

Anästhesiologische Versorgung an deutschen Zentren für Kinderherzchirurgie

Aktueller Stand der personellen und strukturellen Organisation

Anaesthesiological management at paediatric cardiac surgical centres in Germany: current status of personnel and structural organisation

T. Bähler¹ · I. Heinze¹ · O. Dewald² · M. Mueller³ · E. Schindler⁴ · U. Schirmer⁵ · A. Hoefl¹ · G. Baumgarten¹ · R.K. Ellerkmann¹

Zusammenfassung

Hintergrund: Die anästhesiologische Versorgung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen ist komplex und erfordert ein hohes Maß an Spezialwissen. Einheitliche Empfehlungen und Standards zur anästhesiologischen Versorgung dieser Patienten existieren in Deutschland nicht. Aus diesem Grund hat die Arbeitsgruppe Kinderherzanästhesie des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardioanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) eine Erhebung zum aktuellen Stand der strukturellen und personellen anästhesiologischen Versorgung an deutschen kinderherzchirurgischen Zentren durchgeführt.

Methode: Die Datenerhebung wurde als Online-Befragung durchgeführt. Der Fragebogen enthielt 55 Fragen auf 30 Seiten in 16 inhaltlichen Kategorien.

Ergebnisse: An 27 Zentren in Deutschland wurde ein aktives Programm für eine kinderherzchirurgische Versorgung identifiziert. Die Beteiligung der kinderherzchirurgischen Zentren an der Umfrage lag bei 96,3%. 92,3% der Zentren halten für die anästhesiologische Versorgung von Kindern mit angeborenem Herzfehler (AHF) im kardiochirurgischen OP eine spezialisierte Gruppe von Anästhesisten vor, die im Mittel aus 4,8 Mitarbeitern pro Zentrum besteht. Die jährlich pro Mitarbeiter versorgte Anzahl an Patienten schwankt jedoch stark. Derzeit ist nur in 26,9% der Zentren eine

Doppelbesetzung regelhaft gegeben. Ein supervidierender Oberarzt ist in 53,8% der Zentren vorhanden.

Sedierungen und Allgemeinanästhesien für diagnostische und therapeutische Interventionen werden außerhalb des OP an 76,9% der Zentren auch durch Nicht-Anästhesisten durchgeführt. Bei herzchirurgischen Operationen ist Spezialausrüstung wie Ultraschall für vaskuläre Zugänge, Kinder-TEE, Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) sowie ein Gerät zur maschinellen Autotransfusion zwar überwiegend vorhanden, wird jedoch häufig nicht routinemäßig eingesetzt.

Schlussfolgerung: Die vorliegende Arbeit stellt die aktuellen, strukturellen und personellen Standards an deutschen kinderherzchirurgischen Zentren aus anästhesiologischer Sicht dar.

Summary

Background: Owing to its complexity paediatric cardiac anaesthesia requires a high level of expert knowledge. There are currently no recommendations for standards in paediatric cardiac anaesthesia in Germany. The aim of the present study was to assess the current structural and personnel anaesthetic standards in paediatric cardiac surgical centres in Germany.

Method: The participating centres were interviewed using an online questionnaire to assess current practice in paediatric cardiac anaesthesia. The questionnaire contained 55 items subdivided in 16 categories on 30 pages.

- 1 Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Bonn
- 2 Klinik für Herzchirurgie
Universitätsklinikum Bonn
- 3 Hessisches Kinderherzzentrum Giessen, Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Giessen und Marburg, Standort Giessen
- 4 Deutsches Kinderherzzentrum Sankt Augustin (DKHZ)
Asklepios Klinik Sankt Augustin
- 5 Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein-Westfalen, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum, Bad Oeynhausen

Bei den beiden letztgenannten Autoren handelt es sich um eine gleichberechtigte Senior-Autorenschaft.

Schlüsselwörter

Kinderkardioanästhesie –
Kinderherzchirurgie –
Angeborene Herzfehler

Keywords

Paediatric Cardiac Anaesthesia –
Congenital Heart Surgery –
Congenital Heart Disease

Results: An active programme for congenital heart surgery was identified in 27 hospitals in Germany. The questionnaire response rate was 96.3%. A specialised group of anaesthesiologists concerned with paediatric cardiac anaesthesia was reported to exist by 92.3% of participating centres, with a mean size of 4.8 anaesthesiologists per group in each centre. However, the annual case load of each anaesthesiologist varies considerably. Currently, only 26.9% of the centres ensure an intraoperative management by two anaesthesiologists per patient. An additional supervisor is present in 53.8% of the centres. Sedation and general anaesthesia for diagnostic and therapeutic interventions outside the operating theatre in patients with congenital heart disease is also performed by non-anaesthesiologists in 76.9% of the centres. Special equipment, e.g. mechanical autotransfusion, ultrasound for vascular access, transoesophageal echocardiography and near-infrared spectroscopy is mostly available but not often routinely used.

Conclusion: This study presents the current structural and personnel standards for paediatric cardiac anaesthesia at the centres for congenital heart surgery in Germany.

Hintergrund

Bei circa einem Prozent der Lebendgeburten liegt mit einer relativ gleichbleibenden Häufigkeit eine Fehlbildung des Herzens und/oder der herznahen Gefäße vor. Ein angeborener Herzfehler (AHF) ist damit die häufigste angeborene Fehlbildung beim Menschen [1]. In den letzten 30 Jahren wurden beträchtliche Fortschritte in der operativen, interventionellen und intensivmedizinischen Versorgung von Kindern mit AHF gemacht. Ein Großteil der Patienten kann heute mit einer hervorragenden Prognose behandelt werden [2,3].

Sowohl die primäre Versorgung als auch die nachfolgende Betreuung von Kindern mit angeborenen Herzfehlern stellt eine erhebliche medizinische wie logistische Herausforderung für alle beteiligten

Fachdisziplinen dar [4]. Der Schlüssel für die erfolgreiche Behandlung liegt daher nicht nur im chirurgischen Operationsergebnis, sondern wird wesentlich durch die multidisziplinäre Zusammenarbeit bestimmt.

Die Diskussion über die Qualität der Versorgung dieses Patientenkollektivs wird nicht nur aufgrund der emotionalen Belastung der Eltern, sondern auch durch den erheblichen personellen und materiellen Aufwand häufig leidenschaftlich geführt.

Zum Zweck der Gewährleistung einer qualitativ hochwertigen Versorgung von kinderherzchirurgischen Patienten existiert auf der Grundlage des § 137 SGB eine verbindliche Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) (Gemeinsamer Bundesausschuss 01.01.2015). Der G-BA definiert in dieser Richtlinie nicht nur Anforderungen für Struktur- und Prozessqualität, sondern setzt auch Maßstäbe für die Ergebnisqualität der Versorgung durch ein multidisziplinäres Team. Die Vorstände der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) und der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK) bestätigen in einem Konsensuspapier die hier definierten grundlegenden Strukturen für herzchirurgische Einheiten zur Behandlung angeborener Herzfehler in Deutschland [5].

Neben den Kinderkardiologen und Kinderherzchirurgen ist auch ein Facharzt für Anästhesie ein essentieller Bestandteil des Teams. Die G-BA Richtlinie verlangt vom jeweiligen Teammitglied eine „spezielle Expertise“ für die kinderherzchirurgische Versorgung. Von Seiten der Herzchirurgie wird diese Expertise durch das Zertifikat „Chirurgie angeborener Herzfehler“ der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie definiert. Die Kinderkardiologie erbringt den besonderen Qualifikationsnachweis durch die fachspezifische Schwerpunktweiterbildung. Die spezielle Expertise für die anästhesiologische Versorgung von Kindern mit AHF wurde bisher jedoch nicht definiert, während es eine entsprechende Empfehlung der DGAI für

die anästhesiologische Versorgung in der Erwachsenenherzchirurgie bereits gibt [6].

Fragestellung

Um ein realitätsnahes Bild der derzeitigen personellen und strukturellen Versorgungsstandards der Anästhesie an den deutschen kinderherzchirurgischen Zentren zu erfassen, hat die Arbeitsgruppe Kinderherzanästhesie des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardioanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) eine Querschnittserhebung durchgeführt. In der Befragung wurden neben den strukturellen und personellen Gegebenheiten auch medizinische Aspekte der anästhesiologischen Versorgung an den kinderherzchirurgischen Zentren abgefragt.

Methode

Konstruktion und Durchführung der Umfrage

Inhaltlich wurde die Befragung in vier Themenbereiche untergliedert:

1. Institutionsorganisation, Teamzusammenstellung,
2. Allgemeines Anästhesiemanagement,
3. Spezielles Anästhesiemanagement,
4. Einschätzungen für die Einarbeitung in der Kinderkardioanästhesie.

Die Datenerhebung wurde als Online-Befragung durchgeführt. Der Fragebogen enthielt 55 Fragen auf 30 Seiten in 16 inhaltlichen Unterkategorien. Aufgrund des erheblichen Umfangs der Studie werden in dieser Veröffentlichung nicht alle Ergebnisse der Befragung im Detail dargestellt (Anlage 1). Schwerpunkte der aktuellen Darstellung sind die Themenbereiche 1, 2 und 4 zur personellen und strukturellen Organisation. Die Umfrage wurde mittels der Onlinebefragungplattform SoSci Survey realisiert [7].

Kennwert zur Bearbeitungsqualität

Als Surrogatparameter für die Bearbeitungsgeschwindigkeit der Teilnehmer wurde die Bearbeitungsgeschwindigkeit analysiert. Wurde eine Seite von einem Teilnehmer extrem schnell bearbeitet, kann dies auf mangelnde Sorgfalt des Teilnehmers

hinweisen. Daher wurde die Bearbeitungsgeschwindigkeit der Teilnehmer auf jeder Seite überprüft. Wenn ein Teilnehmer eine Seite 3-mal schneller als der Median aller Teilnehmer ausgefüllt hat, wurde davon ausgegangen, dass diese Seite zu schnell, also möglicherweise ohne ausreichende Sorgfalt, bearbeitet wurde. Der Teilnehmer sollte von der Umfrage ausgeschlossen werden, wenn er mehr als 10% der 30 Umfrageseiten zu schnell beantwortet hat [8].

Statistik und Häufigkeitsdefinitionen

Die Daten werden als Prozent und absolute Häufigkeit N von NN, N/NN angegeben. Bei fehlenden Antworten eines Zentrums für ein Item werden die jeweils gültigen Prozent (%) und die absolute Häufigkeit N von NN, N/NN angegeben. Die Bezeichnung „häufig“ wurde in den Fragen definiert als >50% der Fälle und „selten“ als <50% der Fälle. Abbildungen und Tabellen wurden mit Hilfe von Microsoft Excel 2013 (Microsoft, Redmond, WA, USA) und IBM SPSS Software Version 22 (IBM, Armonk, NY, USA) erstellt. Einarbeitungszeiten und Einarbeitungsfallzahl werden als arithmetisches Mittel und Spannweite angegeben.

Identifikation kinderherzchirurgischer Zentren

Ziel der Untersuchung war es, ein umfassendes Bild der anästhesiologischen Versorgung an deutschen Zentren mit aktiver Kinderherzchirurgie zu erhalten. Zur Identifikation der kinderherzchirurgischen Zentren wurde die jährliche Leistungsstatistik der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) herangezogen. Hier wurde festgestellt, dass in Deutschland im Jahr 2014 an 78 Zentren herzchirurgische Eingriffe durchgeführt wurden [9]. Es wurden insgesamt 2.090 kinderherzchirurgische Eingriffe an 23 Zentren mit kardiopulmonalem Bypass bei Kindern im ersten Lebensjahr durchgeführt. Hinzu kamen weitere 1.160 Eingriffe bei größeren Kindern und Jugendlichen bis zum 18. Lebensjahr an einer nicht genauer bezeichneten Anzahl von Zentren. Daher wurden alle 78 herzchirurgische Zentren mit Hilfe des von den

Kliniken veröffentlichten Leistungsspektrums auf die Durchführung von kinderherzchirurgischen Eingriffen überprüft. Zentren, die herzchirurgische Eingriffe bei Patienten mit AHF ausschließlich im Erwachsenenalter durchführten, wurden nicht als kinderherzchirurgisches Zentrum eingruppiert. Es wurden 37 Zentren identifiziert, die potentiell kinderherzchirurgische Eingriffe durchführen. Auf schriftliche Nachfrage gaben 10 von 37 Zentren an, derzeit kein aktives kinderherzchirurgisches Programm zu betreiben. Die Angaben der Zentren wurden mit den veröffentlichten Daten der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e.V. abgeglichen. Die verbleibenden 27 Zentren wurden zur Teilnahme an der Befragung eingeladen (Abb. 1).

Soweit ein kardiologisch-anästhesiologischer Zentrumsvertreter Mitglied in der Arbeitsgruppe Kinderherzanästhesie des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardiologie der DGAI war, wurde dieser als Repräsentant des Zentrums zur Umfrage eingeladen. Waren die Zentren nicht in der Arbeitsgruppe Kinderherzanästhesie vertreten, wurde der leitende

Arzt der anästhesiologischen Abteilung angeschrieben oder ein für die kinder-kardioanästhesiologische Versorgung speziell benannter Arzt. Der Befragungszeitraum reichte vom 02.09.2015 bis zum 02.12.2015.

Ergebnisse

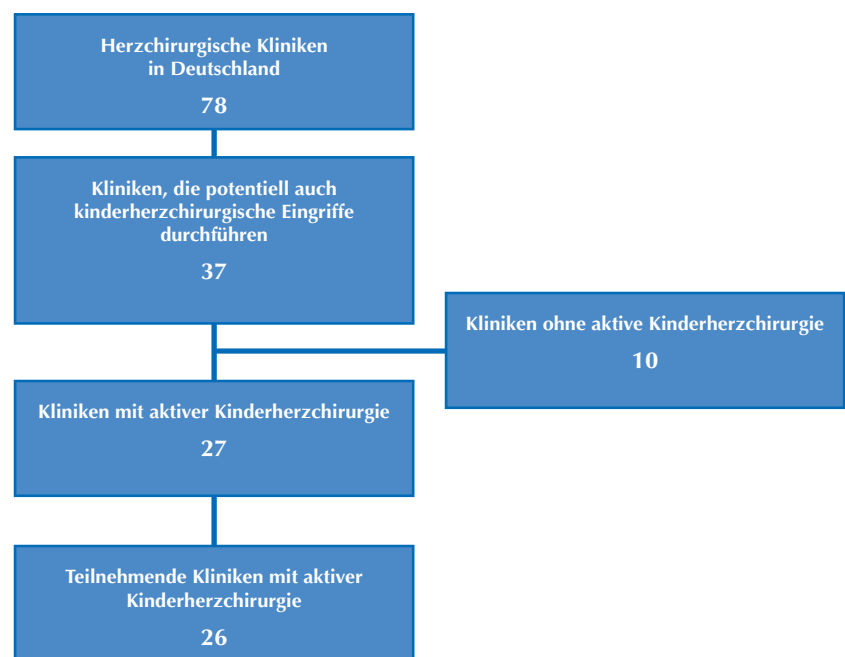
Qualitätsindikator der Umfrage

Die Bearbeitungsgeschwindigkeit der Teilnehmer diente als Surrogatparameter für die Bearbeitungsorgfalt. Keiner der Teilnehmer erreichte die zuvor gesetzte Grenze für zu schnelles Ausfüllen. Im Detail wurden nur drei Teilnehmer identifiziert, die jeweils eine Seite, und vier Teilnehmer, die jeweils zwei Seiten des 30-seitigen Fragebogens auffällig schnell ausgefüllt hatten.

Beteiligung an der Umfrage und teilnehmende Zentren

Die Zentren wurden einmal zur Teilnahme an der Befragung eingeladen und maximal zweimal an die Bearbeitung erinnert. Die Gesamtbeteiligung an der Umfrage lag bei 96,3% (26 von 27 Zen-

Abbildung 1



Identifikation und Einschluss der kinderherzchirurgischen Zentren.

tren). Das Interview wurde in 92,5% (25 von 27 Zentren) vollständig beantwortet. Ein Zentrum (3,7%) beantwortete die Fragen nur partiell. Ein Zentrum kam der Einladung zur Umfrage nicht nach.

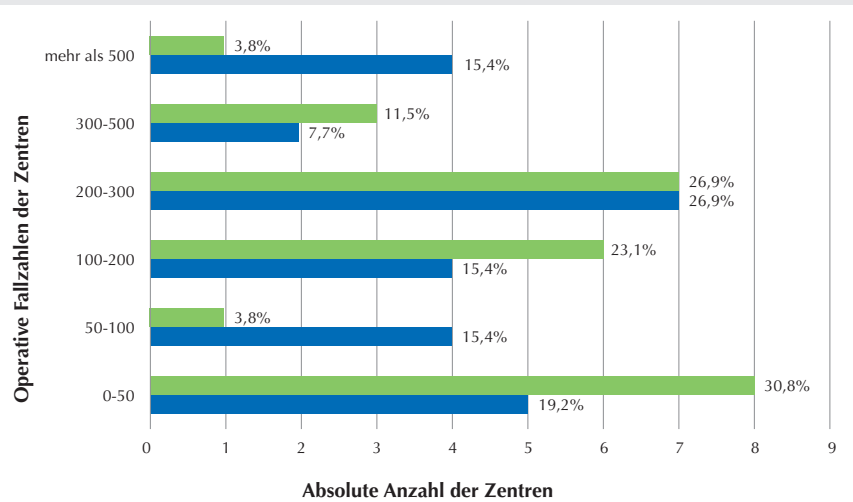
Die beteiligten Zentren waren überwiegend Universitätskliniken 69% (18/26) und Kinder-/Herzzentren 23% (6/26). Die operativen Fallzahlen der Zentren sind in Abbildung 2 dargestellt. Das operative Spektrum der herzchirurgischen Abteilungen wird nur in 12% (3/26) der Kliniken als im Spektrum reduziert angegeben. In 38,4% (10/26) der Zentren wird das volle operative Spektrum angeboten, allerdings werden keine Herztransplantationen durchgeführt (Abb. 3). Die Hälfte der Zentren (13/26) gab an, neben dem vollen operativen Spektrum auch Transplantationen durchzuführen. Das Durchführen von pädiatrischen Herztransplantationen ist dabei nicht auf die Zentren mit hoher Fallzahl begrenzt. So werden an einem Zentrum mit 0-50 CHD Fällen/Jahr und an einem Zentrum mit 50-100 CHD Fällen/Jahr unter Verwendung eines kardiopulmonalen Bypass (Cardiopulmonary Bypass, CPB) prinzipiell auch Transplantationen durchgeführt (Abb. 4).

Teamkonstellation

Eine spezielle Gruppe von Anästhesisten für die perioperative Betreuung von Kindern mit AHF existiert in 92,3% (24/26) der Zentren (nachfolgend Kernteam Kinderkardioanästhesie genannt). Diese Gruppe besteht im Mittel aus 4,8 (SD 2,9, Spannweite 1-15) Mitarbeitern. Es zeigte sich jedoch keine Abhängigkeit von der Zentrumsgröße. Die pro Mitarbeiter und Jahr versorgte Anzahl an Kindern schwankt dabei stark: zwischen 50-100 Narkosen verteilt auf 8 Anästhesisten und mehr als 500 Narkosen verteilt auf 2 Anästhesisten (Abb. 5).

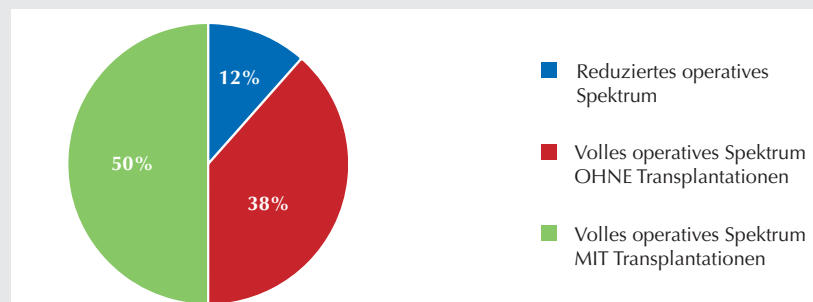
Hinsichtlich der Teamkonstellation für die Versorgung im Herz-OP wurde erfragt, wie viele Kollegen an dem jeweiligen Zentrum ständig im OP anwesend sind. Für die Versorgung der Kinder im OP sind in 73,1% (19/26) der Zentren ein Facharzt, in 19,2% (5/26) der Zentren zwei Fachärzte und

Abbildung 2



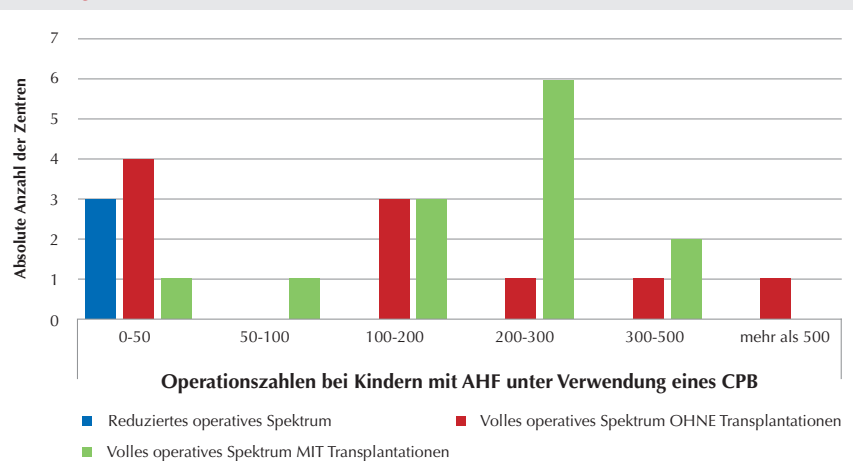
Grüne Balken herzchirurgische Operationen unter Verwendung eines CPB bei Kindern mit AHF pro Jahr, **blaue Balken** alle herzchirurgischen Operationen bei Kindern mit AHF pro Jahr. **AHF** angeborene Herzfehler; **CPB** Cardiopulmonary Bypass.

Abbildung 3



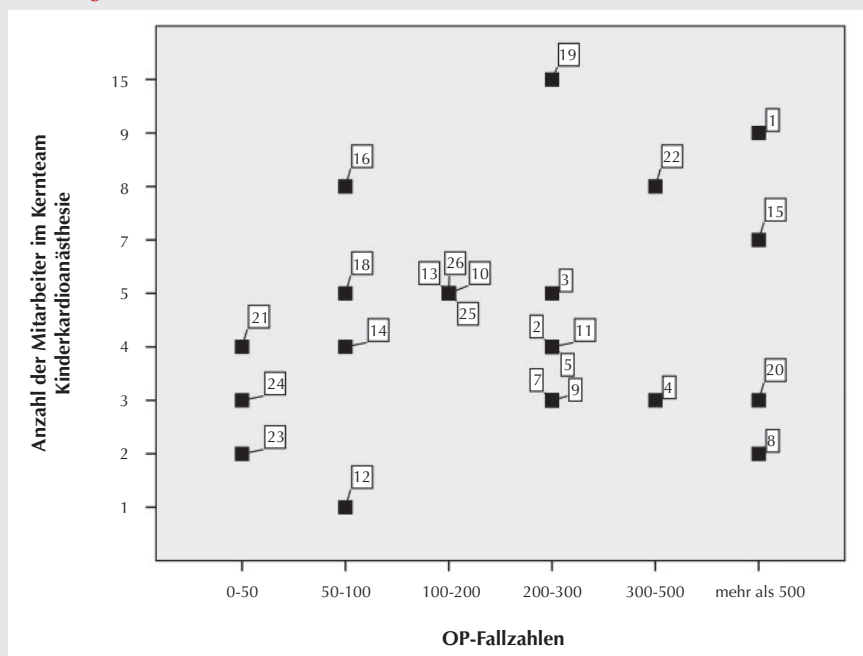
Angebotenes operatives Spektrum der an der Umfrage beteiligten Zentren (n=26).

Abbildung 4



Operatives Spektrum der an der Umfrage Beteiligten Zentren (n=26) aufgeteilt in Fallzahlkategorien.

Abbildung 5



Anzahl der Mitarbeiter im Kernteam Kinderkardioanästhesie, die sich auf die Betreuung von Kindern mit angeborenem Herzfehler im Herz-OP spezialisiert haben.

Rechteck repräsentiert die Größe des Kernteams. Nummer in der Beschriftung steht als Pseudonym für ein Zentrum. n=24 Zentren mit Kernteam, 2 Zentren ohne Kernteam.

in 7,7% (2/26) der Zentren ein Facharzt mit einem Assistenzarzt zuständig. Ein aufsichtführender Oberarzt, der nicht direkt an der Versorgung beteiligt ist, ist in 53,8% (14/26) der Zentren vorhanden. An 50% (13/26) der Zentren beaufsichtigt der nicht primär beteiligte Oberarzt dabei 1 Facharzt im Saal. Eine fachärztliche Doppelbesetzung im Saal mit einem zusätzlichen die Aufsicht führenden Oberarzt ist nur an einem Zentrum vorhanden. In 23,1% (6/26) der Zentren arbeitet regulär nur ein Facharzt ohne zusätzliche Aufsicht im OP. Ein Kinderkardiologe ist in 30,8% (8/26) der Zentren während der OP regulär anwesend.

Die postoperative Betreuung auf der Intensivstation erfolgt in 61,5% (16/26) ausschließlich durch Pädiater und nur in einem Zentrum (3,8%) ausschließlich durch Anästhesisten. Eine interdisziplinäre intensivmedizinische Betreuung ist an 30,8% (8/26) der Zentren realisiert, welche überwiegend unter pädiatrischer Führung organisiert ist.

Elektive Sedierungen und Allgemeinanästhesien außerhalb des herzchirurgischen OP bei Kindern mit AHF

Prinzipiell werden elektive Analgosedierung, z.B. für eine ÖGD, eine CT- oder eine MRT-Untersuchungen, in 76,9% (20/26) der Zentren bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern auch durch Nicht-Anästhesisten durchgeführt. Regelmäßig werden elektive Sedierungen von Kindern mit AHF allerdings nur an 30,8% (8/26) der Zentren durch fachfremde Ärzte durchgeführt. Überwiegend betreut also ein Anästhesist diese Kinder für Sedierungen, der allerdings nur in 30,8% (8/26) der Zentren aus dem Kernteam Kinderkardioanästhesie entstammt. In der Mehrzahl der Zentren wird dies somit durch einen nicht spezialisierten Anästhesisten realisiert.

Betrachtet man elektive Allgemeinanästhesien bei Kindern mit AHF außerhalb des OP, z.B. für Bronchoskopien, so geben noch 30,8% (8/26) der Zentren an, dass diese prinzipiell auch durch fach-

fremde Ärzte durchgeführt werden. An 19,2% (5/26) der Zentren werden sogar regelmäßig elektive Allgemeinanästhesien durch Nicht-Anästhesisten durchgeführt. Wenn Anästhesisten die Versorgung übernehmen, wird dies nur an 34,6% (9/26) der Zentren durch ein Mitglied des Kernteams Kinderkardioanästhesie durchgeführt.

Qualifikation in der Kinderkardioanästhesie

Die Befragungsteilnehmer wurden gebeten, ihre Einschätzung hinsichtlich der minimalen Qualifikation der beteiligten Anästhesisten während einer Operation bei AHF abzugeben. Die Befragungsteilnehmer aller 26 Zentren forderten als Mindestqualifikation für die selbstständige Versorgung eines Kindes während einer herzchirurgischen Operation die Facharztqualifikation. Die Versorgung durch einen Arzt in Weiterbildung, der durch einen Facharzt in Rufweite beaufsichtigt wird, wurde durch keinen Befragungsteilnehmer als ausreichend erachtet.

Als Mindestmaß hinsichtlich der Einarbeitungszeiten für das selbstständige Arbeiten im Kinderherz-OP forderten die Teilnehmer im Mittel 10,8 Monate und 64 Fälle Einarbeitung unter Aufsicht (Tab. 1).

Existenz und Anwendung von spezieller Ausrüstung an den Zentren

Ein Gerät zur maschinellen Autotransfusion (MAT) ist in 92,3% (24/26) der Zentren im Kinderherz-OP vorhanden. Allerdings setzen nur 50% (13/26) der Zentren diesen regelmäßig bei kinder-kardiologischen Operationen mit kardiopulmonalem Bypass ein.

Neben der ACT Gerinnungsdiagnostik ist ein Gerät zum Point-of-Care-Testing (POCT) für die erweiterte bettseitige Gerinnungsdiagnostik in 65,4% (17/26) der Zentren im Kinderherz-OP verfügbar. Ebenso viele Zentren machen Therapieentscheidungen hinsichtlich Gerinnungsstörungen von der POCT-Diagnostik abhängig.

Tabelle 1

Einschätzung der Befragungsteilnehmer für die Einarbeitungszeit und Fallzahl während der Einarbeitung.

Einarbeitungszeit	Häufigkeit	Prozent	Einarbeitung Fallzahl	Häufigkeit	Prozent
6 Monate	9	34,6	10 Fälle	1	3,8
9 Monate	2	7,7	20 Fälle	1	3,8
12 Monate	11	42,3	30 Fälle	3	11,5
18 Monate	3	11,5	50 Fälle	11	42,3
24 Monate	1	3,8	100 Fälle	10	38,5
Gesamtsumme	26	100	Gesamtsumme	26	100

In 61,5% (16/26) der Zentren wird ein NIRS-Monitoring konsequent bei allen kinderherzchirurgischen Eingriffen eingesetzt. An 15,4% (4/26) der Zentren ist ein NIRS zwar im OP vorhanden, wird jedoch nach Angaben der Zentren nie (3,8%, 1/26) oder selten (11,5%, 3/26) für kinderherzchirurgische Eingriffe eingesetzt. Lediglich an einem Zentrum (3,8%) ist kein NIRS-Gerät im kinderherzchirurgischen OP vorhanden.

Das NIRS-Monitoring wird postoperativ nur an 19,2% (5/26) der Zentren immer auf der ICU fortgeführt. Wenn es sich um kritisch kranke Kinder handelt, kommt das NIRS-Monitoring immer an 46,2% (12/26) der Zentren oder häufig an weiteren 15,4% (4/26) der Zentren auf der Intensivstation zum Einsatz. Unter Extracorporeal Life Support (ECLS) wird das NIRS-Monitoring immer oder häufig in 68% (17/26) der Zentren eingesetzt. An 11,5% (3/26) der Zentren ist auf der Intensivstation bisher kein NIRS-Monitoring vorhanden.

Ein Monitoring der Narkosetiefe mittels prozessierten EEG wird an 9,1% (2/22) der Zentren immer und an 27,3% (6/22) der Zentren häufig angewendet. An zwei Zentren (9,1%, 2/22) steht kein prozessiertes EEG im Kinderherz-OP zur Verfügung.

Hinsichtlich der Verwendung von Ultraschall zur ZVK-Anlage geben 65,4% (17/26) der Zentren an, dass die Punktion unter Ultraschallkontrolle das Standardverfahren ist. Weitere 15,4% (4/26) geben die häufige Verwendung an, wohingegen nur 11,5% (3/26) das Verfahren selten

einsetzen. In 7,7% (2/26) der Zentren wird die Punktion unter Ultraschallkontrolle nie angewendet.

Eine intraoperative transösophageale Echokardiographie können 48% (12/25) der Zentren aufgrund technischer Voraussetzungen ab 2,5 kg Körpergewicht durchführen. Weitere 36% (9/25) können dies bei Kindern ab 3,5 kg Körpergewicht intraoperativ leisten. Die Anwendungshäufigkeit der intraoperativen TEE wird „immer“ an 50% (12/24), „häufig“ an 37,5% (9/24), „selten“ an 8,3% (2/24) und „nie“ an 4,2% (1/24) der Zentren angegeben. Die Durchführung der intraoperativen TEE obliegt an 52% (13/25) der Zentren dem narkoseführenden Anästhesisten. Ein zusätzlicher Anästhesist wird für die intraoperativen TEE-Untersuchungen nur an einem Zentrum vorgehalten. An 36% (9/25) der Zentren liegt die intraoperative TEE nicht in den Händen der Anästhesie, sondern wird regulär von einem Kinderkardiologen durchgeführt.

Die Anästhesie wird an 53,8% (14/26) der Zentren während der extrakorporalen Zirkulation mit einem volatilen Anästhetikum aufrechterhalten.

Diskussion

Die anästhesiologische Versorgung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen ist komplex und erfordert ein hohes Maß an Spezialwissen. Einheitliche Empfehlungen und Standards zur anästhesiologischen Versorgung dieser Patienten existieren in Deutschland nicht. Die vorliegende Arbeit stellt die aktuellen,

strukturellen und personellen Standards an deutschen kinderherzchirurgischen Zentren aus anästhesiologischer Sicht dar.

Beteiligung

Die Ergebnisse der vorliegenden Umfrage haben durch eine Beteiligung von 96,3% aller kinderherzchirurgischen Zentren in Deutschland einen repräsentativen Charakter für die nationale kinderherzchirurgische Versorgung.

Validität der Umfrage

Die Umfrage wurde an jedem Zentrum durch einen qualifizierten Mitarbeiter bearbeitet. Antworten auf Fragen, die keinen deskriptiven Hintergrund haben, also solche, die nicht die Struktur und die Prozesse abfragen, können persönlich durch den Umfrageteilnehmer gefärbt sein. Ein Beispiel sind die Antworten zum Umfang der Einarbeitung in der Kinderherzanästhesie, welche sicherlich Einzelmeinungen innerhalb dieses Expertenkollektivs darstellen.

Teamkonstellation

Der Gemeinsame Bundesausschuss fordert für die Versorgung von Kindern mit AHF ein multiprofessionelles Team, welches die Versorgung an den Zentren sichert. Dieses Team muss eine spezielle Expertise auf dem Gebiet aufweisen, wobei die spezielle kinderherzchirurgische Expertise weder vom G-BA [10] noch von den Präsidien der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) und der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK) [5] näher beschrieben wurde und auch von der DGAI [6] noch nicht definiert ist. Aktuell halten bereits 92,3% der Zentren eine Gruppe von Anästhesisten vor, die sich auf die anästhesiologische Versorgung von Kindern mit AHF während einer Herzoperation spezialisiert haben. Obwohl bisher noch keine Empfehlung für diese Subspezialisierung existiert, hat sich offensichtlich bereits an fast allen Zentren eine solche Gruppe von Anästhesisten herausgebildet. Dies kann nur dahingehend interpretiert werden, dass die jeweilige Zentrumsleitung im

klinischen Alltag eine entsprechend hohe spezielle Kompetenz und damit Subspezialisierung für diesen Bereich erwartet und auch einsetzt. Die Gruppen sind jedoch unabhängig von der Fallzahl der Zentren mit durchschnittlich 4,8 Kollegen pro Zentrum relativ klein. Die Anzahl an Patienten, die jährlich pro Mitarbeiter versorgt werden, schwankt erheblich. So ergibt sich aus den Angaben der Fallzahlen der Zentren und der Größe des Kernteams eine Schwankungsbreite zwischen 12,5 Fällen und 250 Fällen, die pro Anästhesist und Jahr versorgt werden. In den Zentren mit mehr als 300 Fällen oder sogar mehr als 500 Fällen pro Jahr bildet sich sicherlich eine enorme personengebundene Kompetenz aus, wenn das Kernteam nur aus 2 oder 3 Anästhesisten besteht. Demgegenüber steht eine dünne Personaldecke, die Ausfälle kaum kompensieren kann. Umgekehrt ist es bei einer ausreichend großen Personaldecke von 15 Anästhesisten und 200 Fällen pro Jahr einfacher, Ausfälle zu kompensieren. Hierbei wird es jedoch schwieriger, eine hohe Kompetenz aller Teammitglieder durch eine ausreichende Praxis aufrechtzuerhalten. Letztlich stellt sich die Frage, ob die personelle anästhesiologische Ausstattung Einfluss auf das operative Ergebnis hat. Offensichtlich kann dies der Fall sein, wenn eine komplexe Operation auf Grund der nicht ausreichenden personellen Besetzung, z.B. durch Urlaub oder Krankheit, nicht durchgeführt werden kann. Anhand der vorliegenden Daten kann dieser Fall rechnerisch in Zentren mit sehr kleinen Gruppen eintreten. Die Alternative zum Verschieben der OP ist dann, dass ein weniger erfahrener Kollege die OP betreut. Ob in diesem Fall die fachliche anästhesiologische Komponente bei der

Versorgung relevant für das Outcome ist, kann aufgrund fehlender Daten für kinderherzchirurgische Eingriffe nicht beantwortet werden. Allgemein ist jedoch bekannt, dass die individuelle Erfahrung und die Qualifikation des Anästhesisten ein unabhängiger Risikofaktor für die perioperative Mortalität und Morbidität ist [11]. Bei nicht-herzchirurgischen Hochrisikoeingriffen, wie in der Lebertransplantationschirurgie, ist die Erfahrung des Anästhesisten mit der 30-Tage-Mortalität und auch der Transplantatfunktion assoziiert [12]. Für die Kinderanästhesie konnte gezeigt werden, dass weniger gut ausgebildete Anästhesisten eine fünfmal höhere Komplikationsrate im Vergleich zu gut ausgebildeten und erfahrenen Anästhesisten haben [13]. In der Erwachsenenherzchirurgie beschreiben Glance et al. die Verdopplung der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des Todes oder von schweren Komplikationen in Abhängigkeit von der individuellen „Performance“ des Anästhesisten [14]. Aufgrund der oftmals hochkomplexen Versorgung in der Kinderkardioanästhesiologie erscheint es somit naheliegend, dass auch hier die Qualifikation und Erfahrung des Anästhesisten ein relevanter Faktor für das Outcome des Patienten ist.

Neben der individuellen personellen Qualifikation spielt aber auch die Personalstruktur eine wesentliche Rolle. Die Empfehlungen der DGAI für die Kardioanästhesie bei Erwachsenen sprechen sich für eine Doppelbesetzung bei Eingriffen mit besonderem Risikopotential aus – auf eine Doppelbesetzung bei kinderherzchirurgischen Eingriffen weist die Empfehlung ausdrücklich hin. Diese Doppelbesetzung wird derzeit jedoch nur in 26,9% der Zentren regelhaft

umgesetzt. Da die Versorgung in den anderen Zentren (73,1%) regelhaft nur durch einen Facharzt sichergestellt wird und zudem nur in 53,8% der Zentren ein zusätzlicher Oberarzt zur Verfügung steht, der nicht an der primären Versorgung beteiligt ist, muss von einem relativ hohen Qualitätsniveau der derzeitigen personellen Besetzung ausgegangen werden. Neben der Qualität ist eine geringe Quote der Doppelbesetzung aber auch aus Gründen der fehlenden Fortbildung kritisch zu betrachten. Für die Weitergabe von Erfahrungen und Wissen innerhalb einer Abteilung sowie für die Ausbildung jüngerer AnästhesistInnen in der Kinderherzanästhesie ist eine Doppelbesetzung auch zur Fortbildung unbedingt anzuraten.

Eine elektive Allgemeinanästhesie für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter sollte gemäß der fachgebietsübergreifenden Vereinbarungen durch einen Anästhesisten durchgeführt werden [15-17]. Dennoch geben 19,2% der Befragten an, dass an ihrem Zentrum elektive Allgemeinanästhesien bei Kindern mit AHF außerhalb des OP auch durch Nicht-Anästhesisten durchgeführt werden.

Außerhalb des OP werden darüber hinaus elektive Analgosedierungen sogar an 76,9% der Zentren bei Kindern mit AHF auch durch Nicht-Anästhesisten durchgeführt. In Übereinstimmung mit den nationalen und internationalen Empfehlungen kann dies so erfolgen, wenn die Analgosedierungen durch einen „in der Intensivmedizin erfahrenen Arzt“ durchgeführt werden [15-18]. Bei Kindern mit schwerer Erkrankung (ASA-Status III-IV), wie es auf einen relevanten Anteil der Patienten mit AHF zutrifft, muss bei allen tiefen Sedierungen neben

dem Untersucher ein zusätzlicher anästhesiologisch oder intensivmedizinisch ausgebildeter Arzt zur Verfügung stehen, dessen alleinige Aufgabe die kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter ist. Wenn die Sedierung allerdings durch einen Anästhesisten durchgeführt wird, gibt es Hinweise, dass hierdurch die Patientensicherheit für pädiatrische Patienten erhöht wird [19].

Für Fälle bei denen die Versorgung außerhalb des kardiochirurgischen OP anästhesiologisch sichergestellt wird, geben interessanterweise zwei Drittel der Zentren an, dass diese dann durch einen Anästhesisten durchgeführt wird, der nicht dem Kernteam der spezialisierten Kollegen angehört.

Eine amerikanische Registerstudie untersuchte an 80 Zentren im Zeitraum von 1994 bis 2005 die innerklinischen Herzstillstände bei Kindern mit AHF [20]. Nur 26% der Herzstillstände ereigneten sich im herzchirurgischen OP. Der überwiegende Anteil ereignete sich im nicht-herzchirurgischen OP (54%) und im Herzkatheterlabor (17%). Daher sollten aus unserer Sicht für Allgemein-anästhesien bei Kindern mit komplexen AHF außerhalb des kardiochirurgischen OP die gleichen Anforderungen an die Qualifikation des Teams gestellt werden, wie sie während einer kardiochirurgischen Operation angewendet werden müssen.

Fallzahlen der Zentren

Chang et al. analysierten die Mortalität in kinderherzchirurgischen Zentren in den USA [21]. Bei 6.592 kinderherzchirurgischen Operationen lag die Krankenhaussterblichkeit bei 352 Fällen (5,32%). Chang et al. unterteilten die Sterblichkeit nach low- (0-70 Fälle/Jahr), medium- (70-170 Fälle/Jahr) und high-volume (>170 Fälle/Jahr) Zentren. Nach Risikoadjustierung fanden die Autoren eine erhöhte Sterblichkeit in den low- und medium-volume Zentren. Sie errechneten eine theoretische Reduktion von 41/352 Toten und Jahr, wenn die low-volume Zentren ihre Patienten in die größeren Zentren transferieren würden. Die Ergebnisse dieser Umfrage zeigen, dass in Deutschland 69,2 % der Zentren

Fallzahlen über 50 Fälle im Jahr mit kardiopulmonalem Bypass erreichen. Herztransplantationen sind dabei nicht auf die Zentren mit hohen Fallzahlen beschränkt. Die allgemeine Qualität bei kinderherzchirurgischen Eingriffen in Deutschland kann, wenn man die operative Mortalität als Maßstab anwendet, im Vergleich zum US-amerikanischen System als gut eingestuft werden. Die operative Mortalität kongenitaler Herzfehler bis zum 18. Lebensjahr lag 2014 in den USA mit 2,9% [22] noch über der in Deutschland, welche 2014 mit unter 2,5% angegeben wurde [9]. Weltweit führend ist nach unserem Wissensstand Großbritannien, wo die operative Mortalität bei angeborenen Herzfehlern aktuell nur um 1% liegt [23]. Öffentliche Publikationen zur einrichtungsbezogenen Ergebnisbewertung bei Patienten mit AHF liegen derzeit für Deutschland nicht vor. In Deutschland besteht für die Herzchirurgie Erwachsener eine mit dem britischen System vergleichbare gesetzlich vorgeschriebene „externe Qualitätssicherung“ (§§ 135a, 136a/b und 137 SGB V). Diese wird von einem fachlich unabhängigen Institut (AQUA-Institut) zusammen mit den Landesgeschäftsstellen für Qualitätssicherung durchgeführt. Die verpflichtende externe Qualitätssicherung wurde jedoch für den Leistungsbereich angeborene Herzfehler ab dem Verfahrensjahr 2004 aufgehoben. Hierdurch wird die Transparenz, welche für die herzchirurgische Versorgung von Erwachsenen etabliert ist, bei den Kindern ausgeklammert. Ein Schritt in die richtige Richtung existiert jedoch durch ein freiwilliges bundesweites Projekt zur nationalen Qualitätssicherung bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern. Das Projekt liegt in der gemeinsamen Verantwortung der DGTHG und DGPK. An dieser Qualitätssicherungsmaßnahme beteiligen sich bisher jedoch noch nicht alle Zentren. Im Konsensuspapier von DGTHG und DGPK wird festgehalten, dass sich die Verantwortlichen aller kinderherzchirurgischen Einheiten verpflichten sollten, an der gegenwärtig freiwilligen nationalen Qualitätssicherung für AHF teilzunehmen und eine einrichtungsbezogene herzchirurgische Ergebnisbewertung mit Risikostratifizierung

durchzuführen. Hierdurch wird es in Zukunft potentiell möglich sein, einrichtungsbezogen differenziert zu bewerten und bundesweit vergleichen zu können [5]. Ein Vorbild kann hier auch das britische National Institute for Cardiovascular Outcome Research (NICOR) sein. Dieses Institut koordiniert seit 16 Jahren das National Congenital Heart Disease Audit (NCHDA). Das NCHDA sammelt Daten für jede Operation bei angeborenen Herzfehlern und jedes interventionelle Verfahren von allen Zentren in Großbritannien. Anschließend werden die Ergebnisse auf der Homepage des Institutes öffentlich zugänglich gemacht. Hierzu gehören auch detaillierte Daten wie das zentrumsspezifische Outcome und jährliche Fallzahlen für einzelne Herzfehler [23].

Einarbeitungszeiten

Für die kardioanästhesiologische Versorgung von erwachsenen Patienten wird neben einer theoretischen Fortbildung von 40 Unterrichtsstunden in der DGAI Empfehlung zur Kardioanästhesie [6] eine Einarbeitungszeit von 12 Monaten empfohlen, um als „erfahrener Kardioanästhesist“ eingesetzt werden zu können. Weitere 12 Monate werden empfohlen, um als „besonders erfahren“ auch Supervisionsaufgaben wahrnehmen zu können. Es werden jedoch keine weiteren Vorgaben hinsichtlich der speziellen Anforderungen in der Kinderkardioanästhesie gemacht. Die Teilnehmer dieser Befragung wurden daher gebeten, Vorschläge hinsichtlich einer adäquaten Einarbeitungszeit für die Kinderkardioanästhesie abzugeben. Die Einarbeitungszeit wurde von den Umfrageteilnehmern im Mittel mit 10,8 (6-24) Monaten vorgeschlagen. Dabei sollten mindestens 64 (10-100) Fälle unter Supervision betreut werden (Tabelle 1). Alle Befragten erachteten den Facharztstandard als Minimalqualifikation für die eigenständige Versorgung. Weitere Vorerfahrungen wie in der Erwachsenenherzchirurgie und der allgemeinen Kinderanästhesie wurden in dieser Studie nicht abgefragt.

In einer englischen Befragung wurde für das eigenständige Arbeiten in der

Kinderkardioanästhesie als notwendig erachtet, dass Erfahrungen in der Erwachsenenherzchirurgie (6 Monate), allgemeiner Kinderanästhesie (12 Monate), pädiatrischer Intensivmedizin (6 Monate) sowie eine Einarbeitung in die Kinderherzanästhesie (6 Monate und 100 Fälle) gewährleistet werden [24].

Existenz und Anwendung von Spezialequipment an den Zentren

Volatile Anästhetika während extrakorporaler Zirkulation

Der Einsatz volatiler Anästhetika während der Zeit am CPB ist ein etabliertes Verfahren der balancierten Anästhesie. Weder die Hersteller von Narkosegeräten noch die von Herz-Lungen-Maschinen bieten jedoch die dafür notwendige technische (Zusatz-) Ausstattung an. Die Medizinproduktebetriebersverordnung (MP-BetriebV) vom 29.06.1998 und das Inkrafttreten des 2. MPG-Änderungsgesetzes vom 01.01.2002 machen das Betreiben von „im Haus“ hergestellten Einspeisevorrichtungen für volatile Anästhetika am CPB aus rechtlicher Sicht nicht unproblematisch [25]. Dennoch verwenden 53,8% der deutschen Kinderherzzentren volatile Anästhetika während des CPB.

Maschinelle Autotransfusion

Obwohl ein Gerät zur maschinellen Autotransfusion (MAT) nahezu flächendeckend (92,3%) im kinderherzchirurgischen OP vorhanden ist, setzen nur 50% der Zentren bei jeder OP mit CPB ein MAT-Gerät ein. Pädiatrische Patienten mit AHF sind bei Operationen unter Verwendung eines CBP anfällig für zusätzliche entzündliche und immunogene Schädigungen durch Bluttransfusionen. Autologes Blut aus maschineller Autotransfusion (MAT) wurde mit geringerer Immunmodulation [26] und geringerem allogenem Transfusionsbedarf [27] in Verbindung gebracht. Die Verwendung von MAT bei pädiatrischer Kardiochirurgie konnte jedoch bisher noch nicht mit einer positiven Beeinflussung von harten Endpunkten wie Überleben assoziiert werden [28].

POCT-Gerinnungsdiagnostik

Das chirurgische Trauma während herzchirurgischer Operationen wie auch die

Hämodilution, Hypothermie und die Exposition gegenüber dem CPB beeinträchtigen die Thrombozytenfunktion und die Konzentration an Gerinnungsfaktoren. Das perioperative Gerinnungsmanagement ist komplex. Einige Autoren empfehlen das bettseitige Monitoring der Gerinnung mittels Thrombelastographie. Die Tatsache, dass die Thrombelastographie bei gesunden Kindern andere Standardwerte als bei Kindern mit AHF aufweist [29] und zudem eine deutliche Altersabhängigkeit der Normalwerte besteht [30], macht die Interpretation der Ergebnisse jedoch teilweise schwierig. In Deutschland verwenden 65,4% der kinderherzchirurgischen Zentren eine POCT-Gerinnungsdiagnostik im Kinderherz-OP und machen Therapieentscheidungen von dieser abhängig. Trotz der genannten Schwierigkeiten bei der Befundinterpretation konnten verschiedene Arbeitsgruppen zeigen, dass der intraoperative Einsatz der Thrombelastographie den Transfusionsbedarf an Thrombozyten und Kryopräzipitaten senkt [31] und die Drainageverluste reduziert [32]. Ohne den Einsatz von intraoperativer Thrombelastographie stieg in der Untersuchung von Kane et al. zudem die postoperative Komplikationsrate [31].

Nahinfrarotspektroskopie

Das NIRS-Monitoring wird in 61,5% der Zentren entsprechend den aktuellen Empfehlungen zum Neuromonitoring in der Kardioanästhesie konsequent bei allen kinderherzchirurgischen Eingriffen eingesetzt [33]. An einer relevanten Anzahl von Zentren ist ein NIRS-Monitor entweder nicht vorhanden (3,8%) oder wird „selten“ (11,5%) bzw. „nie“ (3,8%) im Rahmen der kinderherzchirurgischen Eingriffe eingesetzt. Neurologische Komplikationen nach kinderherzchirurgischen Eingriffen werden mit 2-25% angegeben [34,35]. Es existieren einzelne Fallberichte, bei denen mit Hilfe des NIRS-Monitoring bei Kindern die Fehllagen der aortalen CPB Kanüle detektiert werden konnte [36]. Ob aber auch das neurologische Outcome bei pädiatrischen Patienten durch das NIRS-Monitoring positiv beeinflusst werden kann, ist jedoch nicht eindeutig

[37]. Es gibt allerdings gute Hinweise, dass das Monitoring mittels zerebralen NIRS ein Indikator für die systemische Perfusion ist und mit der Entwicklung eines „low cardiac output syndrome“ bei pädiatrischen Patienten korreliert [38-41]. Aufgrund des nicht-invasiven Charakters des NIRS-Monitorings und des potentiell großen Informationszugewinns ist der konsequente Einsatz bei allen kinderherzchirurgischen Eingriffen daher ratsam.

Verwendung von Ultraschall zur ZVK-Anlage

Aufgrund der aktuellen Datenlage und internationaler Empfehlungen [42] ist bei Erwachsenen die ultraschallgestützte ZVK-Anlage zu favorisieren [43]. Das britische National Institute for Clinical Excellence (NICE) empfiehlt explizit auch bei Kindern den Einsatz von Ultraschall für das Einbringen eines zentralvenösen Katheters [44]. In der vorliegenden Umfrage geben lediglich 65,4% der Zentren an, dass sie die ultraschallgestützte ZVK-Anlage bei Kindern als Standardverfahren durchführen. 7,7% der Zentren geben sogar an, dieses Verfahren nie anzuwenden. Die überraschend geringe Akzeptanz der ultraschallgestützten ZVK-Anlage deckt sich mit Umfrageergebnissen von Dassinger et al., die den regelhaften Einsatz von Ultraschall zur pädiatrischen ZVK-Anlage in den USA in nur 66% der Fälle beschreiben [45]. Gründe für dieses Ergebnis sind potentiell in der mangelnden Übung durch den fehlenden routinemäßigen Einsatz von Ultraschall bei pädiatrischen Patienten [45] und in der mangelnden Verfügbarkeit zu suchen [46]. Bis vor 2008 verwendeten nur knapp ein Drittel aller Anästhesisten regelmäßig Ultraschall zur ZVK-Anlage [47]. Bei Kinderanästhesisten ergab eine britische Umfrage 2007, dass nur 26% der Anästhesisten die Anlage eines ZVK über die Vena jugularis interna unter Ultraschallkontrolle durchführen [48].

Im Gegensatz zur Evidenz bei Erwachsenen ist die Datenlage zur Sicherheit bei pädiatrischen Patienten bisher nicht eindeutig. Eine Metaanalyse aus dem Jahr 2009 vergleicht in fünf randomisierten, kontrollierten Studien die Landmarken-

technik mit der ultraschallgestützten Technik bei pädiatrischen Patienten [46]. Die Rate an Versagen, arterieller Fehlpunktion, Hämatothorax oder Pneumothorax zeigen eine Tendenz zu Gunsten der ultraschallgestützten Technik, erreichen jedoch keine statistische Signifikanz. Bei unerfahrenen Anwendern zeigten sich zeitliche Vorteile bis zur erfolgreichen Punktion, wenn diese mit Ultraschall arbeiten. Eine Arbeit von Malbezin et al. zeigte, dass die Lernkurve für die ZVK-Anlage bei Kindern ungefähr zwei Jahre beansprucht [49]. Die Hälfte aller Fälle, bei denen eine ZVK-Anlage nicht möglich war, trat in den ersten 4 Jahren nach Erlernen der Methode auf [49]. Eine ausreichende Supervision ist daher während der Einarbeitung zu empfehlen.

Neuere randomisierte Arbeiten schlussfolgern, dass analog zur Anwendung bei Erwachsenen auch bei Kindern die ultraschallgestützte ZVK-Anlage Komplikationen reduzieren kann [50,51]. Insbesondere die relevante Rate an Lageanomalien der zentralen Gefäße von circa 10% bei Kindern legt die Verwendung von Ultraschall zur eindeutigen Identifikation der Gefäße nahe [52].

Transösophageale Echokardiographie

Bei kinderherzchirurgischen Eingriffen hat die intraoperative TEE eine nahezu umfassende Indikation [53]. Die technischen Voraussetzungen für eine intraoperative TEE ist für Kinder ab 3,5 kg an 84% der deutschen Zentren gegeben. Ebenso viele Zentren (84%) setzen die intraoperative TEE immer oder häufig bei kinderherzchirurgischen Korrekturingriffen ein. Die Durchführung der intraoperativen TEE obliegt dabei an 52% der Zentren dem narkoseführenden Anästhesisten. Damit der narkoseführende Anästhesist nicht durch die TEE Untersuchung vom Führen der Narkose abgelenkt wird, empfiehlt die American Society of Echocardiography die Anwesenheit einer zweiten Person [53]. An 36% der Zentren liegt die intraoperative TEE nicht in den Händen der Anästhesie, sondern wird regulär von einem Kinderkardiologen durchgeführt. Sowohl das europäische Examen zur Echokardiographie von EACTA und ESC/EACVI als

auch die Ausbildungsinhalte der DGAI sind bisher auf Erwachsene beschränkt und klammern Kinder bzw. Patienten mit AHF aus [54-56]. Demgegenüber existiert bereits eine amerikanische Empfehlung, welche die notwendigen Ausbildungsinhalte und Untersuchererfahrungen für eine intraoperative TEE bei Kindern mit AHF festlegt [53,57]. Da es an einem Großteil der Zentren bereits heute gelebte Praxis ist, dass der Anästhesist die intraoperative TEE durchführt, muss es im Hinblick auf die Bestrebung der Standardisierung von Versorgungsgrundsätzen und der Definition von Ausbildungsinhalten in Zukunft auch Konzepte für die intraoperative TEE durch Anästhesien bei AHF geben.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Aufgrund der speziellen Anforderungen bei kinderherzchirurgischen Patienten ist eine besondere personelle und strukturelle Organisation an den kinderherzchirurgischen Zentren notwendig. Für Deutschland existiert derzeit nur eine Empfehlung für die Kardioanästhesie im Erwachsenenalter. Eine Empfehlung für die kinderherzchirurgische Versorgung ist daher ebenso notwendig. Analog zu andern Ländern sollte die Tätigkeit in der Kinderkardioanästhesie mit einer strukturierten theoretischen und praktischen Einarbeitung verbunden sein.

Die Verfügbarkeit von speziellem Equipment (Sonographie, NIRS, POCT und TEE) sollte flächendeckend gesichert sein. Der Einsatz dieser Verfahren ist derzeit noch uneinheitlich.

Kinder mit AHF stellen für Allgemein-anästhesien außerhalb des kardiologischen OP ein besonderes Hochrisikokollektiv dar. Die Betreuung dieser Patienten sollte daher durch einen in der Betreuung von AHF Patienten erfahrenen Arzt durchgeführt werden. Die Durchführung von elektiven Allgemein-anästhesien durch Nicht-Anästhesisten, insbesondere bei Patienten mit AHF, muss angesichts der bestehenden fachübergreifenden Vereinbarungen als kritisch betrachtet werden.

Eine transparente Qualitätssicherung, die nicht nur Prozesse und Strukturen erfasst, sondern auch das zentrums-spezifische Outcome beleuchtet, sollte für die Kinderherzchirurgie ebenso verpflichtend sein wie für die Erwachsenenherzchirurgie.

Anlage 1: Originalfragen des Fragebogens

(einsehbar unter: www.ai-online.info)

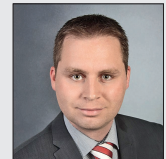
Literatur

1. Schwedler G, Lindinger A, Lange PE, Sax U, Olchvary J, Peters B, et al: Frequency and spectrum of congenital heart defects among live births in Germany: A study of the Competence Network for Congenital Heart Defects. *Clin Res Cardiol* 2011;100:1111-1117
2. Raissadati A, Nieminen H, Jokinen E, Sairanen H. Progress in late results among pediatric cardiac surgery patients: a population-based 6-decade study with 98% follow-up. *Circulation* 2015;131:347-53; discussion 353
3. Erikssen G, Liestøl K, Seem E, Birkeland S, Saatvedt KJ, Hoel TN, et al: Achievements in congenital heart defect surgery: a prospective, 40-year study of 7038 patients. *Circulation* 2015;131:337-46; discussion 346
4. Baehner T, Boehm O, Kliemann M, Heinze I, Breuer J, Hoefl A et al: Anästhesie bei Kindern und Jugendlichen nach angeborenen Herzfehlern. *Anaesthesist* 2015;64:424-437
5. Grundvoraussetzungen herzchirurgischer Einheiten zur Behandlung von Patienten mit angeborenen Herzfehlern. *Thorac Cardiovasc Surg* 2016;64:19-24
6. Schirmer U, van Aken H, Biermann E, Dinkel M, Ender J, Geldner G et al: Personelle, räumliche, apparative und organisatorische Voraussetzungen sowie Anforderungen bei der Erbringung von Anästhesieleistungen bei herzchirurgischen und interventionellen kardiologischen Eingriffen: Überarbeitete Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 2016:92-95
7. Leiner DJ: SoSci Survey. München: SoSci Survey GmbH; 2014
8. Leiner DJ: Too Fast, too Straight, too Weird: Post Hoc Identification of Meaningless Data in Internet Surveys:

- Working Paper 2013. https://www.researchgate.net/publication/258997762_Too_Fast_too_Straight_too_Weird_Post_Hoc_Identification_of_Meaningless_Data_in_Internet_Surveys
9. Beckmann A, Funkat A, Lewandowski J, Frie M, Ernst M, Hekmat K, et al: Cardiac Surgery in Germany during 2014: A Report on Behalf of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 2015;63:258-269
 10. Gemeinsamer Bundesausschuss. Bekanntmachung eines Beschlusses des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Richtlinie über Maßnahmen zur Qualitätssicherung der herzchirurgischen Versorgung bei Kindern und Jugendlichen gemäß § 137 Absatz 1 Nummer 2 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch (SGB V), (Richtlinie zur Kinderherzchirurgie): Erstfassung; Vom. Köln: Bundesanzeiger-Verl.-Ges; 2015
 11. Silber JH, Kennedy SK, Even-Shoshan O, Chen W, Mosher RE, Showan AM, et al: Anesthesiologist board certification and patient outcomes. *Anesthesiology* 2002;96:1044-1052
 12. Hofer I, Spivack J, Yaport M, Zerillo J, Reich DL, Wax D, et al: Association between anesthesiologist experience and mortality after orthotopic liver transplantation. *Liver Transpl* 2015;21:89-95
 13. Auroy Y, Ecoffey C, Messiah A, Rouvier B: Relationship between complications of pediatric anesthesia and volume of pediatric anesthetics. *Anesth Analg* 1997;84:234-235
 14. Glance LG, Kellermann AL, Hannan EL, Fleisher LA, Eaton MP, Dutton RP, et al: The impact of anesthesiologists on coronary artery bypass graft surgery outcomes. *Anesth Analg* 2015;120:526-533
 15. Philippi-Höhne C, Becke K, Wulff B, Schmitz B, Strauß J, Reinhold P: Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter: Entschließung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten. *Anästh Intensivmed* 2010;51:S603-S614
 16. Taeger K: Leitlinie zur Sedierung und Analgesie (Analgosedierung) von Patienten durch Nicht-Anästhesisten. *Anästh Intensivmed* 2002:639-641
 17. Knape JTA, Adriaensen H, van Aken H, Blunnie WP, Carlsson C, Dupont M, et al: Guidelines for sedation and/or analgesia by non-anaesthesiology doctors. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:563-567
 18. Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology* 2002;96:1004-1017
 19. 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
 20. Ramamoorthy C, Haberkern CM, Bhananker SM, Domino KB, Posner KL, Campos JS, et al: Anesthesia-related cardiac arrest in children with heart disease: data from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest (POCA) registry. *Anesth Analg* 2010;110:1376-1382
 21. Chang RR, Klitzner TS: Can regionalization decrease the number of deaths for children who undergo cardiac surgery? A theoretical analysis. *Pediatrics* 2002;109:173-181
 22. The Society of Thoracic Surgeons. STS Congenital Heart Surgery Executive Summary: STS Period Ending 12/31/2014. All Patients number submitted, in analysis, and operative mortality. <http://www.sts.org/national-database/database-managers/executive-summaries> (accessed 20.05.2016)
 23. National Congenital Heart Disease Audit. National Institute for Cardiovascular Outcomes Research (NICOR). Report 2012-15; Republished April 27th 2016. https://nicor5.nicor.org.uk/chd/an_paeds.nsf/vwContent/home?Opendocument (accessed 20. Mai 2016)
 24. White MC, Murphy TWG. Postal survey of training in pediatric cardiac anesthesia in the United Kingdom. *Paediatr Anaesth* 2007;17:421-425
 25. Schlack W, Biermanwn E, Graf BM, Kazmaier S, Obermayer A, Werner C et al: Volatile Anästhetika während extrakorporaler Zirkulation bei herzchirurgischen Eingriffen: Wissenschaftliche, rechtliche und technische Aspekte zur Nutzung eines Narkosemittelverdunstens an der Herz-Lungen-Maschine - Eine Stellungnahme des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardioanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 2006;47:482-489
 26. Cholette JM, Henrichs KF, Alfieris GM, Powers KS, Phipps R, Spinelli SL, et al: Washing red blood cells and platelets transfused in cardiac surgery reduces postoperative inflammation and number of transfusions: results of a prospective, randomized, controlled clinical trial. *Pediatr Crit Care Med* 2012;13:290-299
 27. Cholette JM, Powers KS, Alfieris GM, Angona R, Henrichs KF, Masel D, et al: Transfusion of cell saver salvaged blood in neonates and infants undergoing open heart surgery significantly reduces RBC and coagulant product transfusions and donor exposures: results of a prospective, randomized, clinical trial. *Pediatr Crit Care Med* 2013;14:137-147
 28. Wilkinson KL, Brunskill SJ, Doree C, Trivella M, Gill R, Murphy MF: Red cell transfusion management for patients undergoing cardiac surgery for congenital heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;2:CD009752
 29. Haizinger B, Gombotz H, Rehak P, Geiselseder G, Mair R. Activated thrombelastogram in neonates and infants with complex congenital heart disease in comparison with healthy children. *Br J Anaesth* 2006;97:545-552
 30. Oswald E, Stalzer B, Heitz E, Weiss M, Schmutz M, Strasak A, et al: Thromboelastometry (ROTEM) in children: age-related reference ranges and correlations with standard coagulation tests. *Br J Anaesth* 2010;105:827-835
 31. Kane LC, Woodward CS, Husain SA, Frei-Jones MJ: Thromboelastography-does it impact blood component transfusion in pediatric heart surgery? *J Surg Res* 2016;200:21-27
 32. Nakayama Y, Nakajima Y, Tanaka KA, Sessler DI, Maeda S, Iida J, et al: Thromboelastometry-guided intraoperative haemostatic management reduces bleeding and red cell transfusion after paediatric cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2015;114:91-102
 33. Soehle M et al: Aus den Wiss. Arbeitskreisen Kardioanästhesie und Neuroanästhesie – Neuromonitoring in der Kardioanästhesie. Eine gemeinsame Stellungnahme der DGAI, SGAR und DGTHG. *Anästh Intensivmed* 2014;55:521-538
 34. Andropoulos DB, Stayer SA, Diaz LK, Ramamoorthy C: Neurological monitoring for congenital heart surgery. *Anesth Analg* 2004;99:1365-75; table of contents
 35. Menache CC, Du Plessis AJ, Wessel DL, Jonas RA, Newburger JW: Current incidence of acute neurologic complications after open-heart operations in children. *The Annals of Thoracic Surgery* 2002;73:1752-1758
 36. Gottlieb EA, Fraser CD, Andropoulos DB, Diaz LK: Bilateral monitoring of cerebral oxygen saturation results in recognition of aortic cannula malposition during pediatric congenital heart surgery. *Paediatr Anaesth* 2006;16:787-789

37. Hirsch JC, Charpie JR, Ohye RG, Gurney JG: Near-infrared spectroscopy: what we know and what we need to know – a systematic review of the congenital heart disease literature. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:154-9, 159e1-12
38. Redlin M, Koster A, Huebler M, Boettcher W, Nagdyman N, Hetzer R, et al: Regional differences in tissue oxygenation during cardiopulmonary bypass for correction of congenital heart disease in neonates and small infants: relevance of near-infrared spectroscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136:962-967
39. Zulueta JL, Vida VL, Perisinotto E, Pittarello D, Stellin G: Role of intra-operative regional oxygen saturation using near infrared spectroscopy in the prediction of low output syndrome after pediatric heart surgery. *J Card Surg* 2013;28:446-452
40. Ranucci M, Isgrò G, La Torre T de, Romitti F, Conti D, Carlucci C: Near-infrared spectroscopy correlates with continuous superior vena cava oxygen saturation in pediatric cardiac surgery patients. *Paediatr Anaesth* 2008;18:1163-1169
41. Suemori T, Skowno J, Horton S, Bottrell S, Butt W, Davidson AJ: Cerebral oxygen saturation and tissue hemoglobin concentration as predictive markers of early postoperative outcomes after pediatric cardiac surgery. *Paediatr Anaesth* 2015
42. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, et al: Special articles: guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society Of Cardiovascular Anesthesiologists. *Anesth Analg* 2012;114:46-72
43. Reusz G, Csomos A: The role of ultrasound guidance for vascular access. *Curr Opin Anaesthesiol* 2015;28:710-716
44. National Institute for Clinical Excellence (Great Britain). Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. Technology appraisal guidance, no. 49. London: National Institute for Clinical Excellence; 2002
45. Dassinger MS, Renaud EJ, Goldin A, Huang EY, Russell RT, Streck CJ, et al: Use of real-time ultrasound during central venous catheter placement: Results of an APSA survey. *J Pediatr Surg* 2015;50:1162-1167
46. Sigaut S, Skhiri A, Stany I, Golmar J, Nivoche Y, Constant I, et al: Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis of published studies. *Paediatr Anaesth* 2009;19:1199-1206
47. McGrattan T, Duffy J, Green JS, O'Donnell N: A survey of the use of ultrasound guidance in internal jugular venous cannulation. *Anaesthesia* 2008;63:1222-1225
48. Tovey G, Stokes M: A survey of the use of 2D ultrasound guidance for insertion of central venous catheters by UK consultant paediatric anaesthetists. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:71-75
49. Malbezin S, Gauss T, Smith I, Bruneau B, Mangalsuren N, Diallo T, et al: A review of 5434 percutaneous pediatric central venous catheters inserted by anesthesiologists. *Paediatr Anaesth* 2013;23:974-979
50. Froehlich CD, Rigby MR, Rosenberg ES, Li R, Roerig PJ, Easley KA, et al: Ultrasound-guided central venous catheter placement decreases complications and decreases placement attempts compared with the landmark technique in patients in a pediatric intensive care unit. *Crit Care Med* 2009;37:1090-1096
51. Hosokawa K, Shime N, Kato Y, Hashimoto S: A randomized trial of ultrasound image-based skin surface marking versus real-time ultrasound-guided internal jugular vein catheterization in infants. *Anesthesiology* 2007;107:720-724
52. P Souza Neto E, Grousson S, Duflo F, Tahon F, Mottolese C, Dailier F: Ultrasonographic anatomic variations of the major veins in paediatric patients. *Br J Anaesth* 2014;112:879-884
53. Ayres NA, Miller-Hance W, Fyfe DA, Stevenson JG, Sahn DJ, Young LT, et al: Indications and guidelines for performance of transesophageal echocardiography in the patient with pediatric acquired or congenital heart disease: report from the task force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:91-98
54. EACVI / EACTA. TEE EXAM / EACVI. <http://www.eacta.org/education/eacvi/> (accessed 22. Februar 2016)
55. Flachskampf F: Recommendations for Performing Transoesophageal Echocardiography. *European Journal of Echocardiography* 2001;2:8-21
56. TEE-Zertifizierung nach den Richtlinien der DGAI: Aktueller Stand und zukünftige Regelung. *Anästh Intensivmed* 2008;97-104
57. Lai WW, Geva T, Shirali GS, Frommelt PC, Humes RA, Brook MM, et al: Guidelines and standards for performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:1413-1430.

Korrespondenz- adresse



**Dr. med.
Torsten Bähler**

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Bonn
Sigmund-Freud-Straße 25
53105 Bonn, Deutschland
Tel.: 0228 287-14114
Fax: 0228 287-14115
E-Mail:
torsten.baehner@ukb.uni-bonn.de