetzt (18/32; 56,3%). Sterofundin (7/32; 21,9%) sowie andere Glukoselösungen (7/32; 21,9%) wurden in dieser Gruppe von Säuglingen seltener eingesetzt.

Die Menge an infundierter Flüssigkeit unterschied sich bei beatmeten Säuglingen statistisch signifikant von der Flüssigkeitsmenge bei Säuglingen mit erhaltener Spontanatmung (Spontanatmung:  $6 \pm 2$  Milliliter pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde; maschinelle Beatmung:  $4 \pm 2$  Milliliter pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde;  $p = 0,00006$ ).

<b>Medikamente:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>Prozent:</b>	
<b>Analgetika; n=21; 11,4%</b>	Fentanyl	14	7,6
	Ketanest S	2	1,1
	Morphin	3	1,6
	Piritramid	1	0,5
	Remifentanyl	1	0,5
<b>Relaxantien; n=21; 11,4%</b>	Rocuronium	9	4,9
	Cis-Atracurium	2	1,1
	Mivacurium	3	1,6
	Vecuronium	7	3,8
<b>Infusionslösungen; n=172; 93,5%</b>	Glucose 1%	5	2,7
	Glucose 5%	3	1,6
	NaCl	1	0,5
	Päd-Infusion	31	16,8
	Sterofundin	132	71,7
<b>sonstige Medikamente; n=21; 11,4%</b>	Lasix	8	4,3
	Midazolam	9	4,9
	Nabic	1	0,5
	Clonidin	1	0,5
	Heparin	1	0,5
	Sevoflurane	1	0,5

**Tabelle 11: zusätzlich eingesetzte Medikamente untersuchter Säuglinge; Absolutwerte und Prozent**



Über ein Drittel der anästhesiologisch betreuten Säuglinge (81/184; 44%) erhielt vor oder während des bildgebenden Verfahrens ein kreislaufwirksames Medikament.

Am häufigsten wurde in diesem Zusammenhang Atropin eingesetzt (73/81; 90,1%). Atropin wurde häufiger bei weiblichen (35/73; 47,9%) als bei männlichen (38/111; 34,2%) Säuglingen, in einer mittleren Dosierung von  $13 \pm 7$  Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht eingesetzt. Am häufigsten wurde Atropin bei Säuglingen der ASA-Kategorie II eingesetzt (35/75; 46,7%), seltener bei Säuglingen der ASA-Kategorien I (24/62; 38,7%), III (9/30; 30%) oder IV (5/17; 29,4%).

Säuglinge der ASA-Kategorien, die auf eine schwerere Grunderkrankung hinwiesen, erhielten zusätzlich andere kreislaufunterstützende Medikamente. So benötigten knapp ein Drittel (6/17; 35,3%) der Säuglinge der ASA-Kategorie IV eine medikamentöse Kreislaufunterstützung, beispielsweise mittels Dobutamin (4/17; 23,5%), oder (jeweils ein Mal) Adrenalin beziehungsweise Dopamin. Noradrenalin wurde in vorliegende Untersuchung nur zwei Mal eingesetzt (beides Säuglinge der ASA-Kategorie III).

Alle 8 Säuglinge, die während der Untersuchung Katecholamine zur Kreislaufunterstützung bekamen, waren intubiert und wurden im Anschluss an die Untersuchung auf einer Intensivstation nachbetreut.

#### 4.7.7 Visite vor einer anästhesiologischen Betreuung

Der Großteil (158/184; 85,9%) der im Untersuchungszeitraum anästhesiologisch betreuten Säuglinge wurde mindestens einen oder maximal sieben Tage vor der Durchführung des jeweiligen bildgebenden Verfahrens klinisch visitiert und es erfolgte eine entsprechende Risikoaufklärung der Eltern („Prämedikationsvisite/-gespräch“).

Nur bei wenigen Säuglingen (26/184; 14,1%) erfolgte die Prämedikationsvisite am Tag der Untersuchung. Dies geschah beispielsweise bei 7 der 9 dringlich beziehungsweise notfallmäßig durchgeführten Bildgebungen sowie bei 2 der 9 ambulant absolvierten Bildgebungen. Weitere 6 Säuglinge wurden intubiert und beatmet, beispielsweise aus dem Operationssaal, zur Durchführung einer Bildgebung übernommen, sodass keine gesonderte Prämedikationsvisite für die Durchführung der Bildgebung erfolgte.

Säuglinge, bei denen ein bildgebendes Verfahren in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde, wurden statistisch signifikant früher anästhesiologisch visitiert als Säuglinge, die eine Untersuchung in Sedierung erhielten (durchschnittliche Zeit der Prämedikationsvisite vor bildgebendem Verfahren: mit Allgemeinanästhesie  $1,5 \pm 1,9$  Tage; mit Sedierung  $1,1 \pm 0,8$  Tage;  $p = 0,05$ )

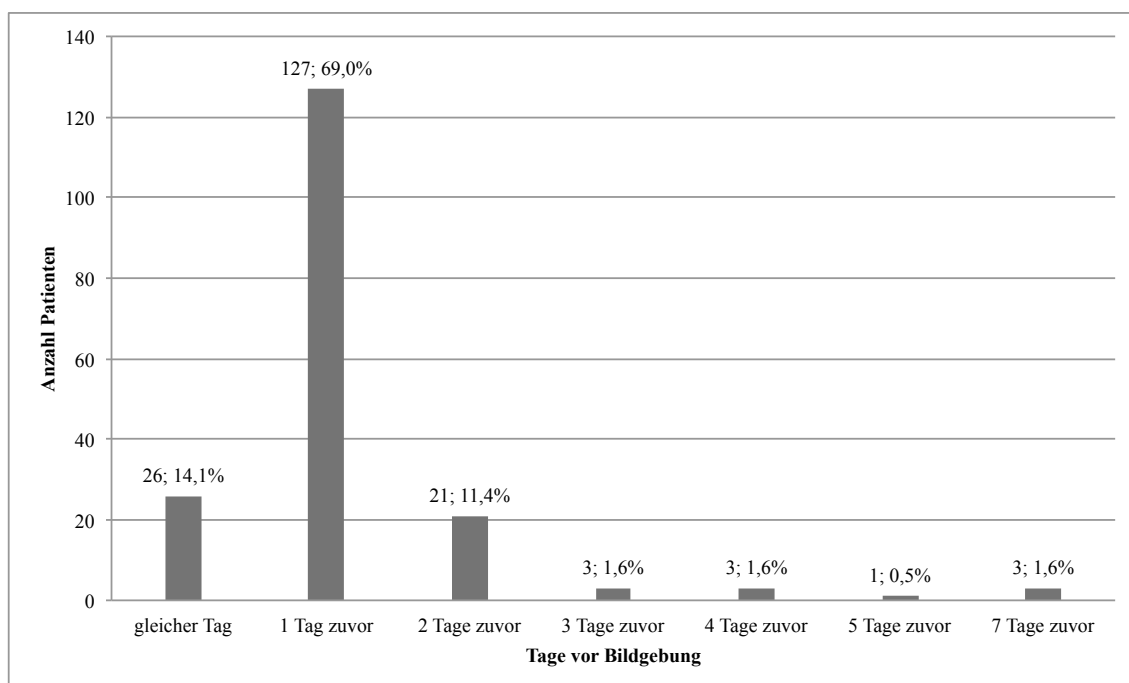


Abbildung 26: Visite vor anästhesiologischer Betreuung untersuchter Säuglinge, Absolutwerte und Prozent

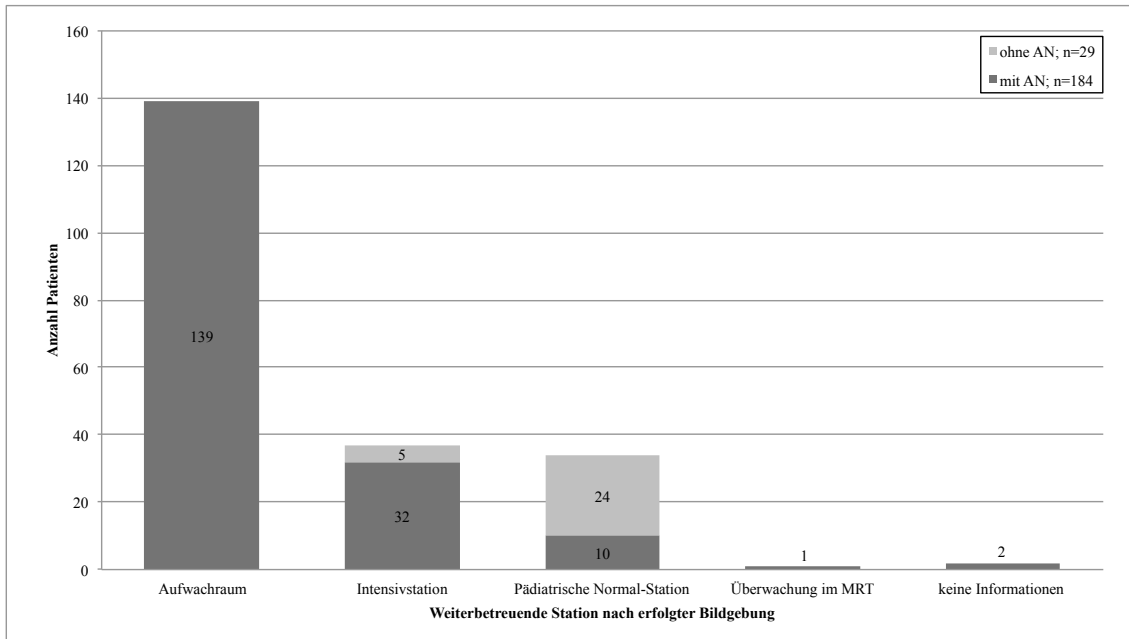
#### 4.7.8 Überwachung nach erfolgter Bildgebung

Die meisten anästhesiologisch betreuten Säuglinge (139/184; 75,5%) wurden im Anschluss an eine erfolgte Bildgebung und vor der Verlegung auf eine pädiatrische Normal-Station im jeweiligen „Aufwachraum“ nachbetreut. In einigen Fällen (10/184, 5,4%) war die sofortige Verlegung auf eine pädiatrische Normal-Station möglich.

Auch Säuglingen, die ein bildgebendes Verfahren ohne anästhesiologische Betreuung erhielten, wurden mehrheitlich (24/29; 82,8%) auf einer pädiatrischen Normal-Station weiterbetreut. Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 37 Säuglinge (37/213; 17,4%) nach einem bildgebenden Verfahren auf eine Intensivstation verlegt. Dies erfolgte zu ähnlichen Teilen bei anästhesiologisch betreuten Säuglingen (32/184; 17,4%) und bei Säuglingen ohne anästhesiologische Betreuung (5/29; 17,2%). Männliche Säuglinge benötigten fast doppelt so häufig auf eine intensivmedizinische Nachbetreuung (27/125; 21,6%) wie weibliche Säuglinge (10/88; 11,4%).

Intensivmedizinisch betreute Säuglinge waren signifikant jünger (Mittelwert „ITS“  $56,3 \pm 55,5$  Tage versus „nicht ITS“  $97,7 \pm 51,3$  Tage;  $p = 0,00001$ ), leichter (Mittelwert „ITS“  $4,3 \pm 1,4$  Kilogramm versus „nicht ITS“  $5,5 \pm 1,5$  Kilogramm;  $p = 0,00002$ ) und kleiner (Mittelwert „ITS“  $53,1 \pm 7,2$  Zentimeter versus „nicht ITS“  $59,1 \pm 6,0$  Zentimeter;  $p = 0,00000$ ) als Säuglinge die auf einer anderen Station nachbetreut wurden. Sie wurden auch einer höheren ASA-Kategorie zugeordnet (Mittelwert „ITS“ ASA-Kategorie  $3 \pm 1$  versus „nicht ITS“ ASA-Kategorie  $2 \pm 1$ ;  $p = 0,00000$ ) und waren mehrheitlich beatmet (32/37; 86,5%). In Bezug auf Schwangerschaftswoche bei Geburt sowie Geburtsgewicht bestand kein signifikanter Unterschied.

Von insgesamt 10 Säuglingen, die einer dringlich oder notfallmäßig durchgeführten Bildgebungen unterzogen wurden, mussten 7 auf einer Intensivstation nachbetreut werden. Auch die 3 außerhalb der Regelarbeitszeit betreuten Säuglinge wurden von einer Intensivstation übernommen und, nach durchgeführter Bildgebung, wieder zurückverbracht.

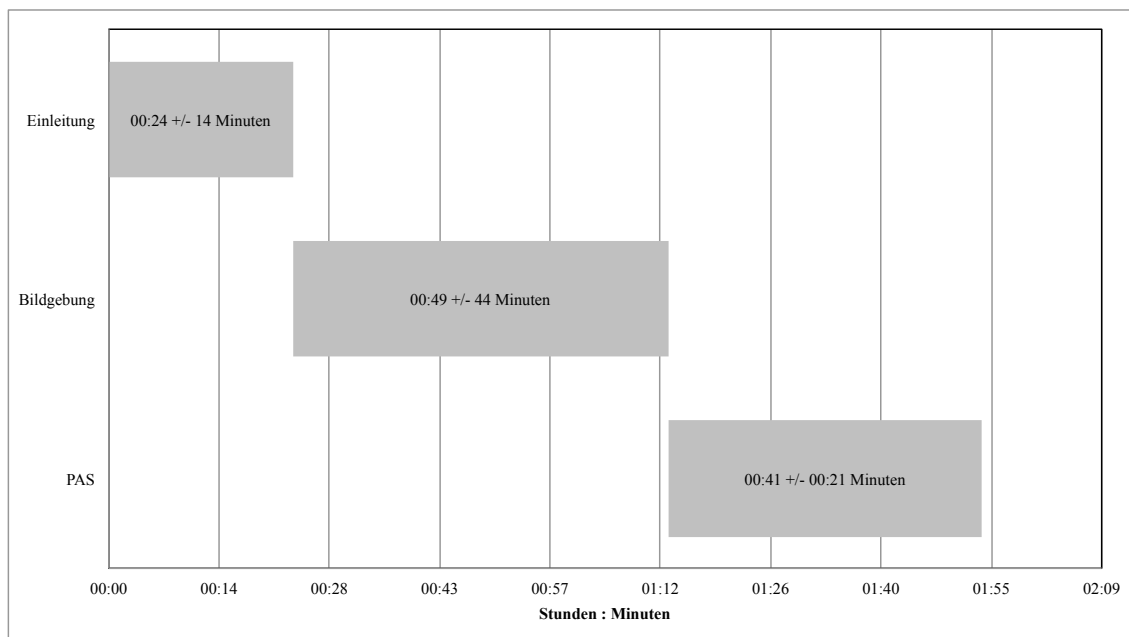


**Abbildung 27: Weiterbetreuende Stationen untersuchter Säuglinge; Absolutwerte**

#### 4.7.9 Zeiten

Die durchschnittliche Dauer einer anästhesiologisch betreuten Bildgebung bei Säuglingen betrug in vorliegender Untersuchung  $01:38 \pm 00:54$  Stunden. Dies umfasst die Zeit von erstem Kontakt des Anästhesisten/der Anästhesistin mit dem Säugling, bis zur Übergabe des Säuglings auf der Intensiv- oder pädiatrischen Normal-Station.

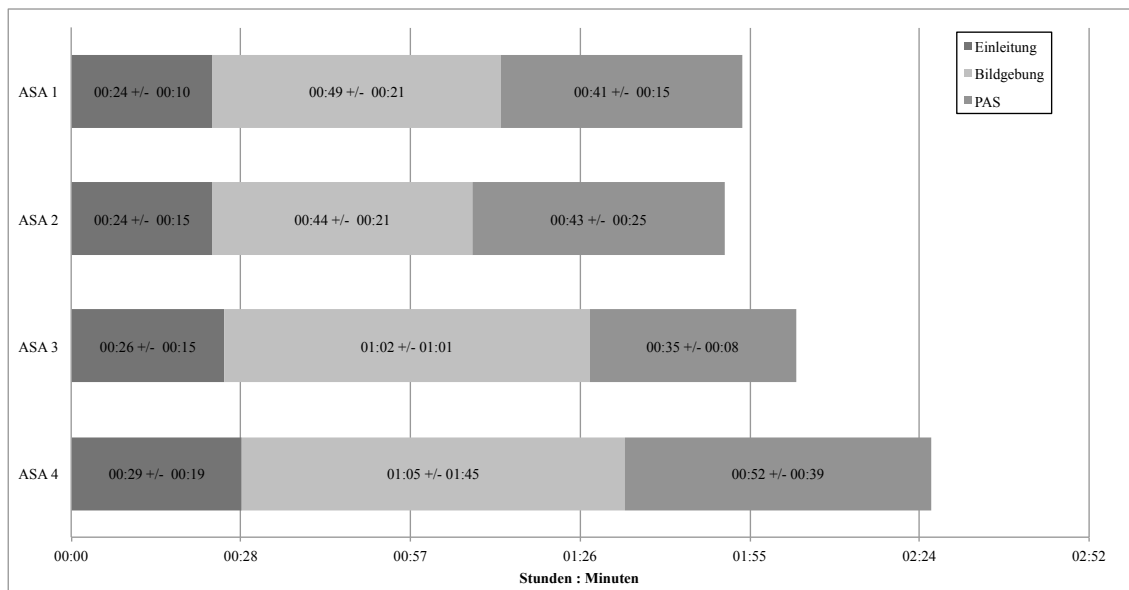
Abbildung 28 zeigt die durchschnittlichen Zeiten der 3 Funktionsabschnitte „**Einleitung**“ (Begrüßung Säugling mit Eltern, Abfrage Patientenidentität, Vorbereitung und Monitoring, Einleitung von Sedierung/Narkose, endet mit Freigabe durch den Anästhesisten/die Anästhesistin), „**Bildgebung**“ (kontinuierliche Überwachung während der jeweiligen Bildgebung, Endet mit dem letzten angefertigten Bild beziehungsweise der Freigabe durch den Radiologen/die Radiologin) und „**PAS**“ (Überwachung im Aufwachraum, „Perioperative Anästhesie Station“, Endet mit Übergabe an die betreuende Pflegekraft auf der Pflegestation beziehungsweise dem jeweiligen Stationsarzt/-ärztin).



**Abbildung 28: Dauer der Funktionsabschnitte untersuchter Säuglinge; Mittelwert und Standardabweichung; Stunden: Minuten**

Die durchschnittliche Einleitungsdauer betrug  $00:24 \pm 00:14$  Stunden. Je nach Patienten-/Patientinnen-Charakteristiken unterschied sich die Einleitungsdauer zwischen  $00:21 \pm 00:10$  Stunden und  $00:29 \pm 00:19$  Stunden (siehe Abbildung 29). Die Einleitungsdauer verlängerte sich signifikant bei Säuglingen mit einer höheren ASA-Klassifikation ( $p = 0,019$ ). Die anderen Charakteristiken (Geschlecht, Alter, Gewicht, Größe, Schwangerschaftswoche bei Geburt und Geburtsgewicht) hatten keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf die Einleitungsdauer.

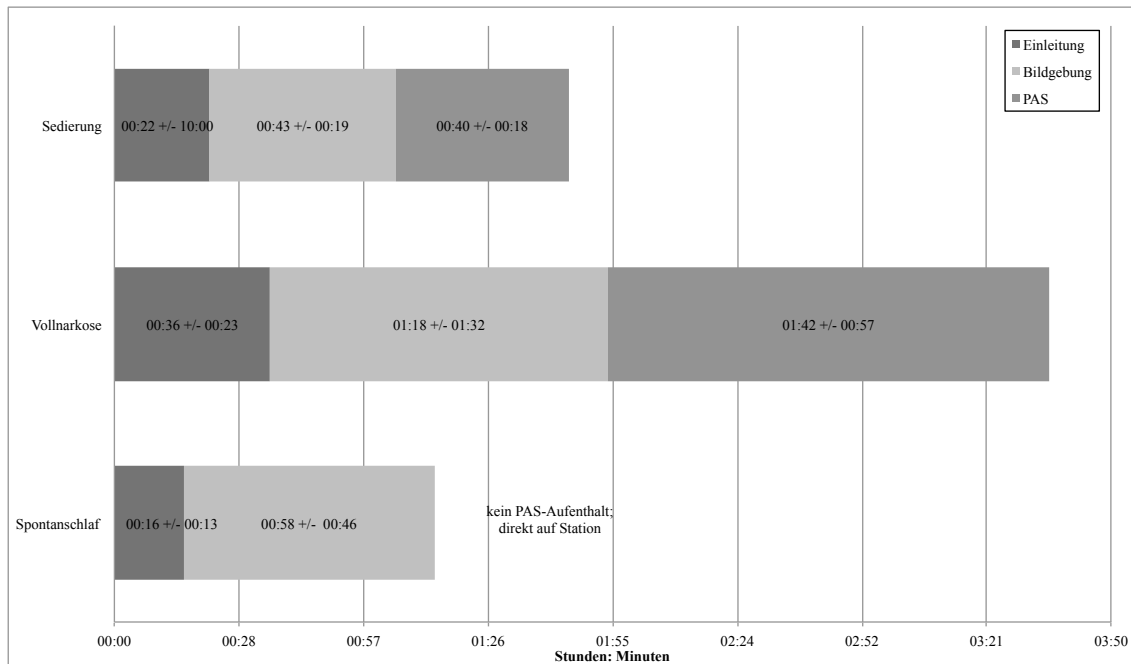
Auch die Überwachungszeit im Aufwachraum war unabhängig von den jeweiligen Charakteristiken der Säuglinge und betrug im Durchschnitt  $00:41 \pm 00:21$  Stunden (siehe Abbildung 29). Säuglinge, die ein bildgebendes Verfahren in Spontanschlaf erhielten, konnten direkt auf die jeweilige pädiatrische Normal-Station verlegt werden und mussten nicht im Aufwachraum überwacht werden (siehe Abbildung 30).



**Abbildung 29: Dauer der Funktionsabschnitte untersuchter Säuglinge je ASA-Kategorie; Mittelwert und Standardabweichung; Stunden: Minuten**

Je nach durchgeführter Narkoseform (Sedierung/ Allgemeinanästhesie /Untersuchung in Spontanschlaf) unterschied sich die Dauer der jeweiligen Funktionsabschnitte deutlich. So dauerte die Einleitung einer Sedierung signifikant kürzer als die Einleitung einer Allgemeinanästhesie (Mittelwert „Sedierung“  $00:22 \pm 00:10$  Stunden versus „Vollnarkose“  $00:36 \pm 00:23$  Stunden;  $p = 0,00000$ ).

Auch die Dauer der Bildgebung war bei sedierten Säuglingen signifikant kürzer als bei Säuglingen in Allgemeinanästhesie (Mittelwert „Sedierung“ 00:43 ± 00:19 Stunden versus „Vollnarkose“ 01:18 ± 01:32 Stunden;  $p = 0,00004$ ). Wurde eine Bildgebung ohne anästhesiologische Betreuung durchgeführt verringerte sich die Dauer der Bildgebung sogar auf 00:23 ± 00:14 Stunden ( $p = 0,015$ ).

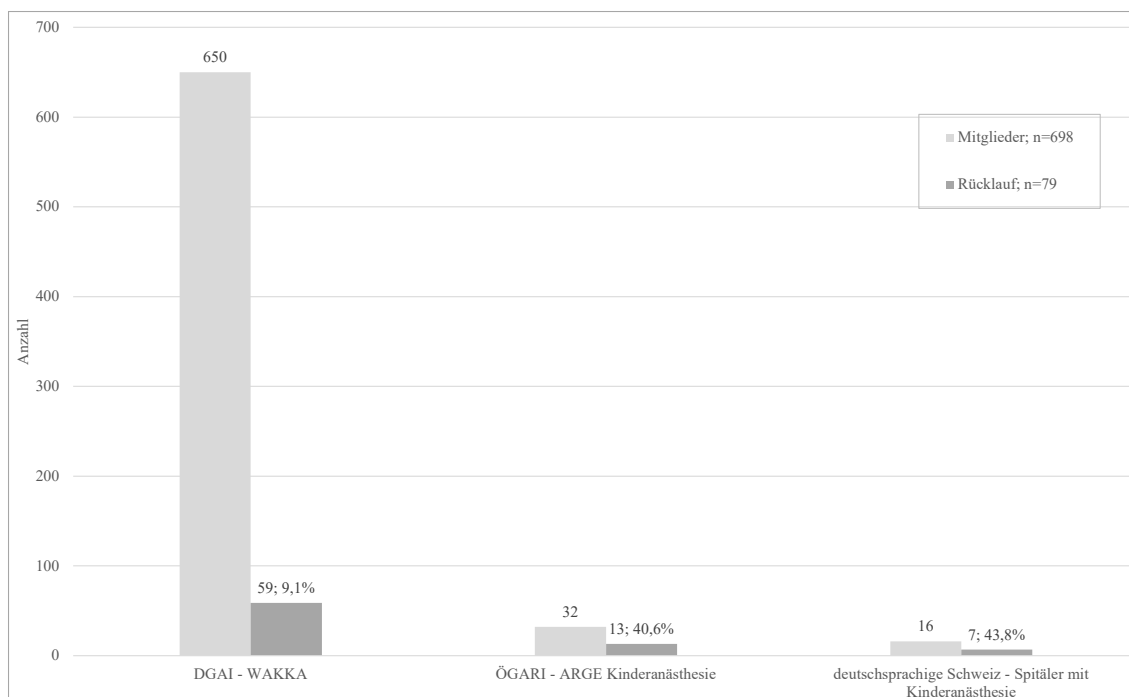


**Abbildung 30: Dauer der Funktionsabschnitte untersuchter Säuglinge je Narkoseform; Mittelwert und Standardabweichung; Stunden: Minuten**

## 5. Ergebnisse der Fragebogenstudie

### 5.1 Rücklauf

Zum Stichtag des Umfragebeginns am 01.02.2021 waren im Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutsche Gesellschaft für Anesthesiologie und Intensivmedizin 650 Mitglieder organisiert. Die Arbeitsgemeinschaft Kinderanästhesie der Österreichische Gesellschaft für Anesthesiologie, Reanimation und Intensivmedizin registrierte zu diesem Zeitpunkt 32 Mitglieder. In der deutschsprachigen Schweiz wurden, entsprechend der ausgewählten Zielgruppe der Umfrage, 16 anästhesiologische Fachabteilungen kontaktiert.



**Abbildung 31: Mitglieder der angeschriebenen Organisationen und respektiver Rücklauf; Absolutwerte und Prozent**

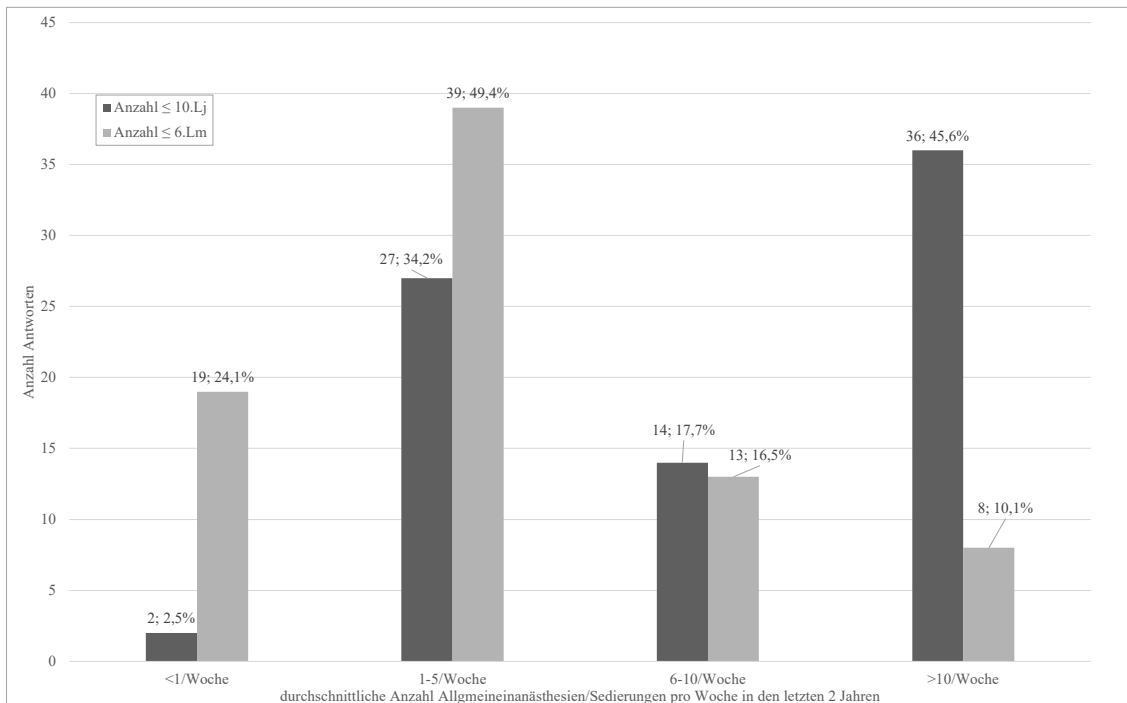
Von insgesamt 698 potenziellen Teilnehmern/-Innen der Umfrage wurde der Fragebogen im Zeitraum 01.02.2021 bis 31.07.2021 198 (198/698; 28,4%) mal aufgerufen. 84 (84/698; 12%) mal erfolgte eine Dateneingabe. Nach entsprechender Bereinigung des Datensatzes und Ausschluss unvollständig abgeschlossener Fragebögen blieben 79 abgeschlossene Datensätze zur Auswertung, entsprechend einem Rücklauf von 11,3% (79/698).



Sichtbar in Abbildung 31 der entsprechende Rücklauf der jeweiligen Organisationen. In absoluten Zahlen wurde der Fragebogen von Mitgliedern des Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin am häufigsten aufgerufen und bearbeitet (59/650; 9,1%). Auf die Anzahl der jeweiligen Mitglieder bezogen, war der höchste Rücklauf bei den direkt angeschriebenen, anästhesiologischen Fachabteilungen der deutschsprachigen Schweiz zu verzeichnen (7/16; 43,8%).

## 5.2 Allgemeine Informationen

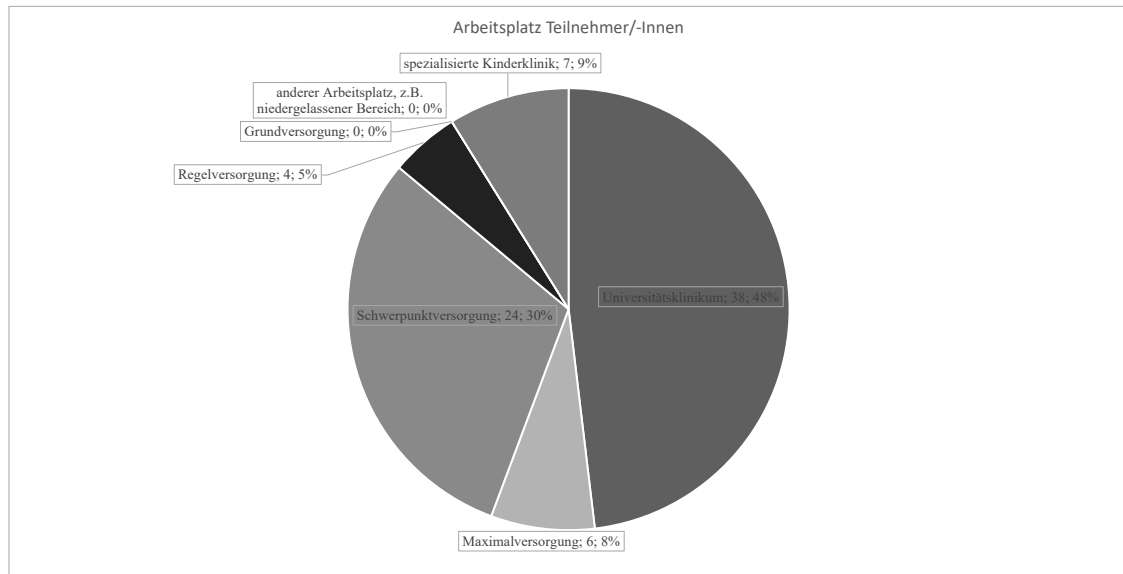
Im ersten Teil der Umfrage wollten wir genauere Informationen über fachliche Qualifikationen und Arbeitsplätze der Teilnehmer/-Innen erheben. Dazu wollten wir beispielsweise wissen, wie lange sie bereits im Fachbereich tätig sind. Die Teilnehmer/-Innen gaben diesbezüglich an, im Mittel  $21 \pm 7$  Jahre anästhesiologisch tätig zu sein. Die meisten (36/79; 45,6%) Teilnehmer/-Innen führten in den letzten 2 Jahren dabei zumeist 10 oder mehr Allgemeinanästhesien und/oder Sedierungen bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr durch. Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat wurden zumeist (39/79; 49,4%) 1-5mal pro Woche betreut (siehe Abbildung 32).



**Abbildung 32: Frage 2/3: „Wie viele Allgemeinanästhesien/Sedierungen haben Sie in den letzten 2 Jahren pro Woche durchschnittlich bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr/6. Lebensmonat durchgeführt“; Absolutwerte und Prozent**

Wir fragten zudem nach dem Beschäftigungsort der Teilnehmer/-Innen beziehungsweise der entsprechenden Versorgungsstufe der Klinik, an der die Teilnehmer/-Innen überwiegend tätig waren. Die Mehrheit der Teilnehmer/-Innen gab an, an Universitätskliniken tätig zu sein (38/79; 48%; siehe Abbildung 33).

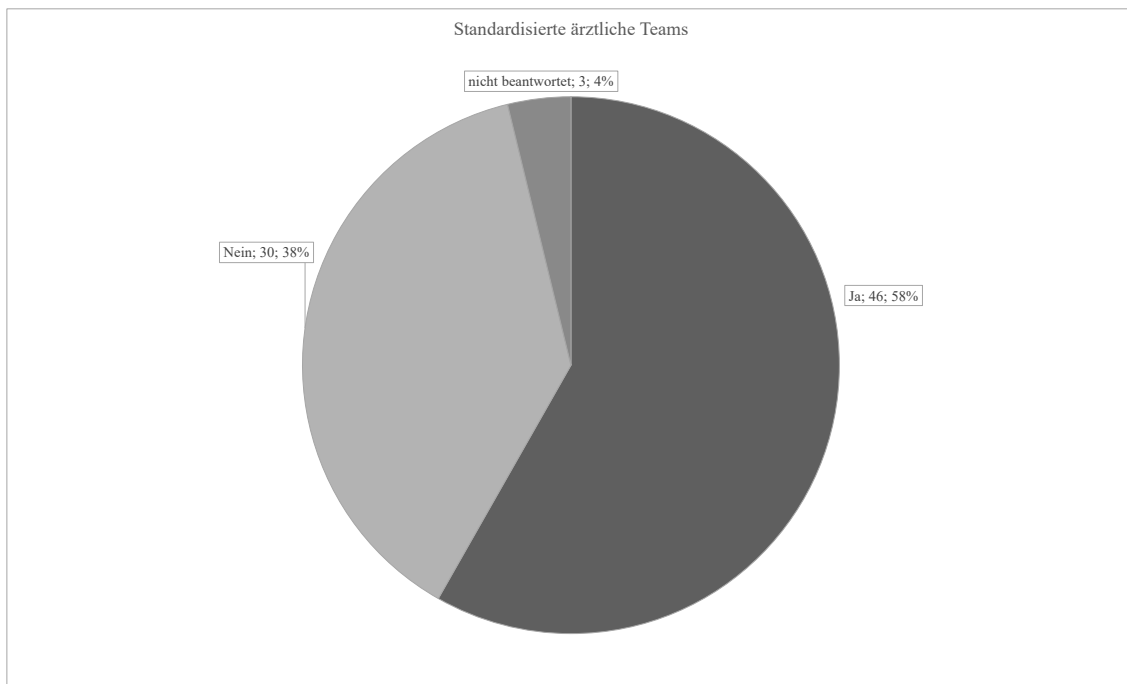
Dabei unterschieden sich die jeweiligen Länder - die relativ gesehen meisten, an Universitätskliniken beschäftigte Teilnehmer/-Innen wurden in Österreich verzeichnet (7/13; 53,8%), die wenigsten in der deutschsprachigen Schweiz (1/7; 14,3%)



**Abbildung 33: Frage 5: „Welche Versorgungsstufe hat die Klinik, an der Sie überwiegend tätig sind“; Absolutwerte und Prozent**

### 5.3 Personal

Um eine Vorstellung über die beruflichen Qualifikationen der, in der Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren, eingesetzten Ärzte/Ärztinnen zu bekommen, fragten wir im zweiten Teil der Umfrage, welche Fachdisziplinen die Säuglinge zumeist betreuen. Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich. Bei insgesamt 101 Antworten von 79 Teilnehmern/-Innen zeigte sich, dass zumeist (70/101; 69,3%) Anästhesisten/-Innen die Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren übernahmen. Dabei wurden die Säuglinge zumeist allein (45/70; 64,3%), im Wechsel mit pädiatrischen Abteilungen (20/70; 28,6%) oder in seltenen Fällen radiologischen (1/70; 1,4%) oder notfallmedizinischen (2/70; 2,9%) Abteilungen betreut.



**Abbildung 34: Frage 7: "Gibt es an Ihrer Klinik ein standardisiertes, ärztliches Team, welches routinemäßig Allgemeinanästhesien/Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchführt?"; Absolutwerte und Prozent**

Darüber hinaus gaben die Teilnehmer/-Innen an, dass meistens (46/79; 58%) fest zusammengesetzte, standardisierte Teams von Ärzten/Ärztinnen die Säuglinge betreuen (Abbildung 34). Diese Teams bestanden durchschnittlich aus  $9 \pm 5$  Ärzten/Ärztinnen die zumeist Facharztqualifikation besaßen (55/79; 69,6%).

Wir fragen weiterhin, welchen Ausbildungsstand der betreuende Arzt/Ärztin *mindestens* haben musste, um *eigenständig* Allgemeinanästhesien oder Sedierungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchzuführen. Die Teilnehmer/-Innen gaben diesbezüglich an, dass zumeist Fach- oder Oberärzte/-Innen eingesetzt wurden (71/79; 89,9%). Assistenzärzte/-Innen wurden nur in 5 Kliniken (5/79; 6,3%) zur Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren eingesetzt.

Wir fragen die Teilnehmer/-Innen der Umfrage zudem, ob an den jeweiligen Kliniken die Betreuung der Säuglinge von einem Arzt/Ärztin *allein* oder von mehreren Ärzten/Ärztinnen gemeinsam durchgeführt wurde. Die Hälfte der Teilnehmer/-Innen (40/79; 50,6%) gaben an, dass die Säuglinge von *einem* Arzt/Ärztin betreut wurden. Knapp ein Drittel (23/79; 29,1%) der Teilnehmer/-Innen gab an, dass ein weiterer Arzt/Ärztin, beispielsweise ein Oberarzt/-Ärztin zumindest im Hintergrund verfügbar war, in einigen Kliniken (13/79; 16,5%) wurden die Säuglinge immer *von mehr als einem* Arzt/Ärztin betreut.

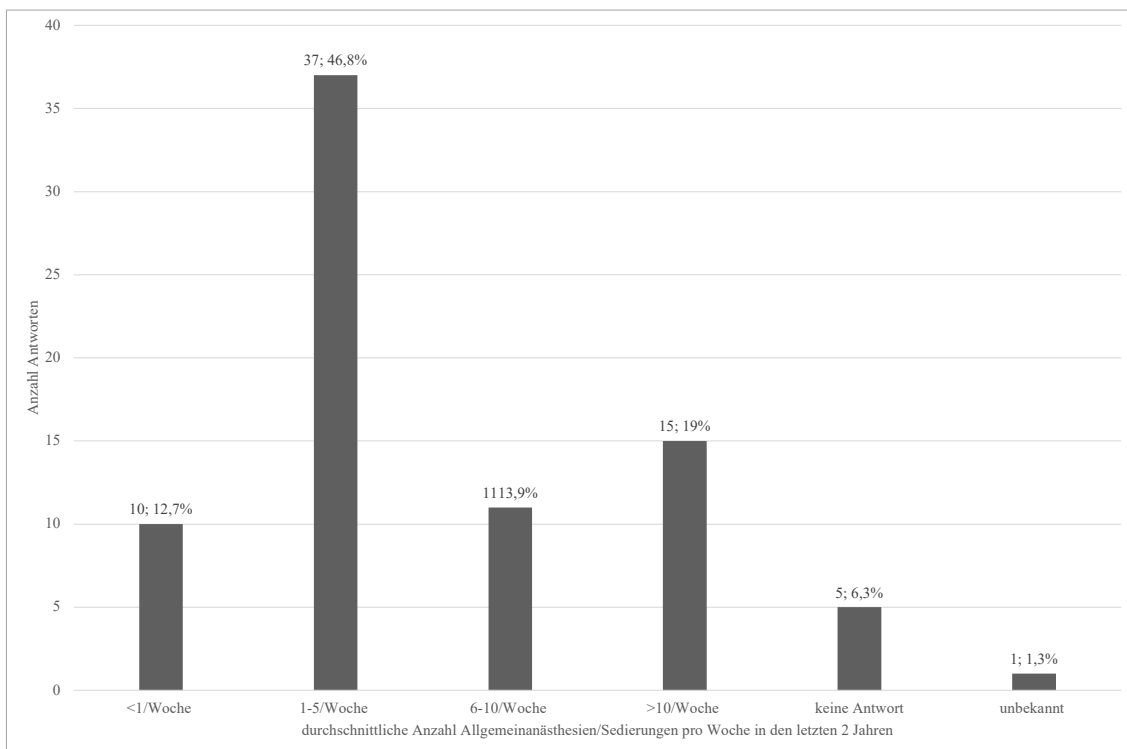
Fast alle (74/79; 93,7%) Teilnehmer/-Innen gaben an, dass Pflegekräfte obligatorisch bei der Durchführung von Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat anwesend sein mussten, nur sehr selten wurden die Bildgebungen auch durchgeführt, wenn Pflegekräfte nicht verfügbar waren.

.

## 5.4 Zahlen

Im dritten Teil der Umfrage ging es darum, abzuschätzen wie oft an den Arbeitsplätzen der Teilnehmer/-Innen bildgebende Verfahren im Säuglingsalter durchgeführt werden, welche dies sind und mit welcher Form der anästhesiologischen Betreuung (Sedierung/Allgemeinanästhesie/anderes Verfahren) diese ermöglicht werden. Zudem wollten wir mögliche Komplikationen erfragen.

Abbildung 35 zeigt, dass an den meisten (37/79; 46,8%) Kliniken der Teilnehmer/-Innen durchschnittlich 1-5mal pro Woche Säuglinge für bildgebende Verfahren anästhesiologisch betreut wurden. Knapp ein Fünftel (15/79; 19%) der Teilnehmer/-Innen gab an, mehr als 10 Säuglinge pro Woche zu betreuen, entsprechend einem „high-volume“ Zentrum. Allerdings gaben auch mehr als 10% (10/79; 12,7%) der Teilnehmer/-Innen an die letzten 2 Jahre durchschnittlich <1 Säugling pro Woche für ein bildgebendes Verfahren betreut zu haben.



**Abbildung 35: Frage 13: "Wie oft wurden an Ihrer Klinik in den letzten 2 Jahren Allgemeinanästhesien/Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt?"; Absolutwerte und Prozent**

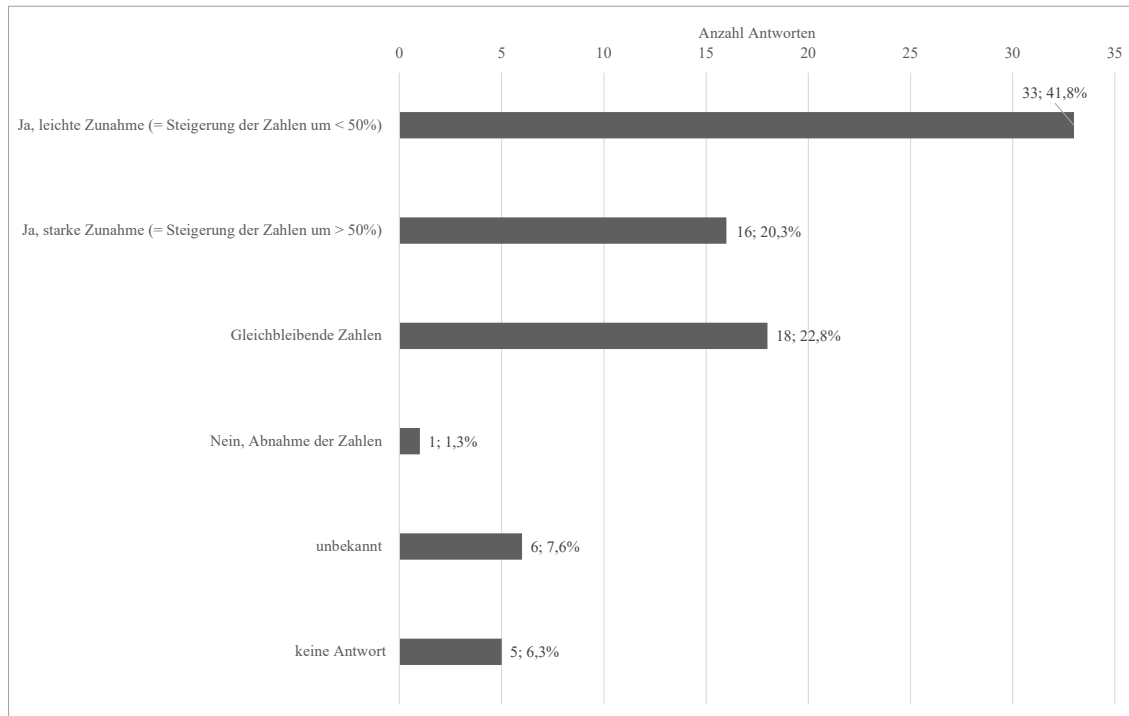
Fast alle (71/79;89,9%) Teilnehmer/-Innen gaben an, dass Magnetresonanztomographien an ihrer jeweiligen Institution durchgeführt wurden.

Als zweithäufigstes Verfahren wurden Computertomographien durchgeführt - über zwei Drittel der Teilnehmer/-Innen gaben an, dass dieses bildgebende Verfahren an ihrer jeweiligen Institution durchgeführt wurde. Immerhin an knapp der Hälfte (39/79; 49,4%) der Kliniken der Teilnehmer/-Innen wurden auch szintigraphische Untersuchungen bei Säuglingen absolviert. Weitere Untersuchungen sind in Tabelle 12 aufgezeigt.

<b>Bildgebendes Verfahren:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>%:</b>
MRT	71	89,9
CT	57	72,2
PET	26	32,9
Szintigraphie	39	49,4
sonstige Untersuchungen	12	15,2
<i>Röntgen</i> 2		
<i>US/TTE/TEE</i> 2		
<i>Augenuntersuchung in Narkose</i> 1		
<i>Herzkatheter</i> 3		
<i>Endoskopien</i> 3		
<i>Strahlentherapie</i> 1		
keine Antwort	5	6,3

**Tabelle 12: Frage 14: "Welche bildgebenden Verfahren werden an Ihrer Klinik bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat in Allgemeinanästhesie/Sedierung durchgeführt?"; Absolutwerte und Prozent**

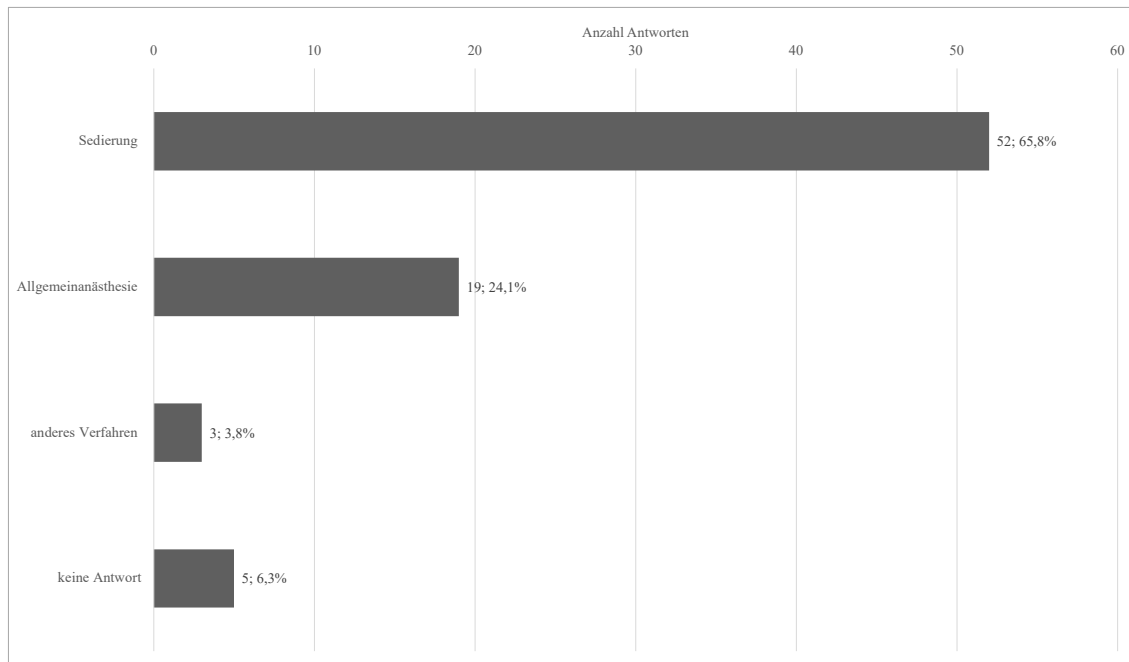
Zumeist berichteten die meisten Teilnehmer/-Innen über eine leichte (33/79; 41,8%) oder starke (16/79; 20,3%) Zunahme der Untersuchungshäufigkeit in den letzten 2 Jahren an ihrer jeweiligen Institution (siehe Abbildung 36).



**Abbildung 36: Frage 15: "Haben Sie in den letzten 2 Jahren eine Zunahme an bildgebenden Verfahren mit der Notwendigkeit einer Allgemeinanästhesie/Sedierung erlebt?"; Absolutwerte und Prozent**



Wie einleitend beschrieben, sind magnetresonanztomographische Bildgebungen im Säuglingsalter die bildgebenden Verfahren der Wahl. Wir fragten daher, welches (anästhesiologische) Verfahren in den letzten 2 Jahren *bevorzugt* zur Durchführung von MRT-Untersuchungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat eingesetzt wurde.



**Abbildung 37: Frage 17: "Welches Verfahren wurde an Ihrer Klinik in den letzten 2 Jahren bevorzugt zur Durchführung von MRT-Untersuchungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat eingesetzt?"; Absolutwerte und Prozent**

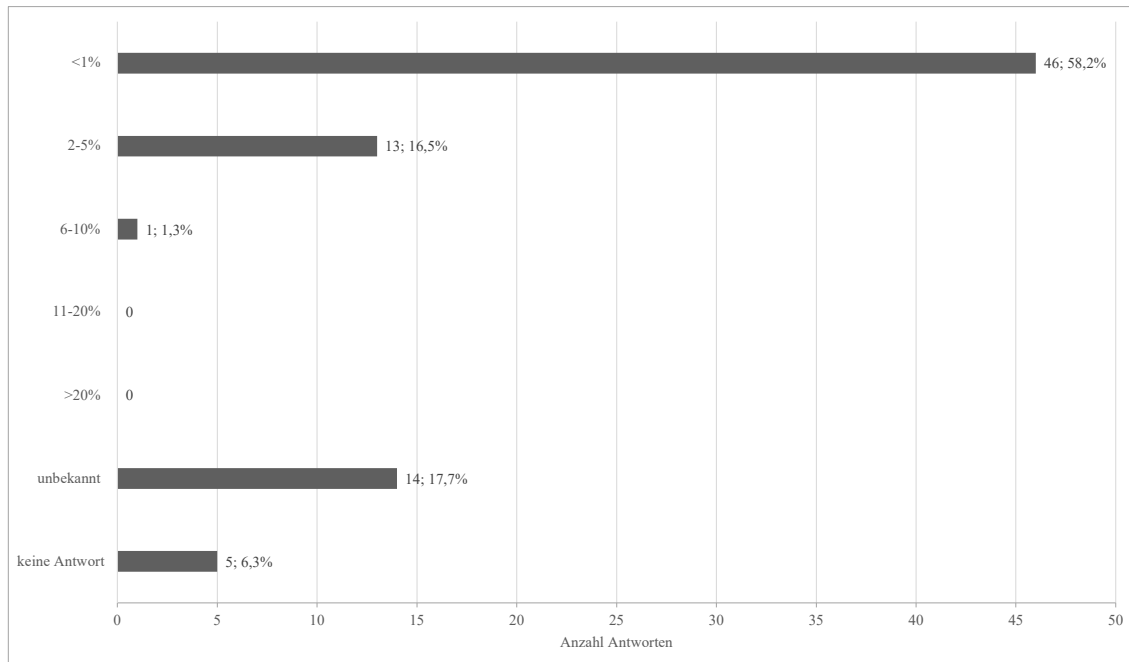
Magnetresonanztomographien wurden von den Teilnehmern/-Innen dieser Umfrage zumeist (52/79; 65,8%) in Sedierung durchgeführt. Ein Viertel der Teilnehmer/-Innen gaben an, dass für diese Bildgebungen bevorzugt eine Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde. Nur 3 Teilnehmer/-Innen bevorzugten „andere Verfahren“ (alle 3 Teilnehmer/-Innen nannten dabei die „feed-and-sleep“ Methode).

Um dies genauer zu differenzieren, fragten wir zudem nach der Einschätzung der Teilnehmer/-Innen in Bezug auf den Prozentsatz der bildgebenden Verfahren an der jeweiligen Klinik, die in Sedierung und in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurden.

Dabei gaben die Teilnehmer/-Innen an, dass 63% der bildgebenden Verfahren in Sedierung und entsprechend 37% in Allgemeinanästhesie absolviert wurden. Falls eine Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde, nutzten die Teilnehmer/-Innen bevorzugt eine Larynxmaske (41/79; 51,9%) zur Atemwegssicherung. Eine endotracheale Intubation wurde dementsprechend seltener durchgeführt (33/79; 41,8%).

Als weitere Information wollten wir von den Teilnehmern/-Innen wissen, wie häufig Untersuchungen, die in *Sedierung* durchgeführt wurden, aufgrund von Komplikationen abgebrochen werden mussten (Abbildung 38).

Die meisten Teilnehmer/-Innen gaben in diesem Zusammenhang an, Untersuchungen nur sehr selten abbrechen zu müssen. Nach Einschätzung der meisten (46/79; 58,2%) Teilnehmer/-Innen geschah dies in weniger als 1% der Fälle.



**Abbildung 38: Frage 20: "Wie viele Untersuchungen in Sedierung mussten in den letzten 2 Jahren wegen Komplikationen abgebrochen werden?"; Absolutwerte und Prozent**

Ein Großteil (68/79; 86,1%) der Teilnehmer/-Innen konnte sich auch an stattgehabte Komplikationen in den letzten zwei Jahren erinnern. Lediglich 11 (11/79; 13,9%) Teilnehmer/-Innen waren keine Komplikationen erinnerlich.

Tabelle 13 zeigt dabei die abgefragten Komplikationen auf. Die häufigste Komplikation war demnach ein Abfall der peripher gemessenen Sauerstoffsättigung auf <90%. Über 2 Drittel (57/79; 72,2%) der Teilnehmer/-Innen konnten sich an diese Komplikation erinnern. Auch ein Broncho-/Laryngospasmus wurde von knapp einem Drittel (22/79; 27,8%) der Teilnehmer/-Innen als stattgefundene Komplikation genannt.

Seltene Komplikationen umfassten unter anderem allergische Reaktionen (5/79; 6,3%), Aspirationen (4/79; 5,1%) oder schwer anzulegende Gefäßzugänge (2/79; 2,5%).

<b>Komplikationen:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>%:</b>
Sättigungsabfall < 90% SpO2	57	72,2
Broncho-/Laryngospasmus	22	27,8
Bradykardie	14	17,7
Hypotension	10	12,7
Allergische Reaktion	5	6,3
Aspiration	4	5,1
unerwartet schwieriger Atemweg	8	10,1
sonstige Komplikationen	4	5,1
<i>Schwieriger Gefäßzugang 2</i>		
<i>Bewegungen während der Untersuchung 1</i>		
<i>Atemdepression 1</i>		
keine Komplikationen erinnerlich	11	13,9
keine Antwort	5	6,3

**Tabelle 13: Frage 18: "Erinnern Sie sich an Komplikationen bei Allgemeinanästhesien/Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat in den letzten 2 Jahren, wenn ja, welche?";  
Absolutwerte und Prozent**

## 5.5 Medikamente

Der vierte Teil der Umfrage beschäftigte sich mit den zur Sedierung und/oder Allgemeinanästhesie eingesetzten Medikamenten. Tabelle 14 zeigt, dass Propofol von den Teilnehmern/-Innen dieser Umfrage weitaus am häufigsten (67/79; 84,8%) eingesetzt wurde.

Als zweithäufigstes (29/79; 36,7%) Medikament wurde, auch bei bildgebenden Verfahren, Sevoflurane verwendet. Auch Midazolam (27/79; 34,2%) und S-Ketamin (24/79; 30,4%) wurden jeweils bei ungefähr einem Drittel der Säuglinge genutzt. Seltener wurden Remifentanil (14/79; 17,7%) oder andere Medikamente eingesetzt.

<b>Medikamente:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>%:</b>
Propofol	67	84,8
Remifentanil	14	17,7
Nalbuphin	12	15,2
Midazolam	27	34,2
Dexmedetomidin	10	12,7
S-Ketamin	24	30,4
Sevofluran	29	36,7
andere	5	6,3
<i>Thiopental</i> 1		
<i>Fentanyl</i> 1		
<i>Etomidate</i> 2		
<i>Alfentanil</i> 1		
Keine Antwort	6	7,6

**Tabelle 14: Frage 26: "Welche Medikamente werden an Ihrer Klinik routinemäßig zur Durchführung von Allgemeinanästhesien/Sedierungen für bildgebende Verfahren im Säuglingsalter eingesetzt?"; Absolutwerte und Prozent**

In diesem Zusammenhang fragten wir die Teilnehmer/-Innen, ob bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat vor einem bildgebenden Verfahren eine sedierende Prämedikation verabreicht wird. Dies war selten (63/79; 79,7%) der Fall.

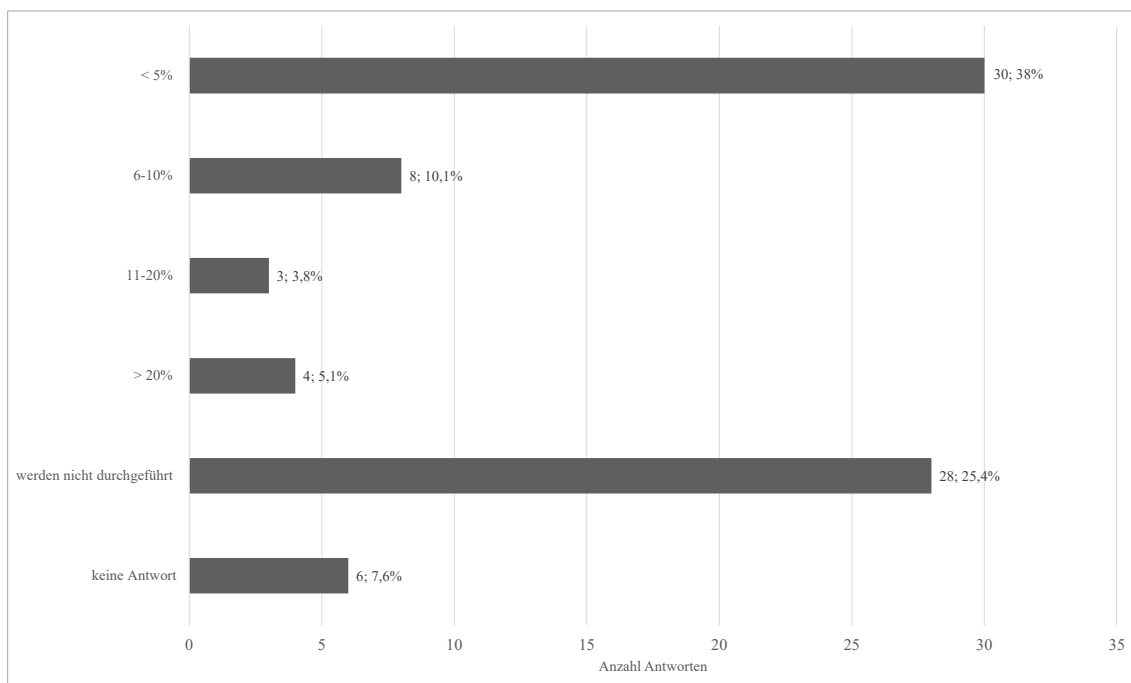
Auch Atropin wurde zumeist (69/79; 87,3%) nicht routinemäßig zur Narkoseeinleitung verabreicht.

Mehr als die Hälfte der Säuglinge (54/79; 68,4%) erhielt routinemäßig Sauerstoff während der Durchführung der bildgebenden Verfahren.

Als primäre Infusionslösung wurde von den Teilnehmern/-Innen dieser Umfrage zumeist (62/79; 78,5%) eine Vollelektrolytlösung mit Glukoseanteil verwendet. Andere Infusionslösungen wie Vollelektrolytlösungen ohne Glukoseanteil (10/79; 12,7%) oder isotonische Kochsalzlösungen (1/79; 1,3%) wurden nur selten verwendet.

## 5.6 Alternativen

Im fünften Teil der Umfrage wollten wir einen Überblick über eventuell eingesetzte, alternative Sedierungskonzepte ohne den Einsatz von Medikamenten wie „feed-and-sleep“ oder „feed-and-wrap“ erfragen. Zumeist (68/79; 86,1%) waren den Teilnehmern/-Innen der Umfrage alternative Sedierungskonzepte bekannt. Diese wurden auch von mehr als der Hälfte (44/79; 55,7%) der Teilnehmer/-Innen eingesetzt. Die meisten (30/79; 38%) Teilnehmer/-Innen setzten diese alternativen Sedierungskonzepte jedoch nur selten (<5%) ein. Nur wenige Teilnehmer/-Innen gaben an diese regelmäßig durchzuführen (3/79; 3,8% mit 11-20% und 4/79; 5,1% mit >20%).



**Abbildung 39: Frage 29: "Falls Sie alternative Sedierungskonzepte durchführen, wie häufig war dies in den letzten 2 Jahren?"; Absolutwerte und Prozent**

Zumeist (31/79; 39,2%) basierten diese Konzepte auf Empfehlungen von Kollegen/-Innen oder auf Fachartikeln aus der Literatur (25/79; 31,6%). In wenigen (4/79; 5,1%) Fällen wurden alternative Sedierungskonzepte in der jeweiligen Fachabteilung selbst entwickelt. Tabelle 15 zeigt dabei verschiedene, von den Teilnehmern/-Innen genannte, alternative Sedierungskonzepte.

---

**Verfahren:**

Feed and Wrap

Maskennarkosen mit Airway (nicht Larynxmasken) mit Sevofluran in Spontatmung

Feed and Wrap bei Frühgeborenen oder Neugeborenen

Chloralhydrat bei Neugeborenen

Sedierung mit Chloralhydrat

Vakuummatratze ohne Sedierung nach Fütterung

Kombination mit Dexmedetomidin

Pucken bei Früh-und Neugeborenen

Hypnotherapie, Lachgassedierung, Dexmedetomidine, Ablenkung (VR-Brillen, tablet etc.)

**Tabelle 15: Frage 28: "Falls Sie alternative Sedierungskonzepte kennen/einsetzen, welche sind dies?"**

## 5.7 Abläufe

Mit dem sechsten Teil der Umfrage wollten wir einen Überblick über entsprechende organisatorische und zeitliche Abläufe im Zusammenhang mit der anästhesiologischen Betreuung von Säuglingen bei bildgebenden Verfahren gewinnen. Wir fragten daher die Teilnehmer/-Innen der Umfrage danach, ob es an den jeweiligen Kliniken fixe Tage beziehungsweise Termine für bildgebende Verfahren bei Säuglingen gab. Die meisten Teilnehmer/-Innen bejahten dies (64/79; 81%).

Die Hälfte (40/79; 50,6%) der Teilnehmer/-Innen berichtete von existierenden Handlungsanweisung/Standard Operating Procedures zur Durchführung von Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen, während dies bei knapp einem Drittel (29/79; 36,7%) nicht der Fall war.

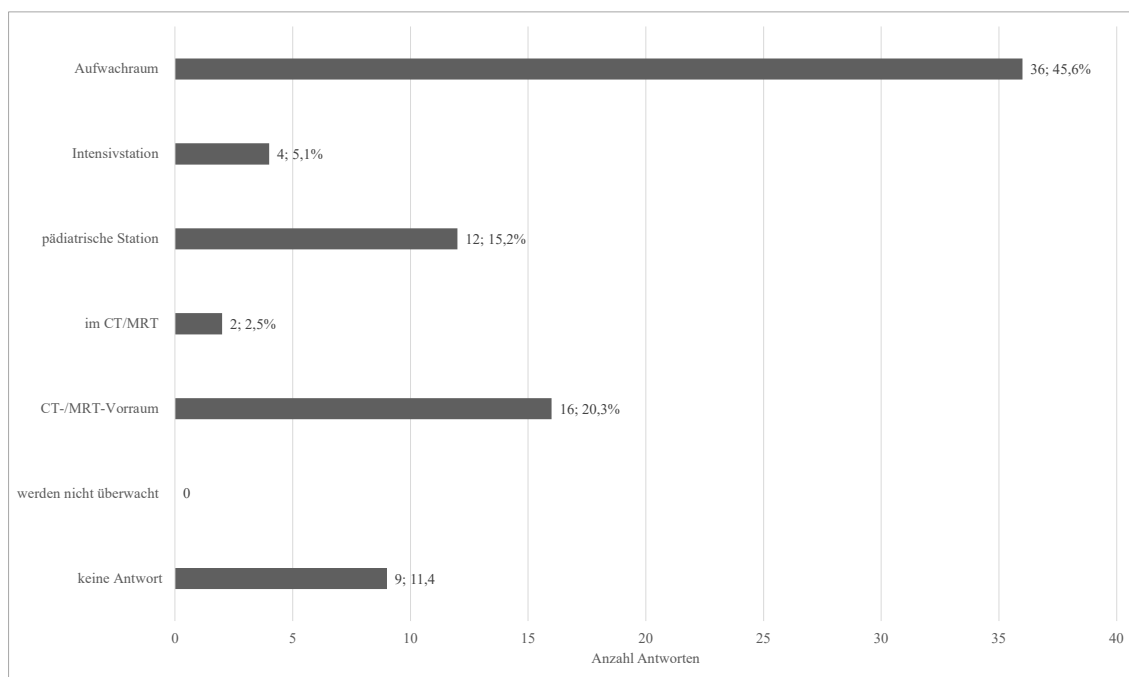
Wir fragen weiter, wie viele Tage vor einem bildgebenden Verfahren die Säuglinge, falls eine Sedierung und/oder Narkose notwendig ist, durchschnittlich an den jeweiligen Abteilungen vorgestellt werden. Dies wurde zumeist (36/79; 45,6%) mit „am Tag vorher“ beantwortet. In einigen (28/79; 35,4%) Kliniken erfolgt die Präanästhesievisite auch in der Woche vor dem bildgebenden Verfahren. Nur wenige (4/79; 5,1%) Teilnehmer/-Innen gaben an, dass die entsprechende Visite mehr als eine Woche vor dem bildgebenden Verfahren erfolgt. In 2 Fällen (2,5%) wurde die Säuglinge auch erst am Tag der Bildgebung visitiert. In diesem Zusammenhang relevant - wurden zumeist (67/79; 84,8%) an den Kliniken der Teilnehmer/-Innen auch notfallmäßige Bildgebungen durchgeführt. Nur bei 3 (3,8%) Kliniken wurden ausschließlich elektive Bildgebungen durchgeführt.

Eine weitere, für den Ablauf der gesamten Untersuchung und des anästhesiologischen Managements relevante Frage war, ob Säuglinge in der jeweiligen Klinik stationär (über Nacht) aufgenommen, oder ob die Untersuchungen ambulant (ohne stationäre Aufnahme) durchgeführt werden. Zumeist (33/79; 41,8%) erfolgte eine stationäre Betreuung der Säuglinge in den jeweiligen Kliniken. Andere Kliniken praktizierten das Vorgehen einer stationären Aufnahme nur bei Säuglingen, bei denen eine Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde (12/79; 15,2%) oder falls im Rahmen der Bildgebung beziehungsweise der entsprechenden Sedierung und/oder Narkose eine Komplikation auftrat (11/79; 13,9%).



Kollegen/-Innen einiger Kliniken gaben auch an, dass bildgebende Verfahren bei Säuglingen ambulant durchgeführt wurden (14/79; 17,7%).

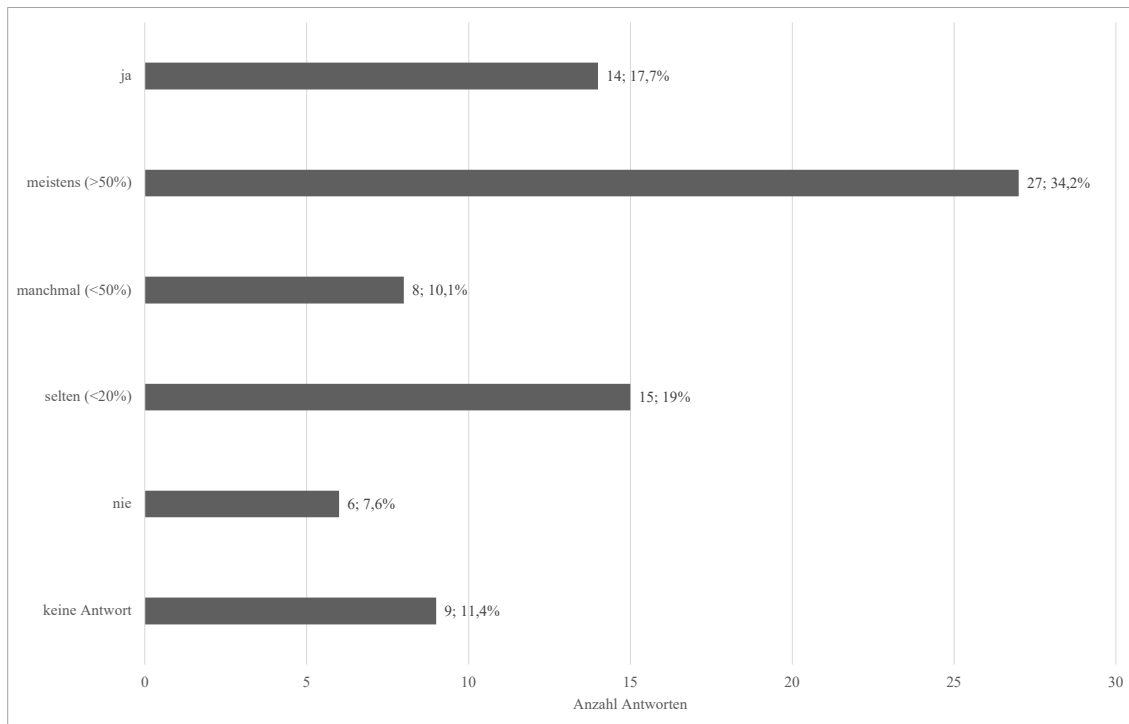
Nach Abschluss der jeweiligen Bildgebung wurden die meisten (36/79; 45,6%) Säuglinge im Aufwachraum der durchführenden Klinik weiterbetreut. Alternativ dazu wurden einige (16/79; 20,3%) Säuglinge auch direkt im CT-/MRT-Vorraum überwacht. Die Teilnehmer/-Innen gaben an, dass alle Säuglinge nach den Verfahren überwacht wurden. Niemals wurden die Säuglinge ohne Überwachung verlegt.



**Abbildung 40: Frage 40: „Wo werden die Säuglinge nach Abschluss der Untersuchung überwacht?“; Absolutwerte und Prozent**

Nachdem die Etablierung eines venösen Gefäßzugangs im Säuglingsalter häufig eine manuelle und zeitliche Herausforderung darstellt, wollten wir von den Teilnehmern/-Innen wissen, ob Säuglinge zu elektiven bildgebenden Verfahren mit bereits etabliertem, venösem Zugang gebracht werden. Abbildung 41 zeigt, dass dies zumeist (ja 14/79; 17,7% und meistens 27/79; 34,2%) der Fall war. Immerhin ein Viertel (21/79; 26,6%) der Säuglinge hatte jedoch nur selten oder nie einen venösen Zugang.

Falls ein intravenöser Zugang bereits etabliert war, wurde dieser zumeist (58/79; 73,4%) von Kollegen/-Innen aus dem Fachbereich der Pädiatrie angelegt.



**Abbildung 41: Frage 35: "Kommen die Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat zu elektiven Bildgebungen mit bereits etabliertem, venösen Zugang?"; Absolutwerte und Prozent**

Als weiteren, entscheidenden Faktor zur Patientenversorgung wollten wir von den Teilnehmern/-Innen der Umfrage wissen, ob die etablierten Vorgaben zur präoperativen Nüchternheit auch bei der Durchführung von bildgebenden Verfahren bei Säuglingen eingehalten wurden. Fast die Hälfte (38/79; 48,1%) der Teilnehmer/-Innen beantwortete diese Frage klar mit „ja“. Ein weiteres Drittel (31/79; 39,2%) der Teilnehmer/-Innen gab an, dass die Nüchternheit zumeist (häufiger als 50%) eingehalten wurde. Kein Teilnehmer/-In gab an, dass die Nüchternheit selten oder nie eingehalten wurde.

Ein „Nicht-einhalten“ der Nüchternheit führte auch bei fast der Hälfte (38/79; 48,1%) der Teilnehmer/-Innen zu einem Verschieben des jeweiligen, bildgebenden Verfahrens.

Bei einigen, wenigen (7/79; 8,9%) Teilnehmer/-Innen wurden die Bildgebungen trotzdem durchgeführt.

Eine, vor allem für die betreuenden Eltern relevante Frage unserer Umfrage war, ob die Eltern bei dem bildgebenden Verfahren anwesend waren. Die meisten (64/79; 81%) Teilnehmer/-Innen ermöglichten es den Eltern zumindest bei der Einleitung der Sedierung/Narkose anwesend zu sein. Nur selten (6/79; 7,6%) war dies nicht möglich.

Abschließend baten wir die Teilnehmer/-Innen um eine qualitative Bewertung der Abläufe bei der Durchführung von Allgemeinanästhesien und Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen. Auf einer Skala von 1-100, wobei 1 „stockende Abläufe“ und 100 „reibungslose Abläufe“ bedeutete, bewerteten die Teilnehmer/-Innen die Abläufe mit durchschnittlich 78,1 Punkten.

Zudem wollten wir wissen, wie die Teilnehmer/-Innen die Wechselzeiten (Ende einer Untersuchung bis Beginn der nächsten Untersuchung) vor und nach den bildgebenden Verfahren in Sedierung oder Allgemeinanästhesie bewerten.

Ebenfalls auf einer Skala von 1-100, wobei 1 „lange Wechselzeiten“ und 100 „kurze Wechselzeiten“ bedeutete, bewerteten die Teilnehmer/-Innen die Abläufe mit durchschnittlich 69,4 Punkten.

## 5.8 Monitoring

Im siebten Teil der Umfrage wollten wir von den Teilnehmern/-Innen wissen, welches Monitoring diese bei der Durchführung von Sedierungen und/oder Narkosen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen einsetzen und welche Ausstattung sich routinemäßig am jeweiligen Arbeitsplatz findet.

Tabelle 16 zeigt dabei, dass alle Arbeitsplätze der Teilnehmer/-Innen dieser Umfrage über die grundlegenden Ausstattungsmerkmale und Voraussetzungen eines anästhesiologischen Arbeitsplatzes verfügten. In vielen Fällen war eine darüber hinausgehende Ausstattung vorhanden, beispielsweise Material zur Durchführung einer videolaryngoskopischen Intubation (29/79; 36,7%) oder ein Ultraschallgerät (9/79; 11,4%), etwa zur ultraschallgezielten Anlage von Venenzugängen.

<b>Equipment:</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>%:</b>
Sauerstoffanschluss	70	88,6
Absaugung	70	88,6
Beatmungsbeutel	70	88,6
Guedeltubus	70	88,6
Larynxmaske	69	87,3
Notfallwagen mit Intubationszubehör	70	88,6
Videolaryngoskop	29	36,7
Defibrillator	27	34,2
Ultraschallgerät	9	11,4
i.o. Zugang	38	48,1
Keine Antwort	9	11,4

**Tabelle 16: Frage 46: "Welche Ausstattung findet sich standardmäßig am Arbeitsplatz Ihrer Klinik an dem Allgemeinanästhesien/Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt werden?"; Absolutwerte und Prozent**

Säuglinge wurden bei bildgebenden Verfahren immer pulsoxymetrisch überwacht. Als zweithäufigstes Monitoring wurde von den Teilnehmern/-Innen die Kapnographie oder Kapnometrie aufgeführt. Aufwendig durchzuführendes, und oft nicht mit den Magnetresonanztomographen kompatibles Monitoring wie die elektrische Impedanztomographie oder eine „near infrared spectroscopy“ (NIRS) wurden selten bis nie durchgeführt.

<b>Monitoring:</b>	<b>Immer:</b>	<b>Meistens (&gt;50%):</b>	<b>Manchmal (&lt;50%):</b>	<b>Niemals:</b>
Pulsoxymetrie	70	0	0	0
EKG	45	11	14	0
Nicht-invasive Blutdruckmessung	39	14	15	2
Invasive Blutdruckmessung	1	1	27	41
Kapnometrie	49	5	6	10
Kapnographie	54	6	5	5
Elektrische Impedanztomographie	2	0	3	65
Narkosetiefemonitoring	0	2	5	63
Temperaturmonitoring	11	11	26	22
NIRS	0	0	6	64
Keine Antwort	9	9	9	9

**Tabelle 17: Frage 45: "Welches Monitoring setzen Sie zur Überwachung während des bildgebenden Verfahrens bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat ein?"; Absolutwerte**

## 5.9 Ausblick

Im letzten Teil der Umfrage wollte wir von den Teilnehmern/-Innen eine allgemeine Einschätzung der Qualität der durchgeführten Sedierungen und/oder Allgemeinanästhesien bei bildgebenden Verfahren im Säuglingsalter erhalten.

Auf einer Skala von 1 bis 100, wobei 1 „weniger gut“ und 100 „sehr gut“ bedeutete, gaben die Teilnehmer/-Innen für Ihre jeweilige Klinik eine durchschnittliche Qualität von 88,2 an.

Als Verbesserungsmöglichkeiten wurden die in Tabelle 18 genannten Vorschläge ausgeführt.

---

**Potentielle Verbesserungen:**

Ausbildung verbessern/intensivieren  
differenzierte Sedierungskonzepte/Standardisierungen/SOPs/häufigerer Einsatz von feed-and-sleep  
frühere Vorstellung der Patienten/Anmeldung der Untersuchungen  
routinemäßiger Venenzugang von Pädiatrie  
Optimierung Transferzeiten/Abläufe  
Pfleagemangel

**Tabelle 18: Frage 48: " Wo sehen Sie das größte Verbesserungspotential am aktuellen Vorgehen bezüglich Allgemeinanästhesien/Sedierungen für Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat für bildgebende Verfahren an Ihrer Klinik?"**

## 6. Diskussion

### *Diskussion der retrospektiven Analyse am Universitätsklinikum Würzburg*

In vorliegender Untersuchung wurden, retrospektiv über einen Zeitraum von 4 Jahren, 236 bildgebende Verfahren bei Säuglingen in den ersten 6 Lebensmonaten analysiert. Diese wurden entweder von der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie oder der Kinderklinik und Poliklinik am Universitätsklinikum Würzburg betreut.

Eingeschlossen wurden alle durch das Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie durchgeführten Untersuchungen, auch und insbesondere abgebrochene Untersuchungen waren Gegenstand der Analyse. Zudem wurden die manuell erstellten Narkoseprotokolle der anästhesiologisch betreuten Säuglinge gesichtet und ausgewertet.

Dieses spezielle Patientenkollektiv wurde am Universitätsklinikum Würzburg bisher noch nicht untersucht; genaue Kenntnisse um Häufigkeiten, Art der Untersuchung sowie mögliche Komplikationen sind für die behandelnden Ärztinnen/-ärzte essenziell und können zur Sicherstellung einer hohen Versorgungsqualität beitragen. Zudem sollten die erhobenen Informationen als Grundlage für die Erstellung unserer Umfrage dienen.

### *Limitationen und Stärken*

Für vorliegende Untersuchung galten die üblichen, für retrospektive Untersuchungen typischen, Limitationen. Der retrospektive Charakter der Untersuchung ließ lediglich die Formulierung von Hypothesen zu. Der Beweis eines kausalen Zusammenhangs ließ sich nicht führen. Genaue Informationen zur Durchführung von Sedierungen durch die Kinderklinik und Poliklinik waren nicht zu erheben, lediglich ob eine Bildgebung erfolgreich durchgeführt wurde, konnte evaluiert werden. Auch eingetragene Diagnosen waren retrospektiv nicht auf Vollständigkeit hin zu überprüfen. Ebenso konnten fehlende Daten, beispielsweise Gewicht oder Größe, im Nachhinein nicht mehr erhoben werden.

Eine Stärke dieser Untersuchung lag in der genauen Auswertung der Narkoseprotokolle. Dadurch konnte eine genaue Evaluation von Komplikationen, Dosierungen, Medikamenten sowie Vitalparametern erfolgen. Einschränkend war dabei die Exaktheit der erfolgten Aufzeichnungen („reporting bias“). Fehlerhafte Eintragungen in den manuell erstellten Protokollen sind retrospektiv nicht auszuschließen.

## *Patientencharakteristiken*

In vorliegender Untersuchung wurden mehr männliche als weibliche Säuglinge einem bildgebenden Verfahren unterzogen. Dies entspricht den Zahlen aus der internationalen Literatur. Diverse Autoren verzeichnen bildgebende Verfahren bei männlichen Säuglingen in ähnlicher Zahl und immer häufiger als bei weiblichen Säuglingen.<sup>12,55-58</sup> Diese Zahlen gelten im stationären und ambulanten Bereich.<sup>59</sup>

Die Altersverteilung der untersuchten Säuglinge war ausgeglichen über die untersuchten 6 Lebensmonate, mit einer geringen Häufung im 1. Lebensmonat. Dies kann auf eine suffiziente Versorgungsstruktur (verpflichtende Kindervorsorgeuntersuchungen) durch Kinderärzte/-Ärztinnen hinweisen, sodass in den U1-U3-Untersuchungen auffällige Befunde umgehend und gegebenenfalls durch bildgebende Verfahren, abgeklärt werden.

Die meisten Säuglinge in vorliegender Untersuchung wurden der ASA-Kategorie II zugeordnet. Diese Kategorie beschreibt Säuglinge mit Vorerkrankungen, die jedoch im Alltag keine Einschränkung in ihrer Leistungsfähigkeit zeigen. Dies entspricht mehrheitlich den Zahlen anderer Untersuchungen.<sup>57,60,61</sup>

In wenigen Studien wurden mehr Kinder der ASA-Kategorie I untersucht.<sup>58</sup>

Auffälliger Weise waren nur männliche Säuglinge in der ASA-Kategorie IV (lebensbedrohliche Erkrankungen) zu finden. Männliche Säuglinge wurden entsprechend häufiger in höhere Kategorien eingeordnet als weibliche Säuglinge. Eine höhere ASA-Kategorie war auch mit einem signifikant niedrigeren Körpergewicht sowie geringerer Körpergröße verbunden. Erstaunlicher Weise war eine höhere ASA-Kategorie in vorliegender Untersuchung jedoch nicht mit jüngerem Alter oder pathologisch auffällig veränderten Charakteristiken bei der Geburt verbunden. Eine mögliche Erklärung könnte eine Entwicklungsverzögerung nach Beginn der oralen Nahrungsaufnahme sein, welche erst einige Zeit nach der Geburt klinisch auffällig wird.

Nur wenige andere Studien evaluierten ebenfalls Geburtscharakteristiken. Neubauer et al. untersuchten in ihrer Studie in einem Zeitraum von 2,5 Jahren 89 Frühgeborene mit einem durchschnittlichen Geburtsgewicht von 1222 Gramm, die mit den insgesamt 10 untersuchten Frühgeborenen unter 1499 Gramm in vorliegender Untersuchung vergleichbar waren.<sup>12</sup>



Eine international zunehmende Zahl von Frühgeborenen hat in den letzten Jahren auch zu einer größeren Zahl an bildgebenden Verfahren in dieser Patientengruppe geführt, insbesondere seit ein diagnostischer Vorteil gegenüber wiederholten Ultraschalluntersuchungen gezeigt werden konnte.<sup>62,63</sup>

In vorliegender Untersuchung wurden die meisten Bildgebungen bei termingeborenen Säuglingen mit normalem Geburtsgewicht durchgeführt. Passend dazu waren die häufigsten zur Bildgebung führenden Indikationen in dieser Untersuchung auch unabhängig von den Charakteristiken bei Geburt, sondern behandelten Fragestellungen nach Fehlbildungen oder Raumforderungen von reifgeborenen Säuglingen.

#### *Jahres-/Tageszeitliche Verteilung*

Bei durchschnittlich 53 Bildgebungen pro Jahr wurden durchschnittlich 4,5 Säuglinge pro Monat untersucht. Es zeigte sich diesbezüglich eine homogene Verteilung der Untersuchungen über den untersuchten Zeitraum. Fast alle Untersuchungen wurden während der Regelarbeitszeit durchgeführt, bei lediglich 3 Notfällen wurden Säuglinge in den frühen Abendstunden einem bildgebenden Verfahren unterzogen. Diese Zahlen zeigen den zumeist stark elektiven Charakter der bildgebenden Verfahren im Säuglingsalter auf. Generell wurden in vorliegender Untersuchung nur wenige (10/213; 9,4%) Notfälle betreut.

#### *Grunderkrankungen, Begleiterkrankungen und Bildgebungen*

In vorliegender Untersuchung wurden die meisten Bildgebungen zum Ausschluss von Fehlbildungen durchgeführt. Die häufigste Einzeldiagnose, die zu einer Bildgebung führte, war ein Krampfanfall. Dazu passend stellte eine Magnetresonanztomographie des Kopfes in vorliegender Untersuchung die häufigste Bildgebung dar (131/213; 61,5%). Dies liegt unter den Zahlen der internationalen Literatur.<sup>60</sup>

Lee et al. beschreiben in ihrer Untersuchung eine höhere Anzahl an cerebralen Bildgebungen (knapp 80% aller Bildgebungen).<sup>55</sup> Und Mason et al. berichten sogar von über 80% cerebralen Bildgebungen in ihrer Untersuchung von 287 Kindern.<sup>59</sup>

Im Unterschied zu den Ergebnissen vorliegender Untersuchung, waren bei Mason et al. vor allem Entwicklungsverzögerungen die Indikation für die Bildgebung. Krampfanfälle waren mit 20% der Indikationen ein seltener Grund für eine cerebrale Bildgebung.

Während der Ultraschall zur Diagnostik von abdominellen Fehlbildungen immer noch eine hohe Genauigkeit hat, entspricht die Bildgebung des Kopfes mittels magnetresonanztomographischer Aufnahmen, wie oben besprochen, dem internationalen Goldstandard und die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in diesem Kontext einzuordnen.

50,7% der untersuchten Säuglinge hatten mindestens eine Begleiterkrankung. In der Literatur finden sich wenige Untersuchungen, die Begleiterkrankungen genauer evaluieren. Nur Mason et al. beschreiben bei bis zu 86% der von ihnen untersuchten, zumeist älteren Kindern, Begleiterkrankungen.<sup>59</sup>

Da insbesondere Fehlbildungen in vorliegender Untersuchung zur Durchführung eines bildgebenden Verfahrens geführt hatten, kann angenommen werden, dass viele Begleiterkrankungen in diesem Zusammenhang gesehen werden können.

### *Komplikationen*

Komplikationen werden, je nach Definition und Patientenkollektiv, in unterschiedlicher und nicht einheitlicher Zahl angegeben. Groß angelegte Studien beschreiben Sedierungen für bildgebende Verfahren als sichere Maßnahme und nennen Komplikationen nur in wenigen Fällen. In kleineren Studien, gegensätzlich dazu, werden bei bis zu 50% der durchgeführten Sedierungen Komplikationen beschrieben.<sup>3,55,64</sup>

Mögliche Komplikationen umfassen dabei:

- respiratorische Insuffizienz (0-10%)
- Kreislaufinsuffizienz (10-26%)
- unzureichende Sedierung mit der Notwendigkeit einer Narkose (7-13%)

Einfluss auf die Häufigkeit von Komplikationen scheinen insbesondere die eingesetzten Medikamente zu haben. Propofol kann in diesem Zusammenhang ein besonders günstiges Risikoprofil zugeschrieben werden. Eine mit diesem Medikament durchgeführte Sedierung geht, im Vergleich mit anderen Medikamenten, mit einer geringeren Rate an Komplikationen einher.<sup>3,60,65-67</sup>

So zeigen Heard et al. in ihrem Vergleich von Sedierungen, die mit Propofol und Sedierungen, die mit Isofluran durchgeführt wurden, eine signifikant höhere Rate an Atemwegsobstruktionen mit der Notwendigkeit einer Atemwegssicherung unter Isofluran-Sedierung.<sup>15</sup>

Auch das Alter scheint einen Einfluss auf das Auftreten möglicher Komplikationen zu haben. So scheinen jüngere Säuglinge sowie Säuglinge höherer ASA-Kategorien eine höhere Komplikationsrate zu haben.<sup>68</sup>

Ältere Säuglinge scheinen zwar weniger anfällig für Komplikationen zu sein, allerdings werden Bildgebungen seltener erfolgreich durchgeführt. Malviya et al. sehen dies in einem höheren Bedarf an sedierenden Medikamenten begründet, der häufiger eine Kombination verschiedener Medikamente nötig macht. Dies führt auch zu einer Addition der potentiellen Nebenwirkungen der eingesetzten Medikamente.<sup>25,69</sup>

Relevant ist zudem die Tatsache, dass aufwendige Bildgebungen oft bei kranken Säuglingen durchgeführt werden, um beispielsweise eine zerebrale Ursache von Krampfanfällen zu evaluieren. Diese Säuglinge, die generell auch höheren ASA-Klassifikationen ( $ASA \geq 3$ ) zugeschrieben werden, haben per se ein höheres Risiko für Komplikation, insbesondere Apnoen.<sup>15</sup>

In vorliegender Untersuchung wurden 95,8% aller Bildgebungen erfolgreich durchgeführt. Nur insgesamt 9 Untersuchungen mussten abgebrochen werden.

Wurden die Säuglinge nicht anästhesiologisch betreut, war der alleinige Grund für den Abbruch der Untersuchung, Bewegungen der Säuglinge. Bei anästhesiologisch betreuten Säuglingen kam es einmal zu einer Reanimation, sodass keine Bildgebung durchgeführt wurde. Ein anderer Säugling konnte auch mit einer hohen Dosis von sedierenden Medikamenten nicht ausreichend ruhiggestellt werden.

Als Komplikationen wurden in vorliegender Untersuchung alle, von einem Regelablauf abweichenden, Auffälligkeiten bezeichnet. Diese traten in 10,8% (23/213) der untersuchten Bildgebungen auf. Wirkliche Komplikationen im Sinne einer potenziellen Patientenbedrohung traten seltener auf (6/213; 2,8%).

Besonders herauszustellen ist die retrospektive Untersuchung von knapp 50 000 Sedierungen an Kindern mit Propofol durch Cravero et al. Diese erbrachte eine sehr geringe Komplikationsrate. Während schwere Komplikationen so gut wie nie auftraten, kam es bei 154/10 000 Sedierungen zu geringeren Komplikationen wie beispielsweise einer transienten Hypoxie (<90% periphere Sauerstoffsättigung über 30 Sekunden oder mehr), die ein Eingreifen des betreuenden Arztes, beziehungsweise eine Intervention wie das Verabreichen von Sauerstoff, notwendig machten.<sup>3</sup>

In einer Untersuchung von über 500 Patienten bis zum 21. Lebensjahr konnten Grunwell et al. insbesondere einen akuten Atemwegsinfekt („upper respiratory infection“, URI) mit Komplikationen beziehungsweise der Unmöglichkeit einer Sedierung in Verbindung bringen.<sup>57</sup> Außerdem wurden ein Schlaf-Apnoe-Syndrom, Adipositas und eine ASA-Kategorie  $\geq$  III als Risikofaktoren identifiziert. Malviya et al. erweitern diese Risikofaktoren noch um eine Sedierung mit Benzodiazepinen, die in ihrer Untersuchung von über 1000 Kindern eine erhöhte Komplikationsrate erbrachte.<sup>58</sup>

In vorliegender Untersuchung wurde als potenzielle Komplikation bei anästhesiologisch betreuten Säuglingen ein Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung auf unter 95% gewertet. Dies trat bei 8,7% (16/184) der anästhesiologisch betreuten Säuglinge auf. Interessanterweise fast ausschließlich bei männlichen Säuglingen, die signifikant jünger waren und ein signifikant niedrigeres Geburtsgewicht hatten. Auffallend ist eine Verteilung zu fast gleichen Teilen auf Säuglinge, die eine Sedierung unter erhaltener Spontanatmung erhielten und Säuglinge, die beatmet wurden. Diese Beobachtung passt zu der statistisch häufigeren Zuordnung männlicher Säuglinge zu höheren ASA-Kategorien. Weitere Untersuchungen sollten unter anderem evaluieren, ob ein Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung wirklich mit dem Geschlecht und der Grunderkrankung assoziiert ist.

In diesem Zusammenhang beschreiben andere Autoren beispielsweise für Sedierungen mit Midazolam/Ketamin einen Abfall der peripheren Sauerstoffsättigung in 1,7%.<sup>70</sup> Oder beim Einsatz von Midazolam/Fentanyl in 19,3%.<sup>71</sup>

Malviya et al. assoziieren insbesondere den Einsatz von Chloralhydrat mit einem Sättigungsabfall, wobei in der Studie dieser Autoren erst ein Abfall auf unter 90% als potenziell schädlich angesehen wird.<sup>25</sup>

Insgesamt zeigen die Angaben aus der Literatur, dass die meisten Komplikationen nicht schwer und durch entsprechendes Fachpersonal problemlos zu behandeln sind. Dies konnte durch die Ergebnisse vorliegender Untersuchung bestätigt werden.

### *Bildgebende Verfahren ohne Einsatz sedierender Medikamente*

In vorliegender Untersuchung konnte bei 5 Untersuchungen auf den Einsatz sedierender Medikamente verzichtet werden. Die 5 Untersuchungen erfolgten bei Säuglingen im ersten Lebensmonat. Diese Altersgruppe stellt auch in der Literatur die bevorzugte Gruppe für die sogenannte „feed-and-sleep“ oder „feed-and-wrap“ oder „feed-and-scan“ Methode dar.<sup>72</sup>

Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass keine potenziell neurotoxischen Medikamente verabreicht werden müssen und die Gefahr von Sedierungs-assoziierten Nebenwirkungen entfällt. Manche Autoren beschreiben durchgängig gute bis sehr gute Erfolge dieser Methode. Antonov et al. beispielsweise berichten von 279 an Säuglingen bis zum 3. Lebensmonat durchgeführten magnetresonanztomographischen Aufnahmen, mit nur 1% inadäquaten Bildern.<sup>72</sup>

Gale et al. berichten in ihrer Studie sogar über einen 10-jährigen Zeitraum, in welchem am Imperial College in London über 450 Säuglinge bis zum 3. Lebensmonat eine magnetresonanztomographische Bildgebung ohne Sedierung erhielten. Die Autoren dieser Studie beschreiben eine Erfolgsrate von 94%.<sup>73</sup>

Die Autoren beschreiben eine geringere Erfolgsrate (84%) bei Säuglingen ab der 6. Lebenswoche. Alle Autoren, die über eine medikamentenfreie Bildgebung berichteten, notierten in ihren jeweiligen Studien keine Komplikationen.<sup>72-74</sup>

Besonders herausgestellt wird bei allen Autoren die Notwendigkeit flexibler Abläufe, sodass beispielsweise zwei Familien gleichzeitig zur Bildgebung kommen, falls ein Säugling nicht unmittelbar einschläft.

Nicht durchgeführt werden kann diese Methode bei Säuglingen mit Fütterungsproblemen oder Säuglingen mit bestehenden Atemwegsproblemen wie beispielsweise einem Apnoe-Bradykardie-Syndrom.

Jedoch konnten Neubauer et al. auch bei Frühgeborenen eine sedierungsfreie Bildgebung mit einer Erfolgsrate von 93% erzielen.<sup>12</sup>

Die Autoren beschreiben dabei gute Untersuchungsbedingungen für eine durchschnittliche Untersuchungszeit von 32 Minuten. Mit einer Unterbrechung sogar für 45 Minuten. Als mögliche Nachteile dieser Methode kann eine aufwendigere Organisation mit zeitlich schwer planbaren Abläufen genannt werden. Zudem muss die Untersuchung bei nicht-erfolgt um mindestens 6 Stunden bis zum Erreichen der Nüchternheit des Säuglings verschoben werden.

Sedierungsfreie Bildgebungen sind dabei nicht auf die Altersgruppe der Säuglinge beschränkt. Eine Untersuchung von de Amorim e Silva et al. konnte bei älteren Kindern, nach einem Testdurchlauf mit Kennenlernen der Räumlichkeiten und des Magnetresonanztomographen, auch ohne Sedierung eine hohe (94%) Erfolgsrate von Bildgebungen ohne Sedierung erzielen.<sup>75</sup>

Hinweise auf einen potenziellen Zeitgewinn zeigten auch die 5 Bildgebungen, die in vorliegender Untersuchung ohne Sedierung durchgeführt wurden. Es entfällt bei diesen Säuglingen die Nachüberwachung, die in vorliegender Untersuchung immerhin durchschnittlich 41 Minuten betrug. Diese Zeit kann schon mit der Vorbereitung der nächsten Untersuchung oder sogar dem Beginn beziehungsweise der Durchführung der nächsten Bildgebung genutzt werden. Sofern die entsprechenden räumlichen Gegebenheiten und personellen Ressourcen mit der Gewährleistung einer durchgehenden Überwachung dies erlauben.

### *Medikamente*

Insbesondere in rezenten Untersuchungen wird Propofol am häufigsten zur Sedierung und Narkose bei Kindern zur Durchführung von bildgebenden Verfahren verwendet.<sup>57</sup>

Auch in vorliegender Untersuchung wurde Propofol als häufigstes Medikament zur Sedierung verwendet. Die verwendeten Dosierungen entsprachen dabei den üblichen, aus der Literatur bekannten Dosierungen.<sup>60,76</sup>

## *Zeiten*

Um einen Überblick über die Dauer der bildgebenden Verfahren sowie des jeweiligen anästhesiologischen Vorgehens zu ermöglichen, wurden 3 Funktionsabschnitte erstellt (siehe 4.7.9 Zeiten). Insbesondere der Funktionsabschnitt „Einleitung“ war, in Abhängigkeit der Vorerkrankungen der Säuglinge (gemessen an der ASA-Kategorie) und der Narkoseform, von signifikant unterschiedlicher Dauer. Die aufwendigere Versorgung von schwer erkrankten Säuglingen der ASA-Kategorie 4 dauerte durchschnittlich 5 Minuten länger als die Versorgung von Säuglingen der ASA-Kategorie 1. Wurde eine Narkose durchgeführt, verlängerte sich die Einleitungsdauer auf durchschnittlich 36 Minuten, während die Durchführung einer Sedierung nur durchschnittlich 22 Minuten in Anspruch nahm.

Lee et al. beschreiben in ihrer Studie an knapp 400 Kleinkindern (durchschnittliches Alter 19 Monate) eine durchschnittliche Einleitungszeit von 44 Minuten bei Verwendung von Chloralhydrat.<sup>55</sup> Mason et al. nennen in diesem Zusammenhang für Dexmedetomidine eine sehr viel kürzere Einleitungszeit von durchschnittlich 7,8 Minuten, bei einer durchschnittlichen Überwachungszeit nach der erfolgten Bildgebung von 21,3 Minuten.<sup>59</sup> In einer retrospektiven Analyse von 2335 zumeist älteren Kindern bis zum 18. Lebensjahr beschreiben Heinrich et al. eine durchschnittliche Einleitungszeit von 4 Minuten. Je nach Art und Weise der Atemwegssicherung verlängerte sich diese auf bis zu 14 Minuten (endotracheale Intubation).<sup>17</sup>

Diese Zeiten wurden in vorliegender Arbeit nicht erreicht. Allerdings analysierte vorliegende Arbeit ein besonderes Patientenkollektiv, welches ungleich aufwendiger zu betreuen ist.

So beschreiben Heinrich et al. auch, dass in ihrer Untersuchung bei Säuglingen häufiger eine Atemwegssicherung nötig war als bei älteren Kindern, was zu einer Verlängerung der Einleitungszeit auf durchschnittlich 31 Minuten führte. Diese Zeiten sind mit den Zeiten in vorliegender Untersuchung vergleichbar.

Ein verlängerter Abschnitt „Bildgebung“ bei Säuglingen in Allgemeinanästhesie wird auch von anderen Autoren beschrieben und lässt sich auf eine aufwendigere Bildgebung bei schwerer erkrankten Säuglingen zurückführen.<sup>59,73</sup>

Auch der Funktionsabschnitt „PAS“, entsprechend dem Abschnitt der Überwachung nach der Bildgebung beziehungsweise der Ausleitungsphase nach einer Sedierung oder Narkose, zeigte sich in vorliegender Untersuchung abhängig von der durchgeführten Narkoseform. Dieser Abschnitt war nach Durchführung einer Allgemeinanästhesie mehr als doppelt so lang wie nach einer Sedierung. Dies erscheint im Zusammenhang mit einer aufwendigeren Versorgung erklärbar.

Besonders erwähnenswert war der Wegfall dieser Zeiten bei Durchführung von bildgebenden Verfahren in Spontanschlaf. Nachdem die Säuglinge bei diesem Verfahren keine Medikamente erhielten, konnten sie unmittelbar in die elterliche Pflege übergeben werden und mussten nicht weiter überwacht werden.

In Abhängigkeit der jeweiligen Strukturen und Abläufe könnte hier ein potenzieller Zeitgewinn erzielt werden. Hinweise auf die Durchführbarkeit bietet die Literatur, jedoch sind hier noch weitere Untersuchungen zur genaueren Evaluation, insbesondere bei (ehemaligen) Frühgeborenen nötig. Im Kontext einer möglichen Neurotoxizität von Anästhetika kann diese Methode, mit einer genauen Abstimmung aller beteiligten Fachdisziplinen und einer guten zeitlichen Taktung der Abläufe, eine Alternative darstellen. In enger Abstimmung mit der radiologischen Abteilung können wichtige Sequenzen nach Priorisierung zuerst absolviert werden. Dies erhöht die Erfolgsrate in zumeist experimentellen MRT-Studien an gesunden Neugeborenen.<sup>72,73</sup>



### *Diskussion der Fragebogenstudie*

In vorliegender Umfrage wurden 698 Anästhesisten/-Innen die im Zeitraum 01.02.2021 bis 31.07.2021 vornehmlich im kinderanästhesiologischen Bereich der 3 DACH-Länder (Deutschland, Österreich, Schweiz) tätig waren, mittels Online-Umfrage zu ihren Erfahrungen im Bereich „Sedierungen und/oder Allgemeinanästhesien für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat“ befragt. Dieses Patientenkollektiv beziehungsweise das entsprechende periinterventionelle Management wurde in den deutschsprachigen Ländern bisher noch nicht systematisch evaluiert. Genaue Informationen über Abläufe, Komplikationen, eingesetztes Monitoring und Equipment können helfen, die im ersten Schritt am Universitätsklinikum Würzburg gewonnenen Ergebnisse einzuordnen, mögliche Problemfelder zu beschreiben und potenziellen Optimierungsbedarf zu identifizieren.

### *Limitationen und Stärken*

Insgesamt 11,3% der angeschriebenen Kollegen/Kolleginnen nahmen an unserer Umfrage teil. Es erfolgten, im Laufe des Umfragezeitraums, 2 Erinnerungen per E-Mail (4 und 8 Wochen nach Beginn der Umfrage), sowie ein direkter Aufruf zur Teilnahme bei der Jahrestagung des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Die genannte Beteiligung liegt unter dem in der Literatur angegebenen Rücklauf von 47% - 89% für Umfragen zu ähnlichen Themenkomplexen der anästhesiologischen Versorgung von Säuglingen, Kindern oder Erwachsenen, die von Autoren in verschiedenen Ländern erhoben wurden.<sup>24,54,77-81</sup>

Baehner et al. befragten beispielsweise Anästhesisten/-Innen in Deutschland, die primär in der pädiatrischen Kardioanästhesie tätig waren. Der Rücklauf bei diesem kleinen, hoch spezialisierten Kollektiv lag, nach postalischem Anschreiben, bei 96,2%.<sup>82</sup>

Eine Umfrage zum Thema „postoperativer Agitation im Kindesalter“ wurde 2015 von Lehmann et al. durchgeführt. Hier wurden, mit dem gleichen Umfragetool (Soscisurvey), ebenfalls die Mitglieder des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin befragt.

Bei einem ähnlichem Ablauf der Umfrage konnten die Autoren/-Innen immerhin einen Rücklauf von 27% erzielen, der jedoch auch unterhalb des oben beschriebenen Rücklaufs in der internationalen Literatur lag.<sup>54</sup>

Mehrere Gründe können dem niedrigen Rücklauf zu Grunde gelegen haben.

Zum einen die verwendeten Kontaktwege. Eventuell waren die in den Mitgliederlisten der Fachgesellschaften verwendeten E-Mail-Adressen nicht mehr aktuell. Ein direktes Anschreiben der Chefärzte/-ärztinnen der Anästhesieabteilungen der deutschsprachigen Schweiz hat beispielsweise zu einem Rücklauf von 43,8% geführt. Auch die Mitglieder der deutlich kleineren Arbeitsgemeinschaft Kinderanästhesie der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin nahmen zu 40,6% an unserer Umfrage teil. Diese Zahlen entsprechen eher den Zahlen der internationalen Fachliteratur.

Lalwani et al. beschreiben zudem die Möglichkeit der telefonischen Kontaktaufnahme mit den primär per E-Mail angeschriebenen, 116 potentiellen Teilnehmern ihrer Umfrage.<sup>24</sup> Dies wäre, angesichts von potenziell knapp 700 angeschriebenen Teilnehmern/-Innen unserer Umfrage jedoch zeitlich nicht umsetzbar gewesen.

Zum anderen könnte der Umfang der Umfrage zu groß gewesen sein. Die Beantwortung der 48 Fragen nahm ungefähr 10 Minuten in Anspruch. Im klinischen Alltag könnte dies dazu geführt haben, dass die Umfrage nicht durchgeführt wurde. Dies könnte die, mit der Literatur vergleichbaren, insgesamten Aufrufe des Fragebogens von 28,4% der angeschriebenen Personen erklären, die jedoch nur in 11,3% zur Dateneingabe geführt haben.

Ähnliche Mechanismen (Fragebogen aufrufen jedoch keine Daten eingeben) könnten aufgrund niedriger, persönlicher Relevanz des Themas entstehen. In diesem Zusammenhang scheinen die Informationen zum jeweiligen Arbeitsplatz der Teilnehmer/-Innen relevant. Die Mehrheit der Teilnehmer/-Innen (48%) arbeitete an Universitätskliniken. Für Ärzte/Ärztinnen dieser Kliniken scheint die Umfrage durchaus relevant gewesen zu sein.

Diese Kliniken stellen sicherlich auch die primären Versorgungseinrichtungen dar, die die technischen und personellen Voraussetzungen zur Durchführung von magnetresonanztomographischen Untersuchungen bei einem anspruchsvollen Patientenklientel vorhalten. Ausdruck dessen kann auch sein, dass keine Dateneingabe von Teilnehmern/-Innen aus einem Krankenhaus der Grundversorgung oder dem niedergelassenen Bereich erfolgte.

Eine weitere Limitation unserer Umfrage besteht darin, dass durch die Pseudonymisierung der Teilnehmer/-Innen nicht ausgeschlossen werden kann, dass mehrere Ärzte/Ärztinnen der gleichen Klinik an der Umfrage teilgenommen haben. Dies würde zu entsprechend redundanten Eingaben und zu einer Verschiebung der Ergebnisse führen. Ein eventueller Vorteil kann darin gesehen werden, dass unterschiedliche Teilnehmer der gleichen Klinik eine größere Bandbreite an potenziellen Komplikationen dokumentieren könnten.

Durch die angegebene, hohe Berufserfahrung der Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage kann zudem erneut ein „reporting bias“ entstehen. Eine hohe Berufserfahrung führt dazu, dass Komplikationen bereits antizipiert und präventiv behandelt werden können oder dass entsprechende Untersuchungen bei Säuglingen mit hohem Risiko vorausschauend verschoben werden. Diese Umstände könnten die angegebenen Komplikationen niedriger erscheinen lassen.

### *Stärken*

Die unter Punkt 5.2 (allgemeine Informationen) erhobenen Informationen zeigen, dass wir die von uns identifizierte Zielgruppe zur Durchführung unserer Umfrage getroffen haben. Alle Teilnehmer/-Innen waren primär in der Kinderanästhesie tätige Kollegen/-Innen, die regelmäßig Kinder und insbesondere Säuglinge betreuen und die in der internationalen Literatur zur Sicherstellung eines hohen Versorgungsstandards vorgegebenen Zahlen deutlich erfüllen.

Als weitere Stärke kann der unter Punkt 3.2.5 (Datenqualität) angeführte Geschwindigkeitsindex erwähnt werden. Wenn Kollegen/Kolleginnen sich Zeit zur Beantwortung unseres Fragebogens genommen hatten, wurde dieser in angemessener Zeit und (soweit durch dieses Tool abbildbar) sehr sorgfältig ausgefüllt.

### *Personal*

Wie am Universitätsklinikum Würzburg, zeigte sich auch in unserer Umfrage, dass Säuglinge für bildgebende Verfahren zumeist von Anästhesisten /-Innen betreut werden. In Würzburg wurden über 80% der Säuglinge von Anästhesisten/-Innen betreut, in unserer Umfrage gaben circa 70% der befragten Kollegen/Kolleginnen an, dass die Säuglinge primär anästhesiologisch betreut wurden. Einschränkend muss gesagt werden, dass oftmals Säuglinge für eine anästhesiologisch betreute Bildgebung zugewiesen werden, wenn ein erster Anlauf unter kinderärztlicher Überwachung nicht möglich war. Dies könnte auch einen Einfluss auf gemeldete Komplikation haben, da eventuell problemlos durchgeführte Bildgebungen bei gesunden Säuglingen nicht anästhesiologisch vorgestellt wurden und somit nicht in unserer Umfrage aufgeschienen sind.

Die fachliche Qualifikation versuchten wir in unserer Umfrage durch mehrere Fragen zu beurteilen. Zum einen durch die Anzahl der Jahre, die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage bereits im Fachbereich tätig sind. Zum anderen, wie oft die Teilnehmer/-Innen pro Woche Kinder und Säuglinge betreuten. Zum Dritten, ob es in den jeweiligen Kliniken fest zusammengesetzte, standardisierte Teams von Ärzten/Ärztinnen gab. Zudem, welchen Ausbildungsstand der betreuende Arzt/Ärztin mindestens haben muss, um eigenständig Säuglinge für bildgebende Verfahren zu betreuen.

In Zusammenschau der Antworten zeigte sich, dass die fachliche Qualifikation hoch war. Alle Teilnehmer der Umfrage hatten 10 oder mehr Jahre Erfahrung im Fachbereich. Diesen hohen Standard konnten wir auch am Universitätsklinikum Würzburg dokumentieren. Dort wurden Säuglinge für bildgebende Verfahren zu 90,8% von Fachärzten/-Ärztinnen betreut. Eine Empfehlung für dieses Vorgehen mit einer Betreuung nach dem Motto „je jünger das Kind - desto größer die Erfahrung“ findet sich auch in der internationalen Literatur.<sup>83</sup>

Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage gaben an, dass Assistenzärzte/-Innen nur in 6,3% zur Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren eingesetzt wurden. Alle Teilnehmer/-Innen die dies angaben, arbeiteten an Universitätskliniken, sodass die Vermutung nahe liegt, dass Assistenzärzte/-Innen im Rahmen ihrer Ausbildung in die Betreuung dieses hoch spezialisierten Patientenguts eingebunden wurden.

Ein weiteres Qualitätskriterium ist die obligatorische Verfügbarkeit beziehungsweise Anwesenheit von anästhesiologisch ausgebildeten Pflegekräften bei der Durchführung von Sedierungen und/oder Allgemeinanästhesien. Dies gilt für die Versorgung von Erwachsenen und umso mehr für die Versorgung von Kindern und Säuglingen.

Fast alle Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage führten anästhesiologisch betreute Bildgebungen nur im Beisein entsprechender Pflegekräfte durch (93,7%). Dies entspricht den Empfehlungen der Fachgesellschaften.<sup>84</sup>

Im Sinne einer Prozessoptimierung könnte dementsprechend auch der Wunsch nach mehr Pflege interpretiert werden, der als Freitext am Ende unserer Umfrage angeführt werden konnte.

### *Zahlen und Komplikationen*

Wie auch am Universitätsklinikums Würzburg, wurden im Säuglingsalter von den befragten Kollegen/-Innen zumeist magnetresonanztomographische Bildgebungen durchgeführt. Bei einer ausgeglichenen Anzahl von Bildgebungen in Würzburg (eventuell kann im Untersuchungszeitraum von 4 Jahren eine geringe Zunahme interpretiert werden), gaben die von uns befragten Kollegen/-Innen eine zumeist leichte (<50%), gelegentlich auch starke (>50%) Zunahme der Zahlen an. Bevorzugt wurde dabei in über 60% eine Sedierung durchgeführt. Dies passt gut zu den Zahlen, die wir in Würzburg erheben konnten, wo knapp 80% der bildgebenden Verfahren in Sedierung durchgeführt wurden. Falls eine Allgemeinanästhesie für ein bildgebendes Verfahren im Säuglingsalter durchgeführt wurde, dann gaben die Teilnehmer/-Innen der Umfrage an, dass (wenig) häufiger ein supraglottischer Atemweg (Larynxmaske) etabliert wurde. (Larynxmaske > endotrachealer Intubation = 51,9 % vs 41,8%).

Am Universitätsklinikum Würzburg wurden diese bildgebenden Verfahren fast alle im Anschluss an einen chirurgischen Eingriff durchgeführt, die Säuglinge waren dabei alle intubiert.

Komplikationen waren 86,1% der Teilnehmer/-Innen zwar erinnerlich, konkrete Häufigkeitsangaben waren aufgrund des Studiendesigns jedoch nicht möglich. Einen Hinweis auf eine geringe Relevanz der Komplikationen lässt sich vielleicht aufgrund der < 1% abgebrochene Untersuchungen postulieren. Dies deckt sich mit den Daten, die wir am Universitätsklinikum Würzburg erheben konnten.

Hier konnten insgesamt sehr wenige Komplikationen (10,8%) verzeichnet werden. Eine Erklärung für die insgesamt niedrige Zahl von Komplikationen, die wir in Würzburg erheben und in unserer Umfrage bestätigen konnten, könnte darin liegen, dass vornehmlich erfahrene Anästhesisten in der Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren eingesetzt wurden. Am Universitätsklinikum in Würzburg wurden Säuglinge zumeist von einem Facharzt/-Ärztin oder einem Funktionsoberarzt/-Ärztin betreut. Diese Angaben decken sich mit den Angaben der Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage. Mit durchschnittlich 21 Jahren Berufserfahrung und zumeist 1-5 betreuten Säuglingen pro Woche waren die Teilnehmer/-Innen der Umfrage sehr erfahren. Dies kann, wie oben beschrieben, zu einem „reporting bias“ führen.

Zur Einordnung dieser Zahlen bietet sich eine Vielzahl von Veröffentlichungen an, die bereits im Zuge der Diskussion, der am Universitätsklinikum Würzburg erhobenen Daten erfolgt ist. Beispielhaft können die Publikationen von Malviya et al. und Machata et al. herangezogen werden.<sup>85,86</sup>

Diese berichten bis zu 20% Komplikationen im Rahmen von Sedierungen die nicht von Anästhesisten/-Innen durchgeführt wurden. Im Gegensatz dazu, von 1% Komplikationen bei Sedierungen, die von hoch spezialisierten Teams aus anästhesiologischen Fachärzten durchgeführt wurden. In diesem Kontext zeigt sich die niedrige Komplikationsrate in unserer Umfrage, in der hauptsächlich Fachärzte Säuglinge für bildgebende Verfahren betreuten.

## *Medikamente*

Am Universitätsklinikum Würzburg konnten wir erheben, dass Propofol als häufigstes Medikament zu Sedierung von Säuglingen für bildgebende Verfahren angewendet wurde. Diese initiale Erhebung bestätigte sich in unserer Umfrage auch für den deutschsprachigen Raum. Fast 85% aller Teilnehmer/-Innen nutzten Propofol zur Behandlung von Säuglingen. Erstaunlicher Weise gaben die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage an, als zweithäufigstes Medikament das inhalative Anästhetikum Sevoflurane zu verwenden. Eine Erklärung könnte sein, dass dieses Anästhetikum bei Allgemeinanästhesien verwendet wird, die die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage immerhin in 37% der bildgebenden Verfahren einsetzten.

Außer in einer kleineren Studie von Sury et al., in der Säuglingen zur Durchführung einer Magnetresonanztomographie Sevoflurane experimentell nasal insuffliert wurde, hat die Verwendung inhalativer Anästhetika für Sedierungen jedoch keinen signifikanten Stellenwert.<sup>87</sup>

Die Teilnehmer unserer Umfrage verabreichten zumeist keine sedierende Prämedikation (beispielsweise Midazolam) vor der Durchführung bildgebender Verfahren im Säuglingsalter. Dieses Vorgehen, sowie der Verzicht auf eine routinemäßige Gabe von Atropin, der in unserer Umfrage nur noch selten angegeben wurde, sind mittlerweile Standard in der periinterventionellen Betreuung von Säuglingen.<sup>88</sup>

Auch die Verwendung einer Vollelektrolytlösung mit Glukoseanteil als primäre Infusionslösung entspricht bei Säuglingen den aktuellen Empfehlungen.<sup>89</sup>

Eine Rückmeldung von Teilnehmern/Teilnehmerinnen diesbezüglich stellt eine Einschränkung in dieser Aussage dar, denn in unserer Umfrage war es nicht möglich, die Auswahl „keine Infusion standardmäßig verabreicht“ zu wählen.

## *Alternativen*

Wie am Universitätsklinikum Würzburg in unserer primären Erhebung festgestellt, wurden auch im deutschen Sprachraum alternative Sedierungskonzepte nur selten durchgeführt. Zwar gaben über 80% der Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage an, diese Konzepte zu kennen, diese wurden jedoch nur selten (<5%) durchgeführt. Nur sehr wenige Teilnehmer/-Innen führten diese regelmäßig (>10%) durch.

Gründe für die seltene Durchführung alternativer Sedierungskonzepte könnten beispielsweise in der aufwendigeren Organisation liegen. Eventuelle Verzögerungen sind im klinischen Alltag nur schwer auszugleichen und lassen eine verflochtene Planung mit mehreren Teilnehmern (Kinderabteilung, Radiologie, Anästhesie, Pflegekräfte) nur schwer zu. Nachdem radiologische Untersuchungen jedoch auch immer komplexere Fragestellungen bearbeiten, ist es nötig, die Untersuchungsbedingungen so gut wie möglich zu gestalten. Alternative Sedierungskonzepte können dabei nur eingeschränkt bei Säuglingen mit Fütterungs- oder Atemwegsproblemen durchgeführt werden, zudem können Spontanbewegungen nicht komplett vermieden werden.

Bei gleichzeitig geringer Rate an Komplikationen bei professionell durchgeführten Sedierungen scheinen die meisten Anästhesisten/-Innen daher dieses Vorgehen zu präferieren. Passend dazu beschreibt auch der Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin die Notwendigkeit von „fast-track“-Konzepten, eben nicht nur die Abläufe und Prozesse der Patientenbehandlung optimieren, sondern auch „Bestandteil der Bemühungen zur schnelleren Rehabilitation nach Eingriffen“ sind.<sup>90</sup>



## *Abläufe*

Wie am Universitätsklinikum Würzburg, scheint es auch an den meisten Kliniken im DACH-Raum jede Woche fixe Tage sowie SOPs zur Durchführung bildgebender Verfahren im Säuglingsalter zu geben. Dies entspricht den oben genannten Methoden zur Optimierung der Abläufe in der Patientenbehandlung und erleichtert die Planung eventueller stationärer Klinikaufnahmen. Passend dazu erfolgte die anästhesiologische Visite mit entsprechender Risikoevaluation zumeist am Tag oder in der Woche vor dem bildgebenden Verfahren. Dies entspricht dem Vorgehen am Universitätsklinikum Würzburg, an welchem die anästhesiologischen Visiten zu knapp 70% am Tag vor dem bildgebenden Verfahren erfolgten. Dieses Vorgehen ist bei mehrheitlich gesunden Kindern wahrscheinlich sinnvoll, da die relevantesten Informationen die in der Risikoevaluation gewonnen werden können, das Vorliegen eines akuten Atemwegsinfekts betreffen.<sup>52</sup>

Angesichts der sich ändernden Fragestellungen bei einer zunehmenden Zahl von Frühgeborenen und Säuglingen mit Vorerkrankungen ist hier eine Anpassung eventuell sinnvoll. Eine frühzeitige Evaluation mit der entsprechenden Organisation der eventuell notwendigen Intensivüberwachung könnte die Abläufe optimieren. So gaben die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage an, dass die Säuglinge im Anschluss an ein bildgebendes Verfahren zumeist stationär im jeweiligen Klinikum aufgenommen wurden. Insbesondere, falls eine Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde.

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit könnte beispielsweise in der Etablierung von Aufwachräumen/Post-Anaesthesia-Care-Units in räumlicher Nähe zum Ort der Durchführung des bildgebenden Verfahrens bestehen.

Bei entsprechender, personeller Ausstattung mit der Sicherstellung einer Überwachung, beispielsweise durch qualifizierte Pflegekräfte, könnten Säuglinge eventuell zeitlich versetzt und überlappend betreut werden. Vorteil eines alternativen Sedierungskonzeptes (wie beispielsweise „feed-and-sleep“) ist, unter anderem, das Wegfallen der bei einer Sedierung oder Allgemeinanästhesie obligatorischen, postinterventionellen Überwachung.

Auch die bereits vorab erfolgte Etablierung eines intravenösen Zugangs, beispielsweise durch Ärzte/Ärztinnen der aufnehmenden Station, oder in der Ambulanz könnte zur Optimierung der Abläufe beitragen. Die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage gaben diesbezüglich an, dass intravenöse Zugänge bei immerhin einem Viertel der Säuglinge noch nicht etabliert waren. Dies verlängert die Betreuungszeiten oftmals, wie wir auch aus den Daten am Universitätsklinikum Würzburg erheben konnten. Bei 13 Säuglingen mussten dort venöse Zugänge etabliert werden. Die Einleitungszeit von durchschnittlich 24 Minuten verlängerte sich in diesen Fällen auf  $37 \pm 2$  Minuten.

Die präinterventionelle Nüchternheit wurde von den Teilnehmern/-Innen unserer Umfrage zumeist, entsprechend den Empfehlungen, eingehalten.<sup>91</sup>

Nur in wenigen Fällen wurden Bildgebungen trotzdem, mutmaßlich im Rahmen dringlicher Fragestellungen, durchgeführt.

Der nach wie vor in Fachkreisen kontrovers diskutierte Wunsch der Eltern, bei der Narkoseeinleitung anwesend zu sein, konnte von den Teilnehmern/-Innen unserer Umfrage in knapp 80% erfüllt werden.

Zur insgesamt, qualitativen Bewertung der Abläufe gaben wir den Teilnehmern/Teilnehmerinnen unserer Umfrage die Möglichkeit, die Abläufe auf einer Skala von 0 bis 100 einzustufen. Mit der subjektiven Beurteilung der Abläufe wollte wir herausfinden, ob eventuell stockende oder flüssig laufende Behandlungspfade ein Problem darstellen, oder ob die Abläufe die Zufriedenheit der Kollegen/-Innen eigentlich nicht beeinträchtigen. Mit 78,1 von 100 Punkten wurden die Abläufe als „gut“ eingestuft. Dazu passend wurden die Wechselzeiten mit 69,4 von 100 Punkten ebenfalls als „gut“ beurteilt.

In Kombination kann man schlussfolgern, dass Abläufe und Wechselzeiten mehrheitlich flüssig und gut strukturiert verlaufen, eventuelle Verbesserungen könnten, wie weiter unten aufgeführt, im Bereich der Ausbildung oder in einem Ausgleich eines Pflegemangels bestehen. Unsere Untersuchung stellt in diesem Bereich die erste Erhebung dar und kann daher auch nur einen ersten Überblick anbieten. Weitere Untersuchungen sollten dies genauer evaluieren um im Hinblick auf Pflegemangel und eine suffiziente Ausnutzung von medizinisch-technischen Ressourcen, genauere Antworten und Verbesserungsmöglichkeiten zu liefern.

## *Monitoring*

Die internationalen Fachgesellschaften haben in den letzten Jahren Empfehlungen und Standards zur Überwachung von Erwachsenen und Kindern bei der Durchführung von Narkosen und Sedierungen entwickelt.<sup>1,10,92</sup>

Diese beschreiben neben den personellen Voraussetzungen auch die Ausstattung der Arbeitsplätze und geben Empfehlungen zum Monitoring von Patienten/-Innen unter Sedierung. Die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage dokumentierten dabei zumeist eine Arbeitsplatzausstattung, die über diese Empfehlungen hinaus geht.

So standen den Teilnehmern/-Innen unserer Umfrage oft sogar Videolaryngoskope, Ultraschallgeräte zur Anlage von Gefäßzugängen oder Material zur Anlage von intraossären Zugängen zur Verfügung. Dies entspricht dem Equipment, welches auch am Universitätsklinikum Würzburg an jedem Arbeitsplatz zur Verfügung steht. Die Tatsache, dass nicht in jeder Klinik an den Arbeitsplätzen, an denen pädiatrische Bildgebungen durchgeführt werden, Material zur Anlage von intraossären Zugängen vorgehalten wurde, kann auf den, zumeist, elektiven Charakter dieser Untersuchungen hinweisen. Meistens (ungefähr bei 75% der Säuglinge) wurden intravenöse Zugänge bereits bei der Aufnahme in die Klinik auf den jeweiligen Stationen (zumeist pädiatrische Fachabteilungen) gelegt, sodass diese, bisweilen zeitaufwendige, Maßnahme nicht im Regelbetrieb der bildgebenden Verfahren erfolgen muss.

Das Vorgehen im Regelfall kann entsprechend modifiziert werden, sodass bei Unmöglichkeit der Anlage eines venösen Zugangs, die jeweilige Untersuchung nicht, oder zu einem späteren Zeitpunkt, nach erfolgreicher Anlage, durchgeführt wird.

Ein weiterer Faktor könnten die räumlichen Gegebenheiten in den jeweiligen Kliniken sein. So könnten Synergien in der Ausstattung bei räumlicher Nähe der radiologischen Arbeitsplätze zum OP- oder Intensivbereich genutzt werden, beispielsweise bei kostenintensiven Ultraschallgeräten.

Nichtsdestotrotz sind die Empfehlungen der DGAI zur „ergänzenden Basisausstattung von Arbeitsplätzen“, für den pädiatrischen Bereich wahrscheinlich umso genauer umzusetzen und bei steigenden Zahlen an bildgebenden Verfahren bei einer zunehmenden Zahl an Frühgeborenen zumindest die Anlagemöglichkeit intraossärer Zugänge im Notfall in die Grundausstattung jedes Arbeitsplatzes zu integrieren. Gleichwohl ist eine Magnetresonanztomographie nach der Anlage eines intraossären Zugangs, aufgrund des enthaltenen Metalls, nicht mehr möglich, sodass eine entsprechende Weiterversorgung auf einer Überwachungs- oder Intensivstation erfolgen muss.

Das entsprechende Monitoring wird nicht nur vorgehalten, sondern auch entsprechend der Empfehlungen eingesetzt. Wie am Universitätsklinikum Würzburg, wurden auch von den Teilnehmern/-Innen unserer Umfrage, alle Säuglinge mit einer pulsoxymetrischen Sauerstoffsättigung überwacht. Darüber hinaus wurde auch fast immer ein kapnometrisches/kapnographisches Atemmonitoring verwendet. Zusammenfassend ist in diesem Bereich ein Guideline-konformes Vorgehen zu verzeichnen, welches dem Anästhesie-eigenen Sicherheitsdenken entspricht.

### *Ausblick*

Im letzten Teil unserer Umfrage wollten wir von den Teilnehmern/-Innen unserer Umfrage eine Einschätzung der Qualität der durchgeführten Sedierungen und/oder Allgemeinanästhesien bei bildgebenden Verfahren im Säuglingsalter. Mit 88,2 von 100 Punkten zeigte sich die Qualität „sehr gut“ beurteilt. Die Teilnehmer/-Innen unserer Umfrage waren anscheinend mehrheitlich mit den Abläufen und der Qualität der Betreuung der Säuglinge zufrieden. Eventuell ein Spiegel der hohen Berufserfahrung der von uns befragten Kollegen/Kolleginnen. Eventuelle wünschenswerte Verbesserungen umfassten dabei die Ausbildung junger Kollegen/Kolleginnen, häufigerer Einsatz der „feed-and-sleep“ Methode und einen Pflegemangel. Diese schienen der Qualität der durchgeführten Eingriffe jedoch nur unwesentlich zu reduzieren.

## **7. Zusammenfassung**

Vorliegende Untersuchung am Universitätsklinikum Würzburg sowie die Befragung von Anästhesisten/Anästhesistinnen im Raum der 3 DACH-Länder zeigen, dass bildgebende Verfahren bei Säuglingen mit einer niedrigen Rate an Komplikationen, zumeist in medikamentöser Sedierung mit Propofol, durchgeführt werden. Wie international üblich ist im Säuglingsalter die Magnetresonanztomographie das bildgebende Verfahren der Wahl und wird, mit überzeugender Häufigkeit, erfolgreich durchgeführt.<sup>93</sup>

Die Untersuchung am Universitätsklinikum Würzburg legt nahe, dass männliche Säuglinge häufiger eine Bildgebung benötigen und häufiger höheren ASA-Kategorie zugeschrieben werden. Dabei scheinen sie auch häufiger Komplikationen zu erleben und bedürfen daher besonderer Aufmerksamkeit. Eine eventuelle Alternative zur Sedierung kann dabei die „feed-and-sleep“ Methode darstellen. In unserer Umfrage konnten wir erheben, dass diese Methode bisher wenig verbreitet ist, obwohl in diesem Zusammenhang eventuell Abläufe und Prozesszeiten strukturiert und optimiert werden können, da beispielsweise die Nachüberwachung entfällt. Vorstellbar wäre beispielsweise, mehrere Säuglinge zum gleichen Zeitpunkt ins MRT zu bestellen, um gegebenenfalls den am frühesten eingeschlafenen Säugling vorzuziehen. Diese Methode sollte zukünftig Einzug in die wissenschaftliche Untersuchung von bildgebenden Verfahren bei Säuglingen finden.

Die Umfrage im deutschsprachigen Raum zeigt eine Leitlinien-gerechte Betreuung von Säuglingen für bildgebende Verfahren, die mit einer hohen Qualität, und zumeist erfolgreich von erfahrenen Anästhesisten/Anästhesistinnen durchgeführt wird. Eventuelle Verbesserungen können im Bereich der Ausbildung nachfolgender Ärztinnen/Ärzte und in der häufigeren Verwendung der „feed-and-sleep“ Methode liegen, die vielen Kollegen/Kolleginnen bekannt ist, aber nur selten durchgeführt wird.

Ziel ist eine qualitativ hochwertige, schnellstmöglich durchgeführte Bildgebung, die ohne oder mit der niedrigst möglichen Dosierung eines sedierenden Medikamentes zu erreichen ist.<sup>94</sup>

## 8. Literaturverzeichnis

1. Aken H Van, Biermann E, Martin J, et al. Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter. *Anästh Intensivmed.* 2010;51:603-614.
2. Powers KS, Nazarian EB, Tapyrik S a, et al. Bispectral index as a guide for titration of propofol during procedural sedation among children. *Pediatrics.* 2005;115(6):1666-1674. doi:10.1542/peds.2004-1979
3. Cravero JP, Beach ML, Blike GT, Gallagher SM, Hertzog JH. The incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia with propofol for procedures outside the operating room: a report from the pediatric sedation research consortium. *Anesth Analg.* 2009;108:795-804. doi:10.1213/ane.0b013e31818fc334
4. Kaila R, Chen X, Kannikeswaran N. Postdischarge Adverse Events Related to Sedation for Diagnostic Imaging in Children. *Pediatr Emerg Care.* 2012;28(8):796-801. doi:10.1097/PEC.0b013e3182628829
5. Kurth CD, Tyler D, Heitmiller E, Tosone SR, Martin L, Deshpande JK. National pediatric anesthesia safety quality improvement program in the United States. *Anesth Analg.* 2014. doi:10.1213/ANE.0000000000000040
6. Habre W, Disma N, Virag K, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med.* 2017. doi:10.1016/S2213-2600(17)30116-9
7. Schiff JH, Welker A, Fohr B, et al. Major incidents and complications in otherwise healthy patients undergoing elective procedures: Results based on 1.37 million anaesthetic procedures. *Br J Anaesth.* 2014. doi:10.1093/bja/aeu094
8. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: A retrospective cohort study. *Lancet.* 2012;380(9840):499-505. doi:10.1016/S0140-6736(12)60815-0
9. Pressdee D, May L, Eastman E, Grier D. The use of play therapy in the preparation of children undergoing MR imaging. *Clin Radiol.* 1997;52(12):945-947. doi:10.1016/S0009-9260(97)80229-2

10. Mathur AM, Neil JJ, McKinstry RC, Inder TE. Transport, monitoring, and successful brain MR imaging in unsedated neonates. *Pediatr Radiol.* 2008;38:260-264. doi:10.1007/s00247-007-0705-9
11. Masaracchia MM, Tsapakos MJ, McNulty NJ, Beach ML. Changing the paradigm for diagnostic MRI in pediatrics: Don't hold your breath. *Paediatr Anaesth.* 2017;27(9):880-884. doi:10.1111/pan.13165
12. Neubauer V, Griesmaier E, Baumgartner K, Mallouhi a., Keller M, Kiechl-Kohlendorfer U. Feasibility of cerebral MRI in non-sedated preterm-born infants at term-equivalent age: Report of a single centre. *Acta Paediatr Int J Paediatr.* 2011;100:1544-1547. doi:10.1111/j.1651-2227.2011.02388.x
13. Sury MRJ, Harker H, Begent J, Chong WK. The management of infants and children for painless imaging. *Clin Radiol.* 2005;60(7):731-741. doi:10.1016/j.crad.2005.02.014
14. Becke K, Landsleitner B, Reinhold P, Schmitz B, Strauß J, Philippi-Höhne C. Diagnostische und interventionelle Eingriffe im Kindesalter : Anästhesiologisches Management. *Anaesthesist.* 2010;59:1013-1020. doi:10.1007/s00101-010-1781-z
15. Heard C, Harutunians M, Houck J, Joshi P, Johnson K, Lerman J. Propofol Anesthesia for Children Undergoing Magnetic Resonance Imaging: A Comparison with Isoflurane, Nitrous Oxide, and a Laryngeal Mask Airway. 2015;120(1):157-164. doi:10.1213/ANE.0000000000000504
16. Ozdemir Kol I, Egilmez H, Kaygusuz K, Gursoy S, Mimaroglu C. Open-label, prospective, randomized comparison of propofol and sevoflurane for laryngeal mask anesthesia for magnetic resonance imaging in pediatric patients. *Clin Ther.* 2008;30(1):175-181. doi:10.1016/j.clinthera.2008.01.008
17. S. Heinrich, A. Irouschek, A. Ackermann, T. Birkholz, R. Janka, M. M. Lell JS. Magnetresonanztomografie bei Kindern in Sedierung – anästhesiologisches Prozedere , Zeitbedarf und Determinanten verzögerter Prozessabläufe. *Fortschr Röntgenstr.* 2013;185:467-473. doi:10.1055/s-0032-1330742
18. Passariello M, Almenrader N, Galante D. Sedation for painless imaging in Italy: A web-based survey. *Paediatr Anaesth.* 2013;23:371-372. doi:10.1111/pan.12118

19. Apfelbaum JL, Gross JB, Connis RT, et al. Practice guidelines for moderate procedural sedation and analgesia 2018. *Anesthesiology*. 2018. doi:10.1097/ALN.0000000000002043
20. The American Society of Anesthesiologists: Task Force on Anesthetic Care for Magnetic Resonance imaging. Practice Advisory on Anesthetic Care for Magnetic Resonance Imaging. *Anesthesiology*. 2015. doi:10.1097/ALN.0b013e31818f9206
21. Pitetti R, Davis PJ, Redlinger R, White J, Wiener E, Calhoun KH. Effect on hospital-wide sedation practices after implementation of the 2001 JCAHO procedural sedation and analgesia guidelines. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160(2):211-216. doi:10.1001/archpedi.160.2.211
22. Anand KJS, Hickey PR. Halothane–Morphine Compared with High-Dose Sufentanil for Anesthesia and Postoperative Analgesia in Neonatal Cardiac Surgery. *N Engl J Med*. 1992;326(1):1-9. doi:10.1056/NEJM199201023260101
23. Pershad J, Gilmore B. Successful implementation of a radiology sedation service staffed exclusively by pediatric emergency physicians. *Pediatrics*. 2006;117(3):e413-e422. doi:10.1542/peds.2005-1385
24. Lalwani K, Michel M. Pediatric sedation in North American children’s hospitals: A survey of anesthesia providers. *Paediatr Anaesth*. 2005;15:209-213. doi:10.1111/j.1460-9592.2005.01437.x
25. Malviya S, Voepel-Lewis T, Tait a R. Adverse events and risk factors associated with the sedation of children by nonanesthesiologists. *Anesth Analg*. 1997;85(Figure 1):1207-1213. doi:10.1213/00000539-199712000-00005
26. Jevtovic-Todorovic V, Hartman RE, Izumi Y, et al. Early Exposure to Common Anesthetic Agents Causes Widespread Neurodegeneration in the Developing Rat Brain and Persistent Learning Deficits. *J Neurosci*. 2003;23(3):876-882. doi:10.1523/JNEUROSCI.23-03-00876.2003
27. Zhu C, Gao J, Karlsson N, et al. Isoflurane anesthesia induced persistent, progressive memory impairment, caused a loss of neural stem cells, and reduced neurogenesis in young, but not adult, rodents. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2010;30(5):1017-1030. doi:10.1038/jcbfm.2009.274



28. Rizzi S, Ori C, Jevtovic-Todorovic V. Timing versus duration: Determinants of anesthesia-induced developmental apoptosis in the young mammalian brain. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol 1199. ; 2010:43-51. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.05173.x
29. Paule MG, Li M, Allen RR, et al. Ketamine anesthesia during the first week of life can cause long-lasting cognitive deficits in rhesus monkeys. *Neurotoxicol Teratol*. 2011;33(2):220-230. doi:10.1016/j.ntt.2011.01.001
30. Jevtovic-Todorovic V. Exposure of Developing Brain to General Anesthesia. *Anesthesiology*. 2018;128(4):832-839. doi:10.1097/ALN.0000000000002047
31. Warner DO, Zaccariello MJ, Katusic SK, et al. Neuropsychological and Behavioral Outcomes after Exposure of Young Children to Procedures Requiring General Anesthesia: The Mayo Anesthesia Safety in Kids (MASK) Study. *Anesthesiology*. 2018;129(1):89-105. doi:10.1097/ALN.0000000000002232
32. Jevtovic-Todorovic V, Hartman RE, Izumi Y, et al. Early exposure to common anesthetic agents causes widespread neurodegeneration in the developing rat brain and persistent learning deficits. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2003;15(3):295-296. doi:10.1097/00008506-200307000-00029
33. Sun LS, Li G, DiMaggio C, et al. Anesthesia and neurodevelopment in children: Time for an answer? *Anesthesiology*. 2008;109(5):757-761. doi:10.1097/ALN.0b013e31818a37fd
34. Sanders RD, Hassell J, Davidson AJ, Robertson NJ, Ma D. Impact of anaesthetics and surgery on neurodevelopment: An update. *Br J Anaesth*. 2013;110(SUPPL.1). doi:10.1093/bja/aet054
35. Loepke AW, Istaphanous GK, McAuliffe JJ, et al. The effects of neonatal isoflurane exposure in mice on brain cell viability, adult behavior, learning, and memory. *Anesth Analg*. 2009;108(1):90-104. doi:10.1213/ane.0b013e31818cdb29
36. Yon J-H, Daniel-Johnson J, Carter LB, Jevtovic-Todorovic V. Anesthesia induces neuronal cell death in the developing rat brain via the intrinsic and extrinsic apoptotic pathways. *Neuroscience*. 2005;135(3):815-827. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.03.064

37. Davidson AJ, Sun LS. Clinical Evidence for Any Effect of Anesthesia on the Developing Brain. *Anesthesiology*. 2018;128:840-853. doi:10.1097/ALN.0000000000001972
38. Flick RP, Katusic SK, Colligan RC, et al. Cognitive and Behavioral Outcomes After Early Exposure to Anesthesia and Surgery. *Pediatrics*. 2011;128(5):e1053-e1061. doi:10.1542/peds.2011-0351
39. Kalkman CJ, Peelen L, Moons KG, et al. Behavior and development in children and age at the time of first anesthetic exposure. *Anesthesiology*. 2009;110(4):805-812. doi:10.1097/ALN.0b013e31819c7124
40. Loepke AW, Soriano SG. An assessment of the effects of general anesthetics on developing brain structure and neurocognitive function. *Anesth Analg*. 2008;106(6):1681-1707. doi:10.1213/ane.0b013e318167ad77
41. Sun L. Early childhood general anaesthesia exposure and neurocognitive development. *Br J Anaesth*. 2010;105 Suppl:i61-i68. doi:10.1093/bja/aeq302
42. Chinn GA, Russell JMS, Sall JW. Is a short anesthetic exposure in children safe? Time will tell: a focused commentary of the GAS and PANDA trials. *Ann Transl Med*. 2016;4(20):408-408. doi:10.21037/atm.2016.10.43
43. Davidson AJ, Disma N, De Graaff JC, et al. Neurodevelopmental outcome at 2 years of age after general anaesthesia and awake-regional anaesthesia in infancy (GAS): An international multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;387(10015):239-250. doi:10.1016/S0140-6736(15)00608-X
44. Dimaggio C, Sun LS, Li G. Early childhood exposure to anesthesia and risk of developmental and behavioral disorders in a sibling birth cohort. *Anesth Analg*. 2011;113(5):1143-1151. doi:10.1213/ANE.0b013e3182147f42
45. Sun LS, Li G, Miller TLK, et al. Association between a single general anesthesia exposure before age 36 months and neurocognitive outcomes in later childhood. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2016;315(21):2312-2320. doi:10.1001/jama.2016.6967
46. McCann ME, de Graaff JC, Davidson AJ. Neurodevelopmental outcome at 5 years of age after general anaesthesia or awake-regional anaesthesia in infancy (GAS): an international, multicentre, randomised, controlled equivalence trial. *Lancet*. 2019;393:664-77.

47. Hu D, Flick RP, Zaccariello MJ, et al. Association between exposure of young children to procedures requiring general anesthesia and learning and behavioral outcomes in a population-based birth cohort. *Anesthesiology*. 2017;127(2):227-240. doi:10.1097/ALN.0000000000001735
48. Sanders RD, Davidson A. Editorial: Anesthetic-induced neurotoxicity of the neonate: Time for clinical guidelines? *Paediatr Anaesth*. 2009;19(12):1141-1146. doi:10.1111/j.1460-9592.2009.03141.x
49. Anand KJS, Soriano SG. Anesthetic agents and the immature brain: Are these toxic or therapeutic? *Anesthesiology*. 2004;101(2):527-530. doi:10.1097/00000542-200408000-00033
50. Andropoulos DB, Greene MF. Anesthesia and developing brains - Implications of the FDA warning. *Obstet Gynecol Surv*. 2017;72(8):468-469. doi:10.1097/OGX.0000000000000475
51. Zwissler B. Präoperative evaluation erwachsener patienten vor elektiven, nicht herz-Thoraxchirurgischen eingriffen. *Anesthesiol und Intensivmed*. 2017;58(6):349-364. doi:10.19224/ai2017.349
52. Strauß JM, Becke K, Schmidt J. Präoperative diagnostik, impfabstand und nüchternheit im kindesalter: Vorwort zu der handlungsempfehlung. *Anesthesiol und Intensivmed*. 2007;48(9 SUPPL. 3).
53. Leiner DJ, Scherr S, Bartsch A. Using Open-Source Tools to Measure Online Selective Exposure in Naturalistic Settings. *Commun Methods Meas*. 2016;10(4):199-216. doi:10.1080/19312458.2016.1224825
54. Lehmann V, Giest J, Wermelt J, Bode C, Becke K, Ellerkmann RK. Postoperative Agitation im Kindesalter. *Anaesthesist*. 2015;64(5):373-380. doi:10.1007/s00101-015-0026-6
55. Lee YJ, Kim DK, Kwak YH, Kim HB, Park JH, Jung JH. Analysis of the appropriate age and weight for pediatric patient sedation for magnetic resonance imaging. *Am J Emerg Med*. 2012;30(7):1189-1195. doi:10.1016/j.ajem.2012.01.009
56. Lew VK, Lalwani K, Palermo TM. Factors affecting parental satisfaction following pediatric procedural sedation. *J Clin Anesth*. 2010;22(1):29-34. doi:10.1016/j.jclinane.2009.02.012

57. Grunwell JR, McCracken C, Fortenberry J, Stockwell J, Kamat P. Risk factors leading to failed procedural sedation in children outside the operating room. *Pediatr Emerg Care*. 2014. doi:10.1097/PEC.0000000000000143
58. Malviya S, Voepel-Lewis T, Eldevik OP, Rockwell DT, Wong JH, Tait a R. Sedation and general anaesthesia in children undergoing MRI and CT: adverse events and outcomes. *Br J Anaesth*. 2000;84(6):743-748. doi:10.1097/00132586-200102000-00040
59. Mason KP, Fontaine PJ, Robinson F, Zgleszewski S. Pediatric sedation in a community hospital-based outpatient MRI center. *Am J Roentgenol*. 2012;198(February):448-452. doi:10.2214/AJR.11.7346
60. Pershad J, Wan J, Anghelescu DL. Comparison of propofol with pentobarbital/midazolam/fentanyl sedation for magnetic resonance imaging of the brain in children. *Pediatrics*. 2007;120(3):e629-e636. doi:10.1542/peds.2006-3108
61. Eker HE, Cok OY, Çetinkaya B, Aribogan A. Oral 30% glucose provides sufficient sedation in newborns during MRI. *J Anesth*. 2017. doi:10.1007/s00540-016-2296-9
62. Mirmiran M. Neonatal Brain Magnetic Resonance Imaging Before Discharge Is Better Than Serial Cranial Ultrasound in Predicting Cerebral Palsy in Very Low Birth Weight Preterm Infants. *Pediatrics*. 2004. doi:10.1542/peds.2003-0772-1
63. Schulte-Uentrop L, Goepfert MS. Anaesthesia or sedation for MRI in children. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23:513-517. doi:10.1097/ACO.0b013e32833bb524
64. Metzner J, Domino KB. Risks of anesthesia or sedation outside the operating room: the role of the anesthesia care provider. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23:523-531. doi:10.1097/ACO.0b013e32833b7d7c
65. McQueen A, Wright RO, Kido MM, Kaye E, Krauss B. Procedural Sedation and Analgesia Outcomes in Children After Discharge From the Emergency Department: Ketamine Versus Fentanyl/Midazolam. *Ann Emerg Med*. 2009;54(2). doi:10.1016/j.annemergmed.2009.04.015

66. Baxter AL, Mallory MD, Spandorfer PR, Sharma S, Freilich SH, Cravero J. Etomidate versus pentobarbital for computed tomography sedations: report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Pediatr Emerg Care.* 2007;23(10):690-695. doi:10.1097/PEC.0b013e3181558d5c
67. Kao SC, Adamson SD, Tatman LH, Berbaum KS. A survey of post-discharge side effects of conscious sedation using chloral hydrate in pediatric CT and MR imaging. *Pediatr Radiol.* 1999;29(4):287-290. doi:10.1007/s002470050590
68. Caperell K, Pitetti R. Is higher asa class associated with an increased incidence of adverse events during procedural sedation in a pediatric emergency department? *Pediatr Emerg Care.* 2009;25(10):661-664. doi:10.1097/PEC.0b013e3181bec7cc
69. Cote CJ, Karl HW, Notterman DA, Weinberg JA, McCloskey C. Adverse Sedation Events in Pediatrics: Analysis of Medications Used for Sedation. *Pediatrics.* 2000;106(4):633-644. doi:10.1542/peds.106.4.633
70. Misra S, Mahajan P V., Chen X, Kannikeswaran N. Safety of procedural sedation and analgesia in children less than 2 years of age in a pediatric emergency department. *Int J Emerg Med.* 2008. doi:10.1007/s12245-008-0047-x
71. Roback MG, Wathen JE, Bajaj L, Bothner JP. Adverse events associated with procedural sedation and analgesia in a pediatric emergency department: A comparison of common parenteral drugs. *Acad Emerg Med.* 2005. doi:10.1197/j.aem.2004.12.009
72. Antonov NK, Ruzal-Shapiro CB, Morel KD, et al. Feed and Wrap MRI Technique in Infants. *Clin Pediatr (Phila).* 2016:000992281667780. doi:10.1177/0009922816677806
73. Gale C, Jeffries S, Logan KM, Chappell KE, Uthaya SN, Modi N. Avoiding sedation in research MRI and spectroscopy in infants: our approach, success rate and prevalence of incidental findings. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2013;98:F267–F268. doi:0.1136/archdischild-2012-302536
74. Hansen SS. Feed-and-sleep: a non-invasive and safe alternative to general anaesthesia when imaging very young children. *Radiographer.* 2013. doi:10.1002/j.2051-3909.2009.tb00096.x

75. De Amorim E Silva CJT, Mackenzie a., Hallowell LM, Stewart SE, Ditchfield MR. Practice MRI: Reducing the need for sedation and general anaesthesia in children undergoing MRI. *Australas Radiol.* 2006;50(February):319-323. doi:10.1111/j.1440-1673.2006.01590.x
76. Kilbaugh TJ, Friess SH, Raghupathi R, Huh JW. Sedation and Analgesia in Children with Developmental Disabilities and Neurologic Disorders. *Int J Pediatr.* 2010. doi:10.1155/2010/189142
77. Kluge S, Baumann HJ, Maier C, et al. Tracheostomy in the intensive care unit: A nationwide survey. *Anesth Analg.* 2008;107(5):1639-1643. doi:10.1213/ane.0b013e318188b818
78. Engelhardt T, Strachan L, Johnston G. Aspiration and regurgitation prophylaxis in paediatric anaesthesia. *Paediatr Anaesth.* 2001;11(2):147-150. doi:10.1046/j.1460-9592.2001.00630.x
79. Shimada Y, Nishiwaki K, Sato K, Sato E, Miyasaka K. Pediatric anesthesia practice and training in Japan: A survey. *Paediatr Anaesth.* 2006;16(5):543-547. doi:10.1111/j.1460-9592.2005.01817.x
80. McBrien ME, Winder J, Smyth L. Anaesthesia for magnetic resonance imaging: A survey of current practice in the UK and Ireland. *Anaesthesia.* 2000;55(8):737-743. doi:10.1046/j.1365-2044.2000.01322.x
81. Sheraton TE, Gildersleve CD, Hall JE. The use of nitrous oxide in paediatric anaesthetic practice in the United Kingdom: A questionnaire survey. *Anaesthesia.* 2007;62(1):62-66. doi:10.1111/j.1365-2044.2006.04857.x
82. Baehner T, Dewald O, Heinze I, et al. The provision of pediatric cardiac anesthesia services in Germany: current status of structural and personnel organization. *Paediatr Anaesth.* 2017;27(8):801-809. doi:10.1111/pan.13153
83. Sury MRJ, Arumainathan R, Belhaj AM, Macg Palmer JH, Cook TM, Pandit JJ. The state of UK pediatric anesthesia: A survey of National Health Service activity. *Paediatr Anaesth.* 2015;25(11):1085-1092. doi:10.1111/pan.12753
84. Landauer, B. Weis E. Qualifizierte pflegerische Assistenz immer notwendig? *BDAktuell JUS-Letter* 2008; 8(2). 2008:353-356.

85. Malviya S, Voepel-Lewis T, Eldevik OP, Rockwell DT, Wong JH, Tait AR. Sedation and general anaesthesia in children undergoing MRI and CT: Adverse events and outcomes. *Br J Anaesth.* 2000;84(6):743-748. doi:10.1093/oxfordjournals.bja.a013586
86. Machata AM, Willschke H, Kabon B, Kettner SC, Marhofer P. Propofol-based sedation regimen for infants and children undergoing ambulatory magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth.* 2008;101(2):239-243. doi:10.1093/bja/aen153
87. Sury MRJ, Harker H, Thomas ML. Sevoflurane sedation in infants undergoing MRI: A preliminary report. *Paediatr Anaesth.* 2005;15:16-22. doi:10.1111/j.1460-9592.2005.01456.x
88. Becke K, Landsleitner B, Strauss J. Anaesthesia induction in children. *Anesthesiol Intensivmed.* 2010;51:347+.
89. R. Sümpelmann, H. Hollnberger, J. Schmidt JMS. S1-Leitlinie\*: Perioperative Infusionstherapie bei Kindern. *Anästh Intensivmed.* 2016;57:368-376.
90. Becke K. Risikoeinschätzung, prophylaxe und therapie von postoperativem erbrechen im kindesalter: Vorwort zur handlungsempfehlung. *Anesthesiol und Intensivmed.* 2007;48(9 SUPPL. 3):94-98.
91. Becke K, Giest J, Strauß JM. Handlungsempfehlungen zur präoperativen Diagnostik, Impfabstand und Nüchternheit im Kindesalter. *Anesthesiol und Intensivmed.* 2007;48(9 SUPPL. 3).
92. Coté CJ, Wilson S. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients Before, During, and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures. *Pediatr Dent.* 2019;41(4):259-260. doi:10.1542/peds.89.6.1110
93. Salerno S, Granata C, Trapenese M, et al. Is MRI imaging in pediatric age totally safe? A critical reprisal. *Radiologia Medica.* 2018:1-8.
94. Jaimes C, Gee MS. Strategies to minimize sedation in pediatric body magnetic resonance imaging. *Pediatr Radiol.* 2016;46(6):916-927. doi:10.1007/s00247-016-3613-z

## Appendix

### I. Abkürzungsverzeichnis

ANOVA .....	analysis of variance
APRICOT .....	Anaesthesia PRactice In Children Observational Trial
ASA .....	American Society of Anesthesiologists
BERA.....	brainstem evoked response audiometry
CT .....	Computertomographie
DACH Nationalitätszeichen der drei Länder D (Deutschland), A (Österreich) und CH (Schweiz)	
DGAI .....	Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin
DIN .....	Deutsche Industrienorm
DSGVO.....	Datenschutzgrundverordnung
EKG .....	Elektrokardiogramm
FDA .....	Food and Drug Administration
GAS .....	General Anesthesia compared to Spinal anesthesia
GGW .....	Geburtsgewicht
GPOH.....	Gesellschaft für Pädiatrische Hämatologie und Onkologie
IP .....	Internetprotokoll
ITS .....	Intensivstation
JCAHO.....	Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations
MASK.....	Mayo Anesthesia Safety in Kids
MRT .....	Magnetresonanztomographie
NIRS .....	near infrared spectroscopy
OEGARI ....	Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin
PANDA.....	Pediatric Anesthesia NeuroDevelopment Assessment
PAS.....	Perioperative Anästhesie Station
PEG.....	perkutane endoskopische Gastrostomie
SAP .....	Systemanalyse Programmentwicklung
SOP .....	Standard Operating Procedure
SSW .....	Schwangerschaftswoche
TIME_RSI .....	relativer Geschwindigkeitsindex



## II. Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: SCHEMATISCHER UNTERSUCHUNGSABLAUF „BILDGEBENDES VERFAHREN“ BEI NEUGEBORENEN AM UNIVERSITÄTSKLINIKUM WÜRZBURG .....	10
ABBILDUNG 2: PATIENTENAUSWAHL .....	12
ABBILDUNG 3: GESCHLECHTERVERTEILUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	21
ABBILDUNG 4: ALTERSVERTEILUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT ..	22
ABBILDUNG 5: KÖRPERGEWICHT UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; .....	23
ABBILDUNG 6: KÖRPERGRÖÙE UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; .....	24
ABBILDUNG 7: ZEITPUNKT DER GEBURT UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	25
ABBILDUNG 8: GEBURTSGEWICHT UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; GRAMM KÖRPERGEWICHT; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	26
ABBILDUNG 9: JAHRESVERTEILUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT ..	27
ABBILDUNG 10: MONATSVERTEILUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; KUMULATIVE SÄULEN; ABSOLUTWERTE .....	28
ABBILDUNG 11: TAGESZEITLICHE VERTEILUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; KUMULATIVE SÄULEN; ABSOLUTWERTE .....	29
ABBILDUNG 12: BETREUENDE KLINIKEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	30
ABBILDUNG 13: ERFOLGREICH DURCHFÜHRTE BILDGEBUNGEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	34
ABBILDUNG 14: DRINGLICHKEIT DURCHFÜHRTER BILDGEBUNGEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	36
ABBILDUNG 15: SCHWANGERSCHAFTSWOCHEN BEI GEBURT UNTERSUCHTER SÄUGLINGE, DIE ANÄSTHESIOLOGISCH BETREUT WURDEN; KUMULATIVE SÄULEN MÄNNLICHER UND WEIBLICHER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE .....	39
ABBILDUNG 16: DURCHSCHNITTLICHES ALTER UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; .....	40
ABBILDUNG 17: DURCHSCHNITTLICHES KÖRPERGEWICHT UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; .....	41
ABBILDUNG 18: DURCHSCHNITTLICHE KÖRPERGRÖÙE UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; .....	42
ABBILDUNG 19: ANZAHL UNTERSUCHTER SÄUGLINGE JE ASA-KATEGORIE; .....	44
ABBILDUNG 20: NARKOSEFORMEN ANÄSTHESIOLOGISCH BETREUTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	45
ABBILDUNG 21: AUSBILDUNGSSTAND DER BETREUENDEN ÄRZTE/ÄRZTINNEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; .....	51

ABBILDUNG 22: ZUR SEDIERUNG SOWIE NARKOSE EINGESETZTE HYPNOTIKA; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	55
ABBILDUNG 23: PUNKTDIAGRAMM DER INITIALDOSIERUNG MIT PROPOFOL SEDIERTER SÄUGLINGS	55
ABBILDUNG 24: DURCHSCHNITTLICHE PROPOFOL-INITIALDOSIERUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGS; .....	56
ABBILDUNG 25: PUNKTDIAGRAMM DER INITIALDOSIERUNG MIT PROPOFOL SEDIERTER SÄUGLINGS NACH ALTER .....	57
ABBILDUNG 26: VISITE VOR ANÄSTHESIOLOGISCHER BETREUUNG UNTERSUCHTER SÄUGLINGS, ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	60
ABBILDUNG 27: WEITERBETREUENDE STATIONEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGS; ABSOLUTWERTE..	62
ABBILDUNG 28: DAUER DER FUNKTIONSABSCHNITTE UNTERSUCHTER SÄUGLINGS; .....	63
ABBILDUNG 29: DAUER DER FUNKTIONSABSCHNITTE UNTERSUCHTER SÄUGLINGS JE ASA- KATEGORIE; .....	64
ABBILDUNG 30: DAUER DER FUNKTIONSABSCHNITTE UNTERSUCHTER SÄUGLINGS JE NARKOSEFORM; .....	65
ABBILDUNG 31: MITGLIEDER DER ANGESCHRIEBENEN ORGANISATIONEN UND RESPEKTIVER RÜCKLAUF; .....	66
ABBILDUNG 32: FRAGE 2/3: „ <i>WIE VIELE ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN HABEN SIE IN DEN LETZTEN 2 JAHREN PRO WOCHE DURCHSCHNITTLICH BEI KINDERN BIS ZUM 10. LEBENSJAHR/6. LEBENSMONAT DURCHGEFÜHRT</i> “; .....	68
ABBILDUNG 33: FRAGE 5: „ <i>WELCHE VERSORGUNGSSTUFE HAT DIE KLINIK, AN DER SIE ÜBERWIEGEND TÄTIG SIND</i> “; ABSOLUTWERTE UND PROZENT.....	69
ABBILDUNG 34: FRAGE 7: " <i>GIBT ES AN IHRER KLINIK EIN STANDARDISIERTES, ÄRZTLICHES TEAM, WELCHES ROUTINEMÄßIG ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN FÜR BILDGEBENDE VERFAHREN BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT DURCHFÜHRT?</i> "; ABSOLUTWERTE UND PROZENT ...	70
ABBILDUNG 35: FRAGE 13: " <i>WIE OFT WURDEN AN IHRER KLINIK IN DEN LETZTEN 2 JAHREN ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN FÜR BILDGEBENDE VERFAHREN BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT DURCHGEFÜHRT?</i> "; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	72
ABBILDUNG 36: FRAGE 15: " <i>HABEN SIE IN DEN LETZTEN 2 JAHREN EINE ZUNAHME AN BILDGEBENDEN VERFAHREN MIT DER NOTWENDIGKEIT EINER ALLGEMEINANÄSTHESIE/SEDIERUNG ERLEBT?</i> "; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	74
ABBILDUNG 37: FRAGE 17: " <i>WELCHES VERFAHREN WURDE AN IHRER KLINIK IN DEN LETZTEN 2 JAHREN BEVORZUGT ZUR DURCHFÜHRUNG VON MRT-UNTERSUCHUNGEN BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT EINGESETZT?</i> "; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	75
ABBILDUNG 38: FRAGE 20: " <i>WIE VIELE UNTERSUCHUNGEN IN SEDIERUNG MUSSTEN IN DEN LETZTEN 2 JAHREN WEGEN KOMPLIKATIONEN ABGEBROCHEN WERDEN?</i> "; ABSOLUTWERTE UND PROZENT	76

ABBILDUNG 39: FRAGE 29: <i>"FALLS SIE ALTERNATIVE SEDIERUNGSKONZEPTE DURCHFÜHREN, WIE HÄUFIG WAR DIES IN DEN LETZTEN 2 JAHREN?"</i> ; ABSOLUTWERTE UND PROZENT.....	80
ABBILDUNG 40: FRAGE 40: <i>„WO WERDEN DIE SÄUGLINGE NACH ABSCHLUSS DER UNTERSUCHUNG ÜBERWACHT?"</i> ; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	83
ABBILDUNG 41: FRAGE 35: <i>"KOMMEN DIE SÄUGLINGE BIS ZUM 6. LEBENSMONAT ZU ELEKTIVEN BILDGEBUNGEN MIT BEREITS ETABLIERTEM, VENÖSEN ZUGANG?"</i> ; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	84

### III. Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: PATIENTENCHARAKTERISTIKEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE .....	19
TABELLE 2: GRUNDERKRANKUNGEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE .....	31
TABELLE 3: BEGLEITERKRANKUNGEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE .....	32
TABELLE 4: BILDGEBUNGEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE.....	33
TABELLE 5: GRÜNDE FÜR ABGEBROCHENE UNTERSUCHUNGEN .....	35
TABELLE 6: KOMPLIKATIONEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE .....	37
TABELLE 7: PATIENTEN/-INNEN-CHARAKTERISTIKEN UNTERSUCHTER SÄUGLINGE JE NARKOSEFORM;.....	40
TABELLE 8: PATIENTEN/-INNEN-CHARAKTERISTIKEN JE ASA-KATEGORIE (I-IV);.....	43
TABELLE 9: INSTRUMENTIERUNG UNTERSUCHTER SÄUGLING; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	52
TABELLE 10: MONITORING UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT.....	53
TABELLE 11: ZUSÄTZLICH EINGESETZTE MEDIKAMENTE UNTERSUCHTER SÄUGLINGE; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	58
TABELLE 12: FRAGE 14: "WELCHE BILDGEBENDEN VERFAHREN WERDEN AN IHRER KLINIK BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT IN ALLGEMEINANÄSTHESIE/SEDIERUNG DURCHGEFÜHRT?"; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	73
TABELLE 13: FRAGE 18: "ERINNERN SIE SICH AN KOMPLIKATIONEN BEI ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN FÜR BILDGEBENDE VERFAHREN BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT IN DEN LETZTEN 2 JAHREN, WENN JA, WELCHE?"; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	77
TABELLE 14: FRAGE 26: "WELCHE MEDIKAMENTE WERDEN AN IHRER KLINIK ROUTINEMÄßIG ZUR DURCHFÜHRUNG VON ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN FÜR BILDGEBENDE VERFAHREN IM SÄUGLINGSALTER EINGESETZT?";.....	78
TABELLE 15: FRAGE 28: "FALLS SIE ALTERNATIVE SEDIERUNGSKONZEPTE KENNEN/EINSETZEN, WELCHE SIND DIES?" .....	81
TABELLE 16: FRAGE 46: "WELCHE AUSSTATTUNG FINDET SICH STANDARDMÄßIG AM ARBEITSPLATZ IHRER KLINIK AN DEM ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN FÜR BILDGEBENDE VERFAHREN BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT DURCHGEFÜHRT WERDEN?"; ABSOLUTWERTE UND PROZENT .....	86
TABELLE 17: FRAGE 45: "WELCHES MONITORING SETZEN SIE ZUR ÜBERWACHUNG WÄHREND DES BILDGEBENDEN VERFAHRENS BEI SÄUGLINGEN BIS ZUM 6. LEBENSMONAT EIN?"; ABSOLUTWERTE .....	87
TABELLE 18: FRAGE 48: "WO SEHEN SIE DAS GRÖßTE VERBESSERUNGSPOTENTIAL AM AKTUELLEN VORGEHEN BEZÜGLICH ALLGEMEINANÄSTHESIEN/SEDIERUNGEN FÜR SÄUGLINGE BIS ZUM 6. LEBENSMONAT FÜR BILDGEBENDE VERFAHREN AN IHRER KLINIK?" .....	88

## IV. Zusatzmaterial

### IV.I Fragebogen

Seite 01

AI

1. Wie viele Jahre sind Sie im Fach Anästhesiologie tätig?

2. Wie viele Allgemeinanästhesien oder Sedierungen haben Sie in den letzten 2 Jahren pro Woche durchschnittlich bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr durchgeführt?

<1/Woche

1-5/Woche

6-10/Woche

>10/Woche

3. Wie viele Allgemeinanästhesien oder Sedierungen haben Sie in den letzten 2 Jahren pro Woche durchschnittlich bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt?

<1/Woche

1-5/Woche

6-10/Woche

>10/Woche

4. In welchem Staat sind Sie tätig?

Deutschland

Österreich

Schweiz

5. Welche Versorgungsstufe hat die Klinik, an der Sie überwiegend tätig sind?

Universitätsklinikum

Maximalversorgung

Schwerpunktversorgung

Regelversorgung

Grundversorgung

anderer Arbeitsplatz, z.B. niedergelassener Bereich

spezialisierte Kinderklinik

Seite 02

P0

**6. Welche Fachabteilung betreut an Ihrer Klinik Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat ?**

**Mehrfachnennung möglich**

Anästhesie

Pädiatrie

Notfallmedizin

Radiologie ohne weitere Fachdisziplin

sonstige

**7. Gibt es an Ihrer Klinik ein standardisiertes, ärztliches Team, welches routinemäßig Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchführt?**

Ja

Nein

**8. Falls es an Ihrer Klinik ein standardisiertes, ärztliches Team gibt, welches routinemäßig Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchführt, wie viele Ärzte/Ärztinnen umfasst dieses?**

Anzahl Ärzte/Ärztinnen:

gibt es an unserer Klinik nicht

**9. Welchen Ausbildungsstand muss die/der betreuende Arzt/Ärztin MINDESTENS haben um an Ihrer Klinik eigenständig Allgemeinanästhesien oder Sedierungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchzuführen?**

Assistenzärztin/-arzt

Fachärztin/-arzt

Funktionsoberärztin/-arzt – Oberarzt-Stellvertreter/-vertreterin

Oberärztin/-arzt

leitende Ärztin/Arzt

Chefärztin/-arzt

**10. Falls an Ihrer Klinik Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren an Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat eigenständig von Assistenzärztinnen/-ärzten durchgeführt werden, wie viele Monate Berufserfahrung müssen diese MINDESTENS vorweisen?**

- 1-12 Monate
- 13-24 Monate
- 25-36 Monate
- 37-48 Monate
- 49-60 Monate
- werden für diese Aufgabe nicht eingesetzt

**11. Sind bei der Durchführung von Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat Pflegekräfte anwesend?**

- Ja, obligatorisch
- Ja, falls verfügbar
- nur bei Allgemeinanästhesien, nicht bei Sedierungen
- Nein

**12. Werden Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat an Ihrer Klinik von einem Arzt/Ärztin alleine betreut?**

- Ja, werden von einem Arzt/Ärztin betreut
- Ja, mit einem weiteren Arzt/Ärztin im Hintergrund (z.B. Oberarzt)
- Nein, werden immer von mehr als einem Arzt/Ärztin betreut

---

Seite 03  
20

**13. Wie oft wurden an Ihrer Klinik in den letzten 2 Jahren Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt?**

- <1/Woche
- 1-5/Woche
- 6-10/Woche
- >10/Woche
- unbekannt

**14. Welche bildgebenden Verfahren werden an Ihrer Klinik bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat in Allgemeinanästhesie oder Sedierung durchgeführt?**

Mehrfachnennungen möglich

MRT

CT

PET

Szintigraphie

sonstige Untersuchungen

**15. Haben Sie in den letzten 2 Jahren eine Zunahme an bildgebenden Verfahren mit der Notwendigkeit einer Allgemeinanästhesie oder Sedierung erlebt?**

Ja, leichte Zunahme (= Steigerung der Zahlen um < 50%)

Ja, starke Zunahme (= Steigerung der Zahlen um > 50%)

Nein, Abnahme der Zahlen

Gleichbleibende Zahlen

unbekannt

**16. Werden bildgebende Verfahren an Ihrer Klinik gemeinschaftlich mit anderen Fachdisziplinen betreut?**

ja, es sind immer mehrere Fachdisziplinen beteiligt (z.B. Anästhesie UND Pädiatrie)

ja, falls möglich

ja, aber nur selten

nein

**17. Welches Verfahren wurde an Ihrer Klinik in den letzten 2 Jahren bevorzugt zur Durchführung von MRT Untersuchungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat eingesetzt?**

Allgemeinanästhesie

Sedierung

anderes Verfahren



18. **Erinnern Sie sich an Komplikationen bei Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat in den letzten 2 Jahren, wenn ja, welche?**

Mehrfachnennungen möglich

Sättigungsabfall < 90% SpO2

Broncho-/Laryngospasmus

Bradykardie

Hypotension

Allergische Reaktion

Aspiration

unerwartet schwieriger Atemweg

sonstige Komplikationen

keine Komplikationen erinnerlich

19. **Nach Ihrer Einschätzung, wie hoch war der Prozentsatz an bildgebenden Verfahren in den letzten 2 Jahren an Ihrer Klinik, die bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat in Sedierung und in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurden?**



20. **Wie viele Untersuchungen in SEDIERUNG mussten in den letzten 2 Jahren wegen Komplikationen abgebrochen werden?**

<1%

2-5%

6-10%

12-20%

>20%

unbekannt

21. **Wenn eine Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde, wie erfolgte während der letzten 2 Jahre bevorzugt die Atemwegssicherung für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat?**

Larynxmaske

Intubation

**22. Erhalten Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat an Ihrer Klinik zur Durchführung bildgebender Verfahren eine sedierende Prämedikation?**

- ja
- nein
- manchmal (= < 50% der Säuglinge)
- meistens (= > 50% der Säuglinge)

**23. Erhalten Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat an Ihrer Klinik vor Beginn der Sedierung oder Allgemeinanästhesie für ein bildgebendes Verfahren routinemäßig Atropin?**

- Ja
- Nein
- in besonderen Fällen (z.B.: Frühgeborene)

**24. Erhalten Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat an Ihrer Klinik zur Sedierung für ein bildgebendes Verfahren routinemäßig Sauerstoff**

- Ja
- Nein

**25. Welche Infusionslösungen werden routinemäßig bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat an Ihrer Klinik bei Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren verabreicht?**

- Isotonische Kochsalzlösung
- Vollelektrolytlösungen
- Vollelektrolytlösung mit Glukoseanteil
- Kolloidale Lösungen
- Glukoselösungen

**26. Welche Medikamente werden an Ihrer Klinik routinemäßig zur Durchführung von Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren im Säuglingsalter eingesetzt?**

**Mehrfachnennung möglich**

- Propofol
- Remifentanyl
- Nalbuphin
- Midazolam
- Dexmedetomidin
- S-Ketamin
- Sevofluran

andere

27. Kennen Sie alternative Sedierungsverfahren (beispielsweise „feed-and-wrap“), um bildgebende Verfahren im Säuglingsalter durchzuführen?

- ja, werden an unserer Klinik angewendet
- ja, werden an unserer Klinik nicht angewendet
- nein

28. Falls Sie alternative Sedierungskonzepte kennen/einsetzen, welche sind diese?

- 
- unbekannt/werden nicht eingesetzt

29. Falls Sie alternative Sedierungskonzepte durchführen, wie häufig war dies in den letzten 2 Jahren?

- werden nicht durchgeführt
- < 5%
- 6-10%
- 11-20%
- > 20%

30. Falls Sie alternative Sedierungskonzepte kennen/einsetzen, wie haben Sie diese kennengelernt?

Mehrfachnennung möglich

- Fachkongress
- Literatur
- Kollegenempfehlung
- selbst entwickelt
- anders
- 
- werden nicht eingesetzt

31. Sind Sie an alternativen Sedierungskonzepten interessiert?

- Ja
- Nein

**32. Gibt es an Ihrer Klinik fixe Tage oder Termine, an denen elektive bildgebende Verfahren an Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt werden, die eine Allgemeinanästhesie oder Sedierung benötigen?**

- Ja
- Nein

**33. Falls ein Säugling bis zum 6. Lebensmonat eine Allgemeinanästhesie oder Sedierung für ein bildgebendes Verfahren benötigt, wie viele Tage vorher werden die Säuglinge normalerweise an Ihrer Abteilung vorgestellt?**

- am gleichen Tag
- am Tag vorher
- in der Woche vor der Untersuchung
- mehr als eine Woche vor der Untersuchung

**34. Falls ein Säugling bis zum 6. Lebensmonat ein bildgebendes Verfahren in Allgemeinanästhesien oder Sedierung erhält, werden diese stationär (über Nacht) in der Klinik aufgenommen?**

- Ja, immer
- Ja, falls eine Narkose durchgeführt wird
- Ja, falls eine Komplikation auftritt
- Nein, wird ambulant durchgeführt

**35. Kommen die Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat zu elektiven Bildgebungen mit bereits etabliertem, venösen Zugang?**

ja
meistens (> 50%)
manchmal(<50%)
selten (<20%)
nein

**36. Von welcher Fachdisziplin werden die venösen Zugänge angelegt?**

**Mehrfachnennung möglich**

- Pädiatrie
- Anästhesie
- Radiologie
- Pflegekraft

**37. Werden die Vorgaben zur Nüchternheit vor einer Narkose oder Sedierung von den Eltern eingehalten?**

ja, immer
meistens (>50%)
manchmal (<50%)
selten (<20%)
nein, nie

**38. Führt ein „Nicht-einhalten“ der Nüchternheit zu einer terminlichen Verschiebung der Untersuchung?**

ja, immer
meistens (>50%)
manchmal (<50%)
selten (<20%)
nein, nie
nur für Narkosen, nicht für Sedierungen

**39. Sind die Eltern bei der Allgemeinanästhesie oder Sedierung anwesend?**

ja, während der ganzen Zeit

ja, zur Einleitung

nein

**40. Wo werden die Säuglinge nach Abschluss der Untersuchung überwacht?**

Aufwachraum

Intensivstation

pädiatrische Station

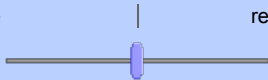
im CT/MRT

CT-/MRT-Vorraum

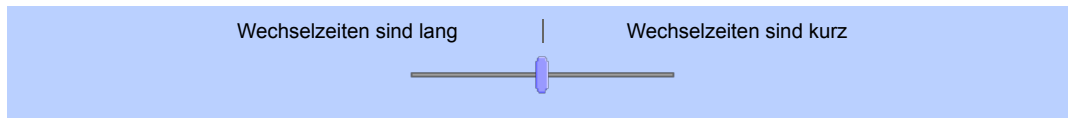
werden nicht überwacht

**41. wie bewerten Sie die Abläufe bei der Durchführung von Allgemeinanästhesien und Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat an Ihrer Klinik?**

stockende Abläufe | reibungslose Abläufe



**42. wie bewerten Sie die Wechselzeiten (Ende eine Untersuchung bis Beginn nächste Untersuchung) vor und nach den bildgebenden Verfahren in Sedierung oder Allgemeinanästhesie?**



**43. Werden an Ihrer Klinik nur elektive bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt?**

- ja, nur elektiv
- nein, auch notfallmäßig

**44. Gibt es an Ihrer Klinik eine Handlungsanweisung/Standard Operating Procedure zur Durchführung von Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat?**

- Ja
- Nein
- nicht bekannt

**45. Welches Monitoring setzen Sie zur Überwachung während des bildgebenden Verfahrens bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat ein?**

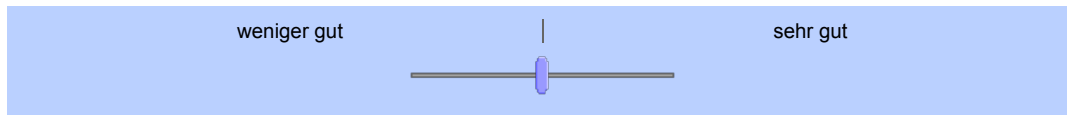
	Immer	Häufig (>50%)	Gelegentlich (<50%)	Nie
Pulsoxymetrie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EKG	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Blutdruckmessung, nicht invasiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Blutdruckmessung, invasiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kapnometrie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kapnographie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
elektrische Impedanztomographie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Narkosetiefemonitoring (z.B. BIS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**46. Welche Ausstattung findet sich STANDARDMÄßIG am Arbeitsplatz in Ihrer Klinik an dem Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für bildgebende Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat durchgeführt werden?**

**Mehrfachnennung möglich**

- Sauerstoffanschluss
- Absaugvorrichtung
- Beatmungsbeutel
- Guedel-Tubus
- Larynxmaske
- Notfallwagen inkl. Intubationsbesteck
- Videolaryngoskop
- Defibrillator
- Ultraschall
- Material zur Anlage eines intraossären Zugangs

47. Nach Ihrer Einschätzung, wie bewerten Sie die Qualität der an Ihrer Klinik durchgeführten Sedierungen bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat?



48. Wo sehen Sie das größte Verbesserungspotential am aktuellen Vorgehen bezüglich Allgemeinanästhesien oder Sedierungen für Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat für bildgebende Verfahren an Ihrer Klinik?

Frage kann übersprungen werden



## IV.II Anschreiben



UNIVERSITÄTSKLINIK FÜR ANÄSTHESIE,  
ALLGEMEINE INTENSIVMEDIZIN UND SCHMERZTHERAPIE  
MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN  
Klinische Abteilung für Allgemeine Anästhesie  
und Intensivmedizin

Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Kolleginnen und Kollegen,

seit Jahren nimmt die Anzahl von bildgebenden Verfahren im Kindesalter bei immer komplexeren Fragestellungen und verbesserten diagnostischen Mitteln zu. Bereits im Jahr 2010 wurden daher durch den wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin Handlungsempfehlungen zur Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen in Kindesalter erarbeitet.

Eine besondere Gruppe innerhalb dieses generell behandlungsaufwendigen Patientenkollektivs machen im speziellen die Früh- und Neugeborenen sowie Säuglinge bis zum 6. Lebensmonat aus. Eine besondere Physiologie sowie eine erhöhte Inzidenz von Komplikationen und eine potentielle Neurotoxizität der eingesetzten Medikamente stellen das Spannungsfeld einer qualitätsgesicherten Medizin dar.

Um dem hohen Anspruch der Patientenversorgung Rechnung zu tragen dürfen wir Sie daher heute um Ihre Mithilfe durch die Teilnahme an einer Umfrage bitten!  
In der Folge haben Sie die Möglichkeit, Ihre Praxis der Sedierung und/oder Allgemeinanästhesie zur Durchführung bildgebender Verfahren bei Säuglingen bis zum 6. Lebensmonat zu beschreiben. Die knapp 50 Fragen behandeln dabei unterschiedliche Themengebiete wie Ausbildungsstand und eingesetzte Medikamente und lassen sich in ungefähr 10 Minuten beantworten. Die Umfrage erfolgt in den nächsten 4 Wochen unter folgendem Link als internetbasierter Survey natürlich anonym und wurde von den entsprechenden Ethik-Kommissionen genehmigt:

<https://www.soscisurvey.de/SEDvsAN/>

Für Rückfragen stehen wir Ihnen natürlich gern jederzeit zur Verfügung und bedanken uns bereits im Voraus für Ihre Zeit und Hilfe!

Dr. Jonas Zuber<sup>1</sup>  
Priv.-Doz. Dr. Thorsten Smul<sup>2</sup>  
Dr. Karin Becke-Jacob<sup>3</sup>  
Univ.-Prof. Dr. Peter Kranke, MBA<sup>4</sup>

--

<sup>1</sup>Medizinische Universität Wien  
Universitätsklinik für Anästhesie, Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie  
Leiter: Univ. Prof. Dr. Klaus Markstaller  
Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien, Österreich  
T: +43 (0)1 40400-41020  
jonas.zuber@meduniwien.ac.at

<sup>2</sup>Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin  
Klinikum Passau, Innstraße 76, 94032 Passau, Deutschland

<sup>3</sup>Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin  
Cnopfsche Kinderklinik, St.-Johannis-Mühlgasse 19, 90419 Nürnberg, Deutschland

<sup>4</sup>Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. P. Meybohm, MHBA  
Universitätsklinikum Würzburg, Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg, Deutschland  
kranke\_p@ukw.de

## IV.III Programm der Online-Jahrestagung 2021 des WAKKA der DGAI

Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA)  
der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin



### WAKKA Online-Jahrestagung 2021

Stand: 26.05.2021

Samstag, 12.06.2021	
09:00-09:15	<b>Login, Begrüßung</b> ( <i>Karin Becke-Jakob, Christoph Eich, Katharina Röher</i> )
09:15-11:00	<b>Aktuelles</b>
	<u>09:15-09:30:</u> WAKKA-Arbeitsbericht 2020/2021 ( <i>Karin Becke-Jakob</i> )
	<u>09:30-10:45:</u> Kurze Berichte aus den Arbeitsgruppen/LL-Gruppen <ul style="list-style-type: none"> <li>- 9:30-9:40: ESAIC-Guideline Preoperative Fasting (<i>Christiane Beck, Diana Rudolph, Robert Sümpelmann</i>)</li> <li>- 9:40-9:50: Medikamentensicherheit Kindernotfälle/Kinderanästhesie (<i>Jost Kaufmann</i>)</li> <li>- 9:50-10:00: Perinatalogische Versorgung, Hypospadie, Phimose, Akutschmerz; Expertengruppe Off-Label-Use (<i>Karin Becke-Jakob</i>)</li> <li>- 10:00-10:10: Prozedurale Analgosedierung (<i>Katharina Röher</i>)</li> <li>- 10:10-10:20: Umfrage Sedierung bei Mitochondriopathie (<i>Nicolas Leister</i>), Umfrage Sedierung bei Säuglingen (<i>Jonas Zuber</i>)</li> <li>- 10:20-10:30: Infusionstherapie (<i>Robert Sümpelmann, Katharina Röher</i>)</li> <li>- 10:30-10:40: Kinderintensivmedizin, Update OPS-Code 8-98d (<i>Uwe Trieschmann, Christoph Eich</i>)</li> <li>- 10:40-10:45: Bewertung unserer Kommunikationsmedien (<i>Alle</i>)</li> </ul>
<u>10:45-11:00:</u> Diskussion	
11:00-11:15	<b>Fellowships Kinderanästhesie – Aktuelle Situation und Perspektive</b> ( <i>Ehrenfried Schindler, Christoph Eich</i> )
11:15-11:45	<b>COVID-19 in der Kindermedizin: Erkenntnisse des letzten Jahres</b>
	<u>11:15-11:25:</u> Anästhesie ( <i>Ehrenfried Schindler</i> )
	<u>11:25-11:35:</u> Fallberichte ( <i>Sofia Apostolidou</i> )
	<u>11:35-11:45:</u> Intensivmedizin ( <i>Florian Hoffmann</i> )

## **V. Danksagung**

Gern möchte ich mich an dieser Stelle bei den wesentlichen Begleitern meines beruflichen Weges und dieser Arbeit bedanken.

Bei PD Dr. Smul, für die gemeinsame Planung dieser Arbeit, den kontinuierlichen Austausch über Ländergrenzen hinweg und die Motivation in vielen Phasen der Datenauswertung. Insbesondere aber auch für das fachliche und persönliche Coaching im Rahmen der Facharztausbildung!

Bei Prof. Dr. Kranke, für die Konzeptentwicklung, die Ausbildung in Methodik und Auswertung, die Unterstützung in der Zusammenarbeit mit den Fachgesellschaften sowie das kontinuierliche Feedback.

Bei PD Dr. Dr. Petritsch für die Betreuung in der entscheidenden Phase der Arbeit.

Bei Dr. Becke-Jacob, für die gemeinsame Planung und Unterstützung der Umfrage in der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin.

Nicht zuletzt auch bei Prof. Dr. Roewer, für die Ausbildung mit dem Wecken des Interesses zur Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen.

Mein großer Dank gilt insbesondere auch meiner Frau und meiner gesamten Familie. Diese haben immer an den Abschluss dieser Arbeit geglaubt und mich darin unterstützt, dieses Ziel zu erreichen!