

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin
-----------------	---

AWMF-Register Nr.	001 / 033	Klasse:	S2k
-------------------	-----------	---------	-----

„Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“

- *Kurzversion* -

S2k – Leitlinie der

Deutschen Gesellschaft für Anesthesiologie und
Intensivmedizin e.V.

Herausgeber und federführende Fachgesellschaft

Deutsche Gesellschaft für Anesthesiologie und Intensivmedizin e.V.

Koordination:

Priv.-Doz. Dr. med. Jost Kaufmann

- Kinderkrankenhaus der Kliniken der Stadt Köln gGmbH

Amsterdamer Str. 59, 50735 Köln

- Fakultät für Gesundheit der Privaten Universität Witten/Herdecke

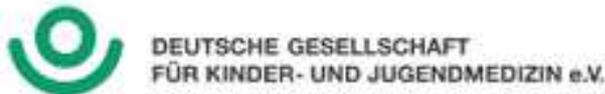
Alfred-Herrhausen-Straße 50, 58448 Witten

Telefon 0221 – 8907 – 15199

E-Mail jost.kaufmann@uni-wh.de

Version: Zweite, überarbeitete Auflage, aktueller Stand 11/2021

Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/001-033.html>



Unter stimmberechtigter Beteiligung der folgenden Fachgesellschaften:

- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
- Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKM)
- Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF)

Mit den in dieser Leitlinie verwendeten Personen- und Tätigkeitsbezeichnungen sind, auch wenn sie aus Gründen der Lesbarkeit nur in einer Form verwendet werden, alle Geschlechter gemeint. Wo dies gut lesbar bleibt, werden geschlechtsneutrale Bezeichnungen verwendet. In der Leitlinien-Gruppe bestand Einigkeit, dass zur besseren Lesbarkeit auf Sternchen, Unterstriche oder Binnen-I verzichtet werden soll.

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

- Ein Medikament, zu welchem dem Anwender hinreichende pharmakologische Kenntnis für die Kinderanästhesie fehlt, soll nicht verabreicht werden („primum non nocere“).
- Vor jeder Medikamentengabe **soll** (wenn möglich) im Vier-Augenprinzip überprüft werden, dass es sich um das richtige Medikament, in der richtigen Dosis, zum richtigen Zeitpunkt, mit dem richtigen Verabreichungsweg und für den richtigen Patient handelt (Anwenden der 5-R-Regel).
- Für die Anästhesie bei Kindern **sollen** Therapieentscheidungen auf wissenschaftlicher Evidenz und Erfahrung basieren und nicht allein aufgrund des Zulassungsstatus erfolgen.
- [Zur Dosierung von Propofol] Vor allem **soll** eine Übertherapie vermieden werden, die bei Dosierung am tatsächlichen Gewicht mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt.
- Altersgruppenspezifische Dosierungen **sollen** bekannt sein und jederzeit rückversichert/abgefragt werden können.
- Medikamente mit geringem Verteilungsvolumen und geringer therapeutischer Breite **sollen** bei deutlicher Adipositas am Normalgewicht dosiert werden.
- Bei der Vorbereitung einer geplanten anästhesiologischen Versorgung **soll** das aktuelle Gewicht des Kindes präzise ermittelt und zuverlässig dokumentiert werden.
- Die Gaben von Medikamenten, welche eine geringe therapeutische Breite aufweisen oder bei Fehldosierung großen Schaden anrichten können (z.B. Adrenalin/Epinephrin) **sollen NICHT** ohne vorherige Überprüfung durch ein unterstützendes System (z.B. Tabelle, Lineale, Taschenrechner, CPOE) erfolgen.
- Jede Verordnung **soll** durch alle Beteiligten laut wiederholt und bestätigt werden.
- Erst und nur wenn alle Teammitglieder Einigkeit signalisiert haben („Closed-Loop“-Kommunikation) beziehungsweise bestätigen, dass alles korrekt ist, **soll** die Medikamentengabe erfolgen.
- Die Vorhaltung von ähnlich klingenden Handelsnamen und ähnlich aussehenden Ampullen/Verpackungen **soll** vermieden werden.
- Medikamente **sollen** an einem eindeutigen und bekannten Ort gelagert werden.
- Jede aufgezogene Spritze **soll** vorzugsweise mit einem Etikett nach ISO 26852 längs so beklebt werden, dass die Skalierung weiter lesbar bleibt.
- Verdünnungen **sollten**, wo immer praktikabel und sinnvoll, vermieden werden. Dabei wird die Verwendung von ausreichend kleinen Spritzen (z.B. 1 und 2 ml) empfohlen.
- Jede Versorgungsstruktur **soll** eine gelebte Sicherheits- und Fehlerkultur etablieren.
- Die nicht-technischen Fähigkeiten und die Inhalte von Versorgungsstandards **sollen** trainiert werden (z.B. Simulationstraining).

Inhaltsverzeichnis

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick.....	4
1 Geltungsbereich und Zweck	7
1.1 Einleitung	7
1.2 Methodischer Wechsel zur Überarbeitung und Aktualisierung der Leitlinie	7
1.3 Zielsetzung und Fragestellung	8
1.4 Geltungsbereich und Adressaten.....	8
1.5 Patientenzielgruppe	8
1.6 Methodik der Leitlinienerstellung.....	8
2 Rationale Arzneimitteltherapie, Indikationen, „Off-Label-Use“	9
2.1 „Off-Label-Use“	9
3 Klare Indikationen und Patienten-spezifische Aspekte	13
3.1 Vermeiden von Übertherapie	13
3.2 Kinder mit besonders hohem Risiko für perioperative Hypoxämie	13
3.3 Dosierungen am Normalgewicht bei Adipositas	14
3.4 Dosierung von Propofol bei adipösen Kindern	14
4 Hilfsmittel, Gewichtsschätzung, Längenbezogene Systeme	16
4.1 Hilfsmittel, Referenzen und Apps zur Dosierungsempfehlung.....	16
4.2 Methoden zur Gewichtsschätzung	16
4.3 Anforderungen und Inhalte von kognitiven Hilfsmitteln.....	16
5 Errechnen der Dosis.....	18
5.1 Errechnen der Dosis und der Zubereitung.....	18
5.2 Zusätzliche Besonderheiten in der Kinderanästhesie.....	19
6 Medikamentendosis, Verordnung und Übermittlung der Verordnung	21
7 Vorbereitung und Verabreichung – Verwechslungen, Lagerungsort.....	23
8 Sicherheits- und Fehlerkultur - Erhöhung der Vigilanz, nicht-technische Fähigkeiten und Standards	29
8.1 Qualifikation, Schulung und Erhöhung der Vigilanz	29
8.2 Fehlerberichtssysteme (CIRS)	29
8.3 Akzeptanz der Fehlbarkeit	29
8.4 Nicht-technische Fähigkeiten („non-technical-skills“).....	30
8.5 Standard Arbeitsanweisungen (SAA) und Checklisten	30
8.1 Zusätzliche Besonderheiten in der Kinderanästhesie.....	31
8.1.1 Empfehlungen	32

9	Verwendete Abkürzungen	33
10	Literaturverzeichnis	34

1 Geltungsbereich und Zweck

1.1 Einleitung

Es ist bekannt, dass Kinder durch Medikationsfehler in besonderem Ausmaß gefährdet sind, denn unter anderem besteht die Notwendigkeit der Verabreichung einer individuell zu berechnenden Dosis, was in vielen Fällen bei Erwachsenen nicht in gleichem Maße notwendig ist. Aufgrund der großen Spannweite von Körpergewichten innerhalb der Pädiatrie ist zudem keine Vertrautheit mit einer wie im Erwachsenenalter praktizierten „typischen“ Dosis möglich [1]. Im pädiatrischen Bereich stellen Überdosierungen im Bereich einer 10er-Potenz daher keine Seltenheit dar [2,3].

Aufgrund der bekannten Inzidenzen und Tragweiten von Medikationsfehlern bei der Versorgung von Kindern hat der wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der DGAI für den Bereich der anästhesiologischen Versorgung von Kindern im Jahr 2016 eine S2e-Leitlinie zur Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie herausgegeben [4,5]. Die hier vorliegende zweite Version stellt eine Überarbeitung und Aktualisierung dieser Leitlinie dar.

1.2 Methodischer Wechsel zur Überarbeitung und Aktualisierung der Leitlinie

Nach Beratung durch die AMWF haben wir daher mit Konsens in der Leitliniengruppe entschieden, für die Aktualisierung und Überarbeitung der Leitlinie 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ einen Verfahrenswechsel von S2e auf S2k durchzuführen. Zusätzlich sollen Redundanzen mit der Leitlinie 027/071 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ ausgeschlossen werden.

Bei gegebener Bedeutung und Übertragbarkeit für den Versorgungsbereich der Kinderanästhesie werden die in der Leitlinie 027/071 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ konsentierten Empfehlungen zu diesen Themenbereichen **blau gekennzeichnet** aufgelistet und in den Konsensus-Prozess der aktuellen Leitlinie eingeschleust.

Empfehlungen, die über die aus der Leitlinie 027/071 zu übernehmenden Empfehlungen hinaus ergänzt oder verändert werden müssen, um alle bedeutsamen Aspekte der Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie umfassend für die hier vorliegenden Leitlinie 001/031 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ abzudecken, werden **grün gekennzeichnet** aufgelistet. Diese und auch die aus der Leitlinie für Kindernotfälle übernommenen Empfehlungen unterliegen einem vollständigen, neu für diese Leitlinie durchgeführten Konsensusverfahren.

1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Zielsetzung der Leitlinie ist es, die Sicherheit und Qualität der Pharmakotherapie und damit der Patientensicherheit in der Kinderanästhesie zu verbessern.

1.4 Geltungsbereich und Adressaten

Adressaten dieser S2k-Leitlinie sind Anästhesisten und Pflegekräfte in allen ambulanten und stationären Einrichtungen, in denen Kinder anästhesiologisch betreut werden. Sedierungen und Maßnahmen, die beispielsweise im Bereich der Kinderintensivmedizin oder Kindernotfallmedizin durch Personal anderer Fachrichtungen als der Anästhesie durchgeführt werden sind nicht Gegenstand dieser Leitlinie.

1.5 Patientenzielgruppe

Die Zielgruppe sind Kinder aller Altersstufen bis zum Erreichen der Volljährigkeit, die anästhesiologisch zur Durchführung einer Sedierung oder einer Narkose für eine diagnostische oder interventionelle Maßnahme versorgt werden.

1.6 Methodik der Leitlinienerstellung

Diese Leitlinie wurde von einer vom Vorstand der *Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin* (DGAI) eingesetzten Leitliniengruppe erstellt. Jede anästhesiologische Patientenversorgung erfordert ausnahmslos die Zusammenarbeit mit für diesen Bereich möglichst erfahrenen und qualifizierten Pflegekräften oder entsprechendem Assistenzpersonal. Daher ist die Teilnahme der *Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V.* (DGF) an der Leitlinienerstellung essenziell. Zusätzlich wurde die *Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin* (DGKJ) aufgrund ihrer pharmakotherapeutischen Expertise in der betroffenen Patientengruppe angefragt, auch wenn die Ärzte dieser Fachrichtung nicht im Geltungsbereich der Leitlinie tätig werden.

Die AWMF wurde bereits vor dem Beginn der Leitlinienarbeit in dessen Konzipierung einbezogen und das dargestellte Konzept begrüßt. Frau Dr. Monika Nothacker, stellvertretende Leiterin des AWMF-Instituts für Medizinisches Wissensmanagement hat durch Beratung und Unterstützung der Leitlinienarbeit einen wesentlichen Beitrag geleistet sowie die Konsensuskonferenz moderiert (siehe Langversion 10.1.4 Methodische Begleitung).

2 Rationale Arzneimitteltherapie, Indikationen, „Off-Label-Use“

Wer Kinder medikamentös behandelt, soll pädiatrisch-pharmakologische Kenntnisse haben und ein Zugriff auf die relevanten Informationen soll allzeit möglich sein. Diese Kenntnisse sollen durch Bereitstellung von Referenzen, auch in tabellarischer Form, als Listen vorgehalten werden. Eine gute Referenz neben den diversen Fachbüchern auch im Kitteltaschenformat, ist das „Kinderformularium“ (www.kinderformularium.de). Die Anwender sollten gemeinsam in ihrer Versorgungseinheit die Quellen für pädiatrisch-pharmakologische Informationen prüfen, sich für eine „passende“ entscheiden und diese für Alle immer und unmittelbar zugänglich machen.

Medikamente sollen nicht verordnet werden, wenn das Medikament nicht hinsichtlich der Indikationen und Kontraindikationen bekannt ist.

Vor jeder Medikamentengabe müssen alle Beteiligten mit hoher Vigilanz die 5-R-Regel beachten:

→ Richtiger Patient? → Richtiges Medikament? → Richtige Dosierung? → Richtiger Zeitpunkt? → Richtiger Verabreichungsweg?

Alle in dieser Leitlinie genannten Maßnahmen zur Medikamentensicherheit müssen bekannt sein, sollten regelhaft in Simulations-Szenarien integriert und geübt sowie im Alltag möglichst vollumfänglich umgesetzt werden.

2.1 „Off-Label-Use“

Die Verwendung eines Medikamentes außerhalb seiner expliziten Zulassung bezüglich der Indikation, der Altersgruppe von Patienten, der Dosis oder von Applikationsweg und -form stellt formal einen „Off-Label-Use“ dar. Viele Medikamente, die seit Jahrzehnten erfolgreich und unproblematisch in der Kinder- und Jugendmedizin sowie in der Kinderanästhesie eingesetzt werden, haben in diese Sinne keine formale Zulassung, obwohl langjährige klinische Erfahrung und Evidenz für ihre sichere Anwendung in der Literatur hinterlegt ist.

Es existiert unabhängig vom Zulassungsstatus für viele Medikamente ein umfangreicher Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis („der Evidenz“), der den wirksamen und sicheren Einsatz bei Kindern belegt. In vielen Fällen ist es sogar so, dass nicht zugelassene Medikamente aufgrund dieser Evidenz dennoch als Medikamente der ersten Wahl für bestimmte Indikationen und Patientengruppen gelten.

Die individuelle Therapieentscheidung soll daher aufgrund der wissenschaftlichen Evidenz erfolgen und nicht allein aufgrund einer arzneimittelrechtlichen Zulassung. Dennoch müssen die Anwender von Medikamenten außerhalb der Zulassung in einem besonderen Ausmaß vigilant bezüglich neuer Erkenntnisse zum Nutzen und besonders auch zu Risiken des verwendeten Medikaments sein.

Das Problem der „Off-Label“ Anwendung sollte so bald wie möglich (also in der Regel vor der kinderanästhesiologischen Behandlung) mit den Sorgeberechtigten besprochen und dokumentiert werden. Sinngemäß könnte dies durch folgende Aussagen erfolgen: *„Zur nach aktuellem Kenntnisstand sachgerechten und optimalen Versorgung ihres Kindes in der Kinderanästhesie ist der Einsatz von Medikamenten nötig, die formal für einige Altersgruppen oder Anwendungen nicht explizit zugelassen sind, deren Anwendung aber dennoch in vollem Umfang dem Stand der Wissenschaft entspricht.“*

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
2.1 Rationale Arzneimitteltherapie, Kenntnisse.	Empfehlungsgrad
Anwender sollen hinreichende Kenntnisse zu jedem verordneten Medikament haben.	↑↑
Zugriff auf vollständige, wesentliche Informationen soll gewährleistet werden (Referenzen, Listen, Telefonkonsultation, Telemedizin).	↑↑
Ein Medikament, zu welchem dem Anwender hinreichende pharmakologische Kenntnis für die Kinderanästhesie fehlt, soll nicht verabreicht werden („ <i>primum non nocere</i> “).	↓↓
Vor jeder Medikamentengabe soll (wenn möglich) ¹ im Vier-Augenprinzip überprüft werden, dass es sich um das richtige Medikament, in der richtigen Dosis, zum richtigen Zeitpunkt, mit dem richtigen Verabreichungsweg und für den richtigen Patient handelt (Anwenden der 5-R-Regel).	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%²; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

¹ In der Kinderanästhesie werden Medikamente während einer laufenden Sedierung oder Narkose oft durch einen Anästhesisten gegeben, während keine weitere Person anwesend ist; bei der Ein- und Ausleitung sowie in schwierigen Situationen oder bei anspruchsvollen Fällen soll eine Assistenzperson und gegebenenfalls ein weiterer Anästhesist anwesend sein; dann soll die oben genannte Regel immer zur Anwendung kommen (Vier-Augenprinzip vor jeder Medikamentengabe).

² Eine detaillierte Beschreibung des Konsensus-Prozesses findet sich im Kapitel 1.4 des Leitlinien-Reports.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
2.2 „Off-Label-Use“.	Empfehlungsgrad
Für die Anästhesie bei Kindern sollen Therapieentscheidungen auf wissenschaftlicher Evidenz und Erfahrung basieren und nicht allein aufgrund des Zulassungsstatus erfolgen. Ein „Off-Label-Use“ ist nicht unsachgemäß, illegal oder kontraindiziert, sondern kann die bestmögliche Therapie darstellen. Ein grundsätzlicher Verzicht auf „Off-Label-Use“ gefährdet Kinder und macht eine sachgemäße Behandlung unmöglich.	↑↑
„Off-Label-Use“ soll so bald wie möglich mit den Sorgeberechtigten besprochen werden.	↑↑
Bei der geplanten, elektiven kinderanästhesiologischen Versorgung soll zuvor über den „Off-Label-Use“ aufgeklärt werden	↑↑
„Off-Label-Use“- Anwender sollen vigilant gegenüber neuen Erkenntnissen sein.	↑↑
Für bestimmte Altersgruppen zugelassene, gleichwertige Medikamente sollten bevorzugt werden.	↑
Die Anwender von Medikamenten bei Kindern und Jugendlichen sollten zeitnah Kenntnis nehmen von aktuellen Sicherheitshinweisen der Pharmakovigilanz (z.B. Rote Hand Briefe ³ , Newsletter der AkdÄ ⁴ , BfArM-Bulletin ⁵).	↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

³Der Rote-Hand-Brief (RHB) ist ein Informationsschreiben, mit welchem pharmazeutische Unternehmen unter anderem über neu erkannte Arzneimittelrisiken informieren. RHB werden in Absprache mit der jeweils zuständigen deutschen Bundesoberbehörde, dem Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) oder Paul-Ehrlich-Institut (PEI), verbreitet.

⁴ Die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (AkdÄ) versendet regelmäßig kostenlose Newsletter (wichtig v.a. die „Drug Safety Mail“); Anmeldung unter www.akdae.de/Service/Newsletter/index.php - Stand 04/2021.

⁵ Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) versendet vierteljährlich das kostenlose „Bulletin zur Arzneimittelsicherheit“, welches aus den beiden Bundesoberbehörden (BfArM und Paul-Ehrlich-Institut) unter anderem zu aktuellen Aspekten der Risikobewertung von Arzneimitteln informiert; Anmeldung zur Print- oder Email-Version unter [www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Pharmakovigilanz/Bulletin/ node.html](http://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Pharmakovigilanz/Bulletin/node.html) – Stand 04/2021.

3 Klare Indikationen und Patienten-spezifische Aspekte

3.1 Vermeiden von Übertherapie

Auch in der Kinderanästhesie können und sollen mindestens während einem Teil der Versorgung, beispielsweise vor der Narkoseeinleitung, zur Unterstützung bei alleiniger Regionalanästhesie oder zur Vermeidung einer Sedierung für diagnostische, nicht schmerzhaftes Verfahren supportive Maßnahmen zur Anwendung kommen.

Prinzipiell ist zu prüfen, ob es unterstützende Maßnahmen zur medikamentösen Therapie gibt. Diese Leitlinie möchte dazu ermutigen, eine „Übertherapie“ durch Ausnutzen der in der Langversion beschriebenen supportiven Maßnahmen und Verbesserung der äußeren Umstände zu vermeiden.

3.2 Kinder mit besonders hohem Risiko für perioperative Hypoxämie

Eine besondere Gefährdung, eine perioperative Hypoxämie zu erleiden, haben Kinder mit einer sich mit Schlafapnoen präsentierenden Obstruktion der oberen Atemwege (OSAS) [6], Nierenfunktionseinschränkungen [7], eingeschränkter Muskelkraft sowie schwerwiegenden neurologischen Entwicklungsverzögerungen oder -einschränkungen wie eine infantile Cerebralparese (ICP) [8]. Auch wenn die genannte Literatur das Risiko bei der Opioidtherapie beschreibt, besteht eine vergleichbare Gefährdung auch bei der Gabe von Sedativa (z.B. bei Kindern mit muskulärer Schwäche [9-13]).

Zusätzlich ist bei Kindern mit neurologischen Einschränkungen (z.B. mit infantiler Zerebralparese - ICP) oder auch vielen syndromalen Erkrankungen damit zu rechnen, dass die Atemwege durch eventuell veränderte anatomische Verhältnisse und Hypersalivation schwieriger zu sichern sind.

Kinder mit stark erhöhtem Risiko für Atemdepressionen durch Opioiden und/oder Sedativa
<ul style="list-style-type: none">• Muskelschwäche, muskulär oder neurologisch bedingt• Obstruktionen der oberen Atemwege, obstruktives Schlafapnoe-Syndrom• Neurologische Entwicklungsverzögerungen oder -einschränkungen• Frühgeburtlichkeit• Neurodegenerative Erkrankungen• Verschiedenste syndromale Erkrankungen• Schwierige anatomische Verhältnisse der Atemwege• Nierenfunktionseinschränkungen

Tabelle 3.2.1. QUELLE: siehe Literaturangaben im Begleittext.

3.3 Dosierungen am Normalgewicht bei Adipositas

In der Kinderanästhesie ist es notwendig, dass einige Medikamente mit geringem Verteilungsvolumen und geringer therapeutischer Breite bei ausgeprägter kindlicher Adipositas nach dem Idealgewicht und nicht dem gewogenen Gewicht des Kindes dosiert werden [14-16]. Es bietet sich an, näherungsweise nach dem Normalgewicht zu dosieren. Für die praktische Umsetzung ist zu empfehlen, bei adipösen Kindern Sedativa und Opioide zunächst am Normalgewicht zu dosieren, wo möglich den klinischen Effekt zu messen und nach klinischer Wirkung titriert nach zudosieren.

3.4 Dosierung von Propofol bei adipösen Kindern

Die Autorengruppe möchte aufgrund der klinischen Bedeutung und der Praktikabilität folgende Feststellungen machen und Empfehlungen geben.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
3.1 Dosierung von Propofol (insbesondere bei adipösen Kindern).	Empfehlungsgrad
Vor allem soll eine Übertherapie vermieden werden, die bei Dosierung am tatsächlichen Gewicht mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt.	↑↑
Die Einleitungs- und Erhaltungsdosis sollten sich am Normalgewicht orientieren.	↑↑
Die Erhaltungsdosis sollte wie bei anderen Kindern auch eine Dosisreduktion über den zeitlichen Verlauf enthalten.	↓↓
Für Einleitung und Erhaltung sollte jeder Versorgungsbereich eine Standard-Empfehlung zur Dosierung von Propofol vorhalten.	↑
Ein individueller Bedarf, der nicht einem solchen Standardschema entspricht, soll erkannt werden und die Dosis entsprechend angepasst werden.	↑↑
Idealerweise sollte dazu neben der klinischen Beurteilung zusätzlich eine EEG-gestützte Messung der Sedierungs- oder Narkosetiefe erfolgen.	↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
3.2 Klare Indikation, Kontraindikation und altersspezifische, grunderkrankungsbezogene Aspekte, Übertherapie vermeiden.	Empfehlungsgrad
Vor jeder Therapie soll die Indikation hinterfragt und geprüft werden.	↑↑
Die potenziell positive Beeinflussung durch beruhigendes Einwirken einer Bezugsperson soll so weit wie möglich ausgenutzt werden.	↑↑
Wann immer möglich soll eine kindgerechte Lagerung sowie kindgerechte Interaktionen erfolgen.	↑↑
Kinder sollten in einer thermoregulatorischen Neutralumgebung versorgt werden.	↑
Nicht-nutritives Saugen soll (wann immer möglich) zur Beruhigung erlaubt sein.	↑↑
Erst wenn andere Therapiemaßnahmen nicht ausreichen, sollen Sedativa und Opioide verwendet werden. ⁶	↑↑
Altersgruppenspezifische Dosierungen sollen bekannt sein und jederzeit rückversichert/abgefragt werden können.	↑↑
Sedativa und Opioide sollen bei deutlicher Adipositas am Normalgewicht dosiert werden.	↑↑
Medikamente mit geringem Verteilungsvolumen und geringer therapeutischer Breite sollen bei deutlicher Adipositas am Normalgewicht dosiert werden.	↑↑
<i>Bei Kindern mit einer besonderen Gefährdung für eine Atemdepression (Tabelle 3.2.1) gelten die folgenden Empfehlungen:</i>	
• Opioide und Sedativa sollen vorsichtig dosiert werden.	↑↑
• Der Behandelnde soll zuverlässig alle Eskalationsstufen des Atemwegsmanagements beherrschen (nicht-invasives und invasives Atemwegsmanagement).	↑↑
• Eine „Übertherapie“ soll vermieden werden (so wenig wie möglich und so viel wie nötig).	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

⁶ Beispielsweise kann eine Bildgebende Untersuchung unter optimierten Bedingungen und gegebenenfalls der Anwesenheit einer Bezugsperson oft ohne eine pharmakologische Sedierung durchgeführt werden.

4 Hilfsmittel, Gewichtsschätzung, Längenbezogene Systeme

4.1 Hilfsmittel, Referenzen und Apps zur Dosierungsempfehlung

Für die Festlegung einer individuell für das jeweilige Kind richtigen Medikamentendosis, ist vor allem pädiatrisch-pharmakologisches Fachwissen erforderlich, welches hinreichend und ohne Zeitverzug zuverlässig abrufbar sein soll. Zur Unterstützung kann der Verordnende dieses Wissen auch aus einem Hilfssystem (z. B. einem Buch, einer Tabelle, einer App etc.) beziehen. Wird der Verordnende durch analoge oder digitale Systeme bei der Verordnung unterstützt, so lassen sich hierdurch Medikationsfehler meist effektiv verhindern [17-20]. Alle Systeme sind vor Ihrer Anwendung gründlich durch den Anwender zu überprüfen.

4.2 Methoden zur Gewichtsschätzung

Bei einer geplanten anästhesiologischen Versorgung findet eine aus medizinischen und forensischen Gründen notwendige Vorbereitung statt. Im Rahmen dieser muss das Gewicht präzise ermittelt und zuverlässig dokumentiert werden. Wenn kein zeitnah zuvor zuverlässig gewogenes Gewicht bekannt ist, soll eine aktuelle Wiegung möglich sein. Das so ermittelte und dokumentierte Gewicht sollte jedem Versorger unmittelbar abrufbar zur Verfügung stehen. Dies kann gewährleistet werden, indem es auf dem Kopf eines jeden patientenbezogenen schriftlichen oder elektronischen Dokuments (Patientendaten-Informationssystem) eingepflegt wird.

Wenn in seltenen Fällen eine sofortige anästhesiologische Versorgung in unmittelbaren Notfallsituationen stattfinden muss, kann es sein, dass das Gewicht primär nicht bekannt ist. Damit ist die Therapie, insbesondere die mit hochpotenten Medikamenten, mit dem Risiko einer Über- oder Unterdosierung behaftet. Wenn ein Wiegen des Kindes nicht möglich ist, soll eine längenbezogene Gewichtsschätzung durchgeführt werden. Der wissenschaftliche Hintergrund dieser Empfehlung ist in der S2k-Leitlinie „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ dargestellt, auf die zur weiteren Information hier verwiesen wird [21].

4.3 Anforderungen und Inhalte von kognitiven Hilfsmitteln

Die Systematik eines Systems soll dem Anwender vor der ersten Benutzung bei der realen Patientenversorgung bekannt sein. Zusätzlich sollte das System aber auch für den Bereich, in dem es eingesetzt wird, *passend* sein, beispielsweise was die genannten Medikamente beziehungsweise Wirkstoffe betrifft. Es ist es sinnvoll zusätzlich zu Medikamentendosierungen auch längenbezogene

Vorschläge zur genutzten Materialgröße (z. B. Beatmungsmaske, Larynxmaske, Endotrachealtubus etc.) anzugeben.

Es gibt verschiedene Maßbänder und Lineale, die eine direkte längenbezogene Gewichtsschätzung beinhalten. Da hierdurch die Therapie beeinflusst wird, handelt es sich bei diesen Systemen um ein Medizinprodukt. Die Zulassung der verwendeten Produkte als Medizinprodukt ist erkennbar an einem CE-Siegel. Viele der kognitiven Hilfssysteme auf dem Markt sind nicht als Medizinprodukte eingestuft. Klare und eindeutig nachvollziehbare Siegel, die die Richtigkeit der Inhalte bestätigen, gibt es leider bislang nicht. Dem Anwender muss also klar sein, dass die Hersteller der Systeme keine Gewähr für die Richtigkeit der gemachten Angaben übernehmen. Hier wäre ein einfacher, einheitlicher, kostengünstiger, sicherer und transparenter Zertifizierungsweg einer übergeordneten medizinischen Aufsichtsbehörde wünschenswert.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]

4 Gewichtsermittlung, -dokumentation, Hilfsmittel für den Notfall, Längenbezogene Systeme. Empfehlungsgrad

Bei der Vorbereitung einer geplanten anästhesiologischen Versorgung soll das aktuelle Gewicht des Kindes präzise ermittelt und zuverlässig dokumentiert werden.	↑↑
Das aktuelle Gewicht des Kindes soll auf dem Kopf eines jeden patientenbezogenen schriftlichen oder elektronischen Dokuments eingepflegt sein.	↑↑
Wenn ein Wiegen nicht möglich ist, soll das Gewicht über die Eltern oder beim Kind selbst erfragt werden („Kennen Sie das Gewicht ihres Kindes“ bzw. „Weißt Du, was Du wiegst“).	↑↑
Wenn kein genanntes Gewicht verfügbar ist, soll eine längenbezogene Gewichtsschätzung durchgeführt werden.	↑↑
Die Nutzung altersbezogener Formeln kann erwogen werden, wenn die genannten überlegenen Möglichkeiten nicht zur Verfügung stehen.	↔

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 2 Enthaltungen aufgrund von Befangenheit (siehe LL-Report, Restgruppe 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

5 Errechnen der Dosis**5.1 Errechnen der Dosis und der Zubereitung**

Die Verschreibung des richtigen Medikamentes in der richtigen Dosierung ist Grundvoraussetzung einer sicheren Behandlung in der Kinderanästhesie. Die richtige gewichtsbezogene Dosierung ist bei pädiatrischen Patienten nahezu ausnahmslos nicht mit der Dosierung beim Erwachsenen vergleichbar und variiert teilweise erheblich zwischen verschiedenen pädiatrischen Altersgruppen. Daher soll der verschreibende Arzt die für den individuellen Patienten richtige körperrgewichtbezogene Dosierung kennen oder zuverlässig bestimmen können.

Die Berechnung der Dosis ist der Schritt in der Pharmakotherapie bei Kindern, bei dem es am häufigsten zu bedrohlichen Fehlern kommt. Zum Beispiel kommen 10er Potenz-Fehler regelmäßig vor [1] und können lebensgefährlich sein (z.B. Adrenalin zur Reanimation [22]). Eine Übersichtsarbeit auf dem Boden einer systematischen Literaturrecherche kommt zu dem Schluss, dass alle Maßnahmen, welche die kognitiven Anforderungen reduzieren, die Rate und Intensität an Dosisfehlern reduziert [23].

Wenn eine Medikation durch ein erfahrenes Team mit vertrauten und sicher anzuwendenden Medikamenten erfolgt, ist die Berechnung ohne weitere Hilfsmittel nicht zu beanstanden. Im Gegenteil würden weitreichendere Forderungen hier mit großer Wahrscheinlichkeit die Akzeptanz von Leitlinien gefährden, denn es könnte die Sinnhaftigkeit der Empfehlungen zurecht angezweifelt werden. Es soll dennoch eine (wie im Kapitel 6 beschriebene, verkürzte) „Closed-Loop-Kommunikation“ vor der Verabreichung stattfinden.

5.2 Zusätzliche Besonderheiten in der Kinderanästhesie

Bei der Anwendung von Katecholaminen ist grundsätzlich eine besonders hohe Vigilanz aller Beteiligten zu fordern. Regelmäßig werden auf Intensivstationen und bei Narkosen von kritischen kranken Neugeborenen, Säuglingen und Kindern Katecholamine eingesetzt.

Eine Verwendung von stärker verdünnten Lösungen mit konsekutiv höheren Laufraten führt zu besserer Steuerbarkeit in dynamischen Situationen und im niedrigen Dosisbereich. Auch bei akzidenteller Bolusgabe, z.B. bei Umlagerungen und Übergaben, würden die Auswirkungen abgeschwächt.

Aufgrund der Risiken sollten, wann immer möglich keine individuellen, gewichtsbezogenen Mischungen bei der Katecholamintherapie vorbereitet werden, sondern „Standard-Konzentrationen“, die mit dem gesamten Versorgungsbereich und den weiterversorgenden Stationen konsentiert sein sollten. Beispielsweise könnte jedes Katecholamin in zwei Standard-Konzentrationen vorbereitet werden, einer „niedrigen“ Konzentration für Kinder unter 10 kg und einer „hohen“ Konzentration für Kinder über 10 kg. Die Konzentrationen sind so zu wählen, dass sie praktikabel und leicht zu berechnen sind. Begleitend sollen alle Versorgungsbereiche entsprechende Tabellen mit einem Hinweis für eine einfach zu berechnende Startdosis („Faustregel“) wie im Beispiel gezeigt vorhalten (Abbildung 5.2).

Norepinephrin „**low-dose**“ 10µg/ml
 1,0mg Norepinephrin
 mit 99ml NaCl 0,9%
 auf 100ml gesamt

Richtwert für Startdosis 0,08µg/kg/min
 Rechenhilfe: 0,5ml/kg/h = 0,08µg/kg/min („1/2 des Körpergewichts“)

= ml/h

Abbildung 5.2: Beispiel für eine “niedrige” Norepinephrin Standard-Lösung, inclusive der Anleitung zur Vorbereitung und einer “Faustregel” für die Dosierung.

Besonders empfehlenswert sind automatische Spritzenpumpen (Perfusoren), die über eine Medikamentendatenbank verfügen und mit denen die automatische Kalkulation der Flussrate aus den Angaben des Körpergewichts, der gewünschten gewichts- und zeitbezogenen Dosierung und der Konzentration der Lösung möglich ist. Vor der Anwendung solcher Pumpen am Kind ist im Vier-Augen-Prinzip zu prüfen, ob die richtige Formel zugrunde liegt, die Konzentration richtig ausgewählt, das Gewicht richtig eingegeben und die richtige Dosierungsrate ausgewählt wurde.

Besonders bei der Verabreichung gefährlicher oder komplexer Verordnungen (wie Katecholamin-Spritzenpumpen / Perfusoren) sollen Hilfsmittel verwendet werden. Aber auch andere Maßnahmen, die eine Reduktion der erforderlichen Kalkulations-Schritte ermöglichen, können die Rate an Fehlern reduzieren [24]. Beispielsweise kann dies durch die Benutzung einer tabellarischen Aufstellung [25] geschehen, die idealerweise auch für jeden Patienten individuell gewichtsbezogen berechnete Dosisempfehlungen beinhaltet.

Besonders positive Effekte sind durch die Verwendung von elektronischen Verordnungssystemen zu erwarten, die neben der Ausführung von Rechenschritten eine integrierte Datenbank zur pädiatrischen Pharmakotherapie enthalten.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
5 Errechnen der Dosis.	Empfehlungsgrad
Die Gaben von Medikamenten, welche eine geringe therapeutische Breite aufweisen oder bei Fehldosierung großen Schaden anrichten können (z.B. Epinephrin/Adrenalin) sollen NICHT ohne vorherige Überprüfung durch ein unterstützendes System (z.B. Tabelle, Lineale, Taschenrechner, CPOE*) erfolgen. <i>*CPOE = elektronische Arzneimittelverordnung.</i>	↓↓↓
Das verwendete System soll den Behandelnden bekannt sein und regelhaft beübt werden.	↑↑
Automatische Spritzenpumpen mit integrierter Medikamentendatenbank und automatischer Berechnung der Flussraten sollten besonders bei der Verabreichung von Katecholaminen verwendet werden.	↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 2 Enthaltungen aufgrund von Befangenheit (siehe LL-Report), Restgruppe 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

6 Medikamentendosis, Verordnung und Übermittlung der Verordnung

Der Verordnende sollte aber dennoch alle wichtigen Informationen und Berechnungsschritte mündlich kommunizieren. Dies kann bei „vertrauten“, weil häufig gegebenen Medikamenten allein durch Nennung der Dosis und der zu verabreichenden Menge erfolgen. Bei selten verabreichten Medikationen und in Situationen mit hoher Komplexität und Handlungsdichte (z.B. Reanimation) und besonderer Bedeutung verabreichter Medikationen (z.B. Adrenalin/Epinephrin) ist eine vollständige Nennung (Gewicht des Patienten, Dosierung, Dosis, Konzentration der Lösung und zu verabreichende Menge) zu fordern. Der Empfänger der Verordnung soll diese zur Bestätigung ebenso vollständig wiederholen (sog. „closed loop“ Kommunikation) und dabei durch Nachrechnen ebenso vollständig überprüfen. Bei dieser Überprüfung darf es keinerlei Vorbehalte geben, entgegen eines hierarchischen Gefälles Bedenken zu äußern. Es soll klar kommuniziert und gelebt werden, dass es im Prozess der Medikamentenverordnung und -verabreichung immer nur um die Sache und nie um Hierarchien gehen darf.

Zumindest für komplexe und komplikationsreiche Verordnungen (z.B. Katecholamine) sollte auch intraoperativ ein schriftliches Verordnungsschema erstellt werden. Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit soll hierbei die Berechnungen zusätzlich von einer zweiten Person durchgeführt werden (ohne Kenntnis der vorherigen Ergebnisse - „Double Check“) [26]. Auch für Medikamente, die von der postoperativ weiter behandelnden Einheit (z.B. Intensivstation, Schmerzdienst) übernommen werden, ist eine schriftliche Verordnung zu fordern [27-29].

Infobox Kap 6 Definition Hochrisiko-Arzneimittel: Arzneimittel, welche bei einer falschen Anwendung ein erhöhtes Risiko für den Patienten darstellen. Fehler im Zusammenhang mit diesen Medikamenten müssen nicht zwingend häufiger vorkommen, jedoch sind die Folgen der tatsächlich auftretenden Fehler für den Patienten möglicherweise schwerwiegend. Beispiele: Kalium-Präparate, Blut- und Gerinnungsprodukte, z.B. FFP/TK, Opioid-Dauerinfusion (z.B. Piritramid-PCIA), Heparin-Bolus i.v., Insulin i.v., Katecholamine, Adrenalin/Epinephrin i.v.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
6 Verordnung, Übermittlung der Verordnung.	Empfehlungsgrad
Die Medikamentendosis sollte der Fachinformation oder bei „Off-Label“ Anwendung einer wissenschaftlich hinterlegten Recherche entnommen werden.	↑↑
Die Teamleitung ⁷ soll die Aufmerksamkeit des Teams auf die Medikamentenapplikation im Notfall (Hochrisikotherapie) lenken.	↑↑
Mündliche Verordnungen sollen eine klare Struktur haben, eindeutig und vollständig sein sowie schnellstmöglich schriftlich dokumentiert werden.	↑↑
Jede Verordnung soll durch alle Beteiligten laut wiederholt und bestätigt werden.	↑↑
„Vertraute Verordnungen“, also häufig gegebenen Medikamente in einem routinierten Team sollten allein durch Nennung der Dosis durch den Verordnenden und Bestätigung der zu verabreichenden Menge durch den Verabreichenden erfolgen.	↑
Das gesamte Team soll bei jeder Medikamentengabe die Aufgabe der gegenseitigen Kontrolle übernehmen, es soll hierbei keine hierarchischen Unterscheidungen geben.	↑↑
Bei Hochrisiko-Arzneimittel (s.o. Infobox Kap 6) oder selten verwendeten Medikamenten mit geringer therapeutischer Breite sollen Verordnungen primär schriftlich erfolgen.	↑↑
Erst und nur wenn alle Teammitglieder Einigkeit signalisiert haben („Closed-Loop“-Kommunikation) beziehungsweise bestätigen, dass alles korrekt ist, soll die Medikamentengabe erfolgen.	↑↑
Die „Closed-Loop“-Kommunikation soll je nach Routine und Gefährdung verkürzt oder verlängert werden (Fallsensitiv).	↑↑
Mitarbeiter sollen aktiv Feedback geben, denn jedes Teammitglied soll erkennbaren Einfluss auf geforderte Sicherheitsmaßnahmen haben.	↑↑
Bei komplexen Anordnungen, die nicht elektronisch unterstützt sind, soll eine erneute, unabhängigen Berechnung durch eine zweite Person erfolgen – „double check“.	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

⁷ Der die Sedierung oder Narkose führende ärztliche Anästhesiemitarbeiter (m/w/d).

7 Vorbereitung und Verabreichung – Verwechslungen, Lagerungsort

Jedem Medikament soll ein klar definierter Aufbewahrungsort (z.B. Ampullarium, Fach in einer Schublade eines Anästhesiewagens) zugewiesen werden. Wenn dies aufgrund identischer Anästhesiewägen möglich ist und keine anderen Überlegungen dagegensprechen, sollte dieser an allen Anästhesie-Arbeitsplätzen einer Abteilung einheitlich befüllt werden. Hierbei können auch zusätzlich zu einer einheitlichen, bereichsübergreifenden Grundausstattung für den jeweiligen Versorgungsbereich ergänzende individuelle Bereiche eingerichtet werden. Bei einer Veränderung dieser Aufbewahrungsorte soll eine Information an alle Mitarbeiter stattfinden und der neue Ort eine Zeit lang mit einem Warnhinweis gekennzeichnet werden. Medikamente mit hohem Gefährdungspotential und häufigem Gebrauch (z.B. Adrenalin/Epinephrin, Bupivacain) sollen am Arbeitsplatz aber deutlich separiert gelagert werden [30]. Medikamente mit hohem Gefährdungspotential und seltenem Gebrauch (z.B. Kalium, Insulin) sollen nicht unmittelbar im OP-Saal vorgehalten werden, sondern beispielsweise im Medikamentenlager des Operationsbereichs (Tabelle 4). Die Lagerung desselben Wirkstoffs in unterschiedlichen Konzentrationen im selben Arbeitsbereich (z.B. Propofol, Regionalanästhetika) soll wegen der Gefahr der Verwechslung beim Aufziehen, wenn irgend möglich vermieden werden. Wenn die Vorhaltung verschiedener Konzentrationen innerhalb einer Institution nicht vermieden werden kann, sollen die unterschiedlichen Konzentrationen desselben Wirkstoffs so weit wie möglich und praktikabel voneinander getrennt vorgehalten werden (z.B. oberste / unterste Schublade).

Bevorzugt sollten Ampullen eingesetzt werden, die ein besonderes Merkmal bieten, aufgrund dessen die Gefahr für Verwechslungen reduziert wird. Beispielsweise gibt es eine mit Methylenblau gefärbte Kaliumchlorid-Lösung, die durch diese Warnfärbung eine Verwechslung mit einer klaren Flüssigkeit vermeiden hilft. Hintergrund dazu ist, dass es durch Kalium-Lösungen im Zusammenhang von Verwechslungen und/oder Dosierungsfehlern regelhaft zu Schädigungen von Patienten kommt [31,32].

Für jeden Versorgungsbereich soll das Aussortieren von potenziellen ähnlich aussehenden oder ähnlich klingenden Medikamenten („*Sound-Alike-Look-Alikes*“ - SALAs) sowie die sinnhafte Trennung durch Lagerung wie beschrieben als Teil einer gründlichen Vorbereitung und Optimierung der Arbeitsplätze erfolgen. Die daraus abgeleiteten Veränderungen müssen allen Mitarbeitern begründet und detailliert vorgestellt werden. Die Kenntnis über die genannten Sachverhalte und Gefahren ist für alle in dem Versorgungsbereich Arbeitenden verpflichtend.

Die mit der Routine-Vorbereitung von Medikamenten befasste Person soll keine weiteren Aufgaben haben und nicht abgelenkt werden (z.B. durch Gespräche, Telefonate oder weitere Aufgaben wie das Beantworten von Alarmen). Wenn die Strukturen dieses ermöglichen, wäre ein separierter Vorbereitungsplatz oder das Kennzeichnen der aufziehenden Person mit einer Signalweste förderlich, um klarzumachen, dass diese Person nicht unterbrochen oder abgelenkt werden darf. Das Vorbereiten der Medikamente soll entsprechend abteilungsinterner Vorgaben standardisiert sein. Verdünnungen von Medikamenten sollten, wo immer praktikabel und sinnvoll, vermieden werden. In den meisten Fällen können unverdünnte Medikamentenlösungen mit Hilfe von kleinen Spritzen (z.B. 1 ml-Spritze mit 0,01 ml-Skalierung)⁸ verwendet werden, wenn nach der Medikamentengabe eine Nachspülung erfolgt. Es gibt Medikamente, die als Ausnahme gelten und aufgrund ihrer hohen Konzentration verdünnt werden, z.B. Adrenalin/Epinephrin, Nalbuphin, Piritramid. Für diese Verdünnungen soll eine Anleitung am Arbeitsplatz vorhanden sein, auf der klar strukturiert diese Zubereitung beschrieben wird. Durch Karten oder Wandtafeln ist es möglich, klare Verdünnungsanweisungen vorzugeben, die direkt am Arbeitsplatz vorgehalten werden (siehe Abb. 7.1).

Verdünnungsanweisung Epinephrin / Adrenalin
1 Ampulle = 1 ml = 1mg = 1.000 µg

<p>Verdünnung 1:10.000</p>	<p>in einer 10 ml Spritze - 9 ml NaCl 0,9% - plus 1 ml Epinephrin - ergibt 10 ml Lösung</p>
--	---

EPINEPHrin

100 µg/ml

0,1 mg /ml = 100 µg/ml

Abbildung 7.1: Beispiel für eine Karte mit einer Verdünnungsanweisung

⁸ Das kleinste präzise zu verabreichendes Volumen liegt bei einer solchen Spritze vermutlich bei 0,05 ml oder noch besser 0,1 ml.

Eine weitere Möglichkeit, eigene Verdünnungen zu vermeiden, ist das Verwenden von pharmazeutisch vorgefüllten fertigen Spritzen („Fertigspritzen“), für die in Deutschland inzwischen ein zunehmendes Angebot besteht.

Sollte in Einzelfällen (z.B. bei hochkonzentrierten Medikamenten wie Adrenalin/Epinephrin oder Piritramid oder bei Frühgeborenen aufgrund des geringen Körpergewichts) eine Verdünnung unumgänglich sein, so soll eine klare Anleitung zur Zubereitung zur Verfügung stehen. Die Kennzeichnung jeder vorbereiteten Injektionslösung (Spritze) sollte mit Etiketten nach ISO 26825 erfolgen [33].

Die durch die Verdünnung erzeugten Konzentrationen sollen so gewählt werden, dass die weiteren Berechnungen möglichst erleichtert werden (z.B. 1 mg/ml bei Piritramid, 100 µg/ml bei Adrenalin/Epinephrin).

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
7.1 Lagerungsort, Verwechslungen. Empfehlungsgrad	
Die Vorhaltung von ähnlich klingenden Handelsnamen und ähnlich aussehenden Ampullen/Verpackungen soll vermieden werden.	↑↑
Medikamente sollen an einem eindeutigen und bekannten Ort gelagert werden.	↑↑
Veränderungen von Lagerungsort, Aussehen und Handelsnamen sollen allen Mitarbeitern umgehend und zuverlässig kommuniziert werden, beispielsweise unter Verwendung eines Warnschildes am Lagerungsort.	↑↑
Die Narkosewagen eines Arbeitsbereiches sollen identisch bestückt werden.	↑↑
Selten verwendete Medikamente mit Gefährdungspotential (siehe Infobox Kapitel 6) sollen einen separaten Lagerungsort außerhalb des Anästhesiearbeitsplatzes erhalten, z.B. im Medikamentenlager des OP.	↑↑
Jede aufgezoogene Spritze soll vorzugsweise mit einem Etikett nach ISO 26852 längs so beklebt werden, dass die Skalierung weiter lesbar bleibt.	↑↑
Falls Etiketten nicht verfügbar sind, sollen Spritzen auf anderem Weg eindeutig und nicht abwischbar gekennzeichnet werden.	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
7.2 Vorbereitung.	Empfehlungsgrad
Das Auflösen und Aufziehen von Medikamenten soll unmittelbar vor Verabreichung nach Anweisungen des Herstellers, ohne Verunreinigung, Kontamination und mit kompatiblen Solvens-Lösungen erfolgen.	↑↑
Zuerst soll die Trägerlösung exakt entnommen, dann das Medikament in eine separate Spritze exakt entnommen und danach in die Trägerlösung eingebracht werden (unter Verwendung von Aufziehkanülen bei Ampullen oder Entnahmekanülen bei Flaschen).	↑↑
Bei Verdünnungen sollen standardisierte Verdünnungsanweisungen erstellt und am Arbeitsplatz vorhalten werden.	↑↑
Zielkonzentrationen sollen so gewählt werden, dass einfache Rechnungen ermöglicht werden.	↑↑
Die Vorbereitung von Medikamenten soll , wenn möglich im Vier-Augenprinzip erfolgen.	↑↑
Die vorbereitende Person soll NICHT bei Ihrer Tätigkeit abgelenkt werden.	↓↓
Verdünnungen sollten , wo immer praktikabel und sinnvoll, vermieden werden. Dabei wird die Verwendung von ausreichend kleinen Spritzen (z.B. 1 und 2 ml ⁹) empfohlen.	↑
Nach jeder Medikamentengabe soll ein ausreichendes Nachspülen erfolgen.	↑↑
Zuführende Infusionsleitungen sollten kurz, dünn und knickfrei sein, der Zuspritzpunkt patientennah gewählt werden.	↑
Bevorzugt sollten pharmazeutisch vorgefüllte Spritzen („Fertigspritzen“) eingesetzt werden.	↑
Bei der i.m. Applikation soll nur die zu verabreichende Dosis in einer Spritze aufgezogen werden.	↑↑
Magensonden sollen mit zu Luer-Lock inkompatibler, eigener Anschlussnorm und zugehörigen Spritzen versehen sein	↑↑
Regionalanästhesie-Katheter sollten mit zu Luer-Lock inkompatibler, eigener Anschlussnorm und zugehörigen Spritzen versehen sein.	↑
Es soll eine Kennzeichnung des zum „Zuspritzen“ geeigneten Anschlusses bei mehreren i.v. Leitungen zum Patienten und Übergabe desselben an übernehmenden Versorgungsbereich erfolgen.	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

⁹ Geeignete kleinvolumige Spritzen haben eine Stempelform, die vollständig den Kolben der Spritze ausfüllt und eine gut ablesbare Skalierung in ml-Einheiten hat. Spritzen, die eine Einheiten-Skalierung aufweisen sind ungeeignet. Bei Spritzen, deren Stempel nicht den Kolben ausfüllt, ist das dort in der Spritze verbleibende Totraum-Volumen zu beachten.

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
7.3 Spritzenpumpen.	Empfehlungsgrad
Es sollten Standardverdünnung für Perfusoren verwendet werden, die praktikabel gewählt und mit dem gesamten Versorgungsbereich konsentiert wurden.	↑
Die empfohlene Verabreichungs-Dauer von Arzneimitteln soll beachtet werden.	↑↑
Die Kompatibilität der Lösungen und Medikamente in gemeinsamen Leitungen soll beachtet werden.	↑↑
Es soll eine Etikettierung von Spritzen in Infusionspumpen und der patientennahen Leitung erfolgen (Aufkleber nach ISO-Norm).	↑↑
Leitungen sollen knickfrei positioniert werden.	↑↑
Vertikale Lageveränderungen von Spritzenpumpen sollen vermieden werden.	↑↑
Retrograder Fluss in zuführende Leitungen soll durch die Verwendung von Rückschlagventilen vermieden werden.	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

8 Sicherheits- und Fehlerkultur - Erhöhung der Vigilanz, nicht-technische Fähigkeiten und Standards

Die Etablierung einer offenen, sowie angstfreien Sicherheits- und Fehlerkultur spielt für Medikamentensicherheit eine herausragende Rolle. Eine solche Kultur ist vielschichtig und wird von allen beteiligten Berufsgruppen multifaktoriell geprägt.

8.1 Qualifikation, Schulung und Erhöhung der Vigilanz

Es konnte vielfach gezeigt werden, dass Qualifikation und Ausbildung des Personals mit einer Abnahme an Medikamentenfehlern einhergehen [23,34]. So sollten bei weniger erfahrener Personal unbedingt eine Supervision und Hilfestellung durch Personen mit einem höheren Erfahrungsgrad erfolgen und Hilfsmittel zur Anwendung kommen. Auch Schulungen und Fortbildungen können entweder als Bestandteil eines Gesamtkonzepts oder als alleinige Maßnahme nachweislich die Verordnungsqualität verbessern und Fehlerraten verringern [3,35-45]. Sicherlich spielt hierbei neben dem direkten Schulungsaspekt auch die Erhöhung der Vigilanz für das sensible Thema Medikamentensicherheit eine große Rolle.

8.2 Fehlerberichtssysteme (CIRS)

Critical-Incident-Reporting-Systeme (CIRS) ermöglichen die anonyme Meldung von kritischen Ereignissen. Hierbei kann einerseits jede beteiligte Berufsgruppe anonym einen Eintrag vornehmen und somit auf Fehler oder Defizite hinweisen. Über das reine Berichten hinaus werden die Vorfälle von einer Expertengruppe konstruktiv diskutiert, evaluiert und Lösungsvorschläge erarbeitet. Darüber hinaus erfährt jeder Leser dieser veröffentlichten Berichte von den dokumentierten Problemen und Lösungen, wird für diese sensibilisiert und lernt durch die Erfahrungen der anderen. Es gibt bisher keinen isolierten Nachweis, dass CIRS-Systeme die Qualität der Patientenversorgung verbessern oder die Patientensicherheit erhöhen [23,34], trotzdem kann ein positiver Effekt auf die Medikationssicherheit angenommen werden, denn ein CIRS war als Bestandteil von Maßnahmenpaketen zur Medikationssicherheit in einer Vielzahl von Studien am Erfolg beteiligt [3,45-47]. Ein CIRS sollte mittlerweile Standard in jeder medizinischen Einrichtung sein.

8.3 Akzeptanz der Fehlbarkeit

Es besteht unter Menschen allgemein eine individuell unterschiedliche Akzeptanz der eigenen Fehlbarkeit, was sowohl im klinischen Alltag zu beobachten ist als auch in Publikationen widerspiegelt wird [48]. So konnte gezeigt werden, dass unerfahrene Mitarbeiter regelhafter

Unterstützung auch durch Sicherheitsstrukturen und Hilfsmittel suchen [49]. Die Annahme von Unfehlbarkeit erschwert eine reflektive und damit effektive Sicherheitskultur.

8.4 Nicht-technische Fähigkeiten („non-technical-skills“)

Der Begriff der nicht-technischen Fähigkeiten beschreibt weniger medizinische als vielmehr psychologische und handlungsorientierte Verhaltensweisen, die für eine effektive Behandlung eines Patienten *im Team* wichtig sind. Zusammengefasst werden sie im Begriff des Crisis Resource Management, welches seit ca. 20 Jahren immer weitere Akzeptanz im medizinischen Bereich findet [50-53]. Die Feststellung, dass ca. 70-80% aller medizinischen Zwischenfälle nicht auf medizinischer Unwissenheit, sondern auf - allgemein gesagt - mangelnder Teamperformance beruhen, ist über 20 Jahre alt („*To err is human*“ [54]) und beschreibt das Phänomen, dass oftmals die richtige medizinische Therapie zwar bekannt ist, sie aber nicht beim Patienten angewandt wird. Gründe hierfür können zum Beispiel Kommunikationsdefizite und falsches Rollenverhalten bzw. -verständnis sein [55]. Jedes Teammitglied soll jederzeit die Möglichkeit haben, Zweifel an Anordnungen zu äußern („*speaking up*“)[54].

Vor bzw. bei jeder Medikamentengabe soll ein geschlossener Kommunikationskreis eingehalten werden, das heißt, dass alle Anforderungen von Medikamenten in Wirkstoff, Konzentration und Menge eindeutig sind und von Sender und Empfänger wiederholt und laut bestätigt werden („*closed-loop-communication*“). Auch auf Änderungen des Zustands des Patienten ist zu achten. Ein Medikament, das eben noch für den Zustand des Patienten richtig war, kann bis zu seiner Bereitstellung bereits wieder kontraindiziert sein („*dynamic decision making*“).

Die nicht-technischen Fähigkeiten gewinnbringend zu nutzen macht auf den ersten Blick einen einfachen Eindruck, aber ihre Anwendung sollte regelmäßig praktisch (zum Beispiel durch Simulationen) trainiert werden.

8.5 Standard Arbeitsanweisungen (SAA) und Checklisten

Standard Operating Procedures (SOP), *Standard Arbeitsanweisungen (SAA)* sowie Checklisten helfen dabei, Abläufe zu standardisieren und somit schon bei der Vorbereitung Fehler zu vermeiden. Standardisierte Medikamentendosierungen und vor allem Verdünnungen erleichtern die Dosisfindung und verringern damit Medikationsfehler. Checklisten und Algorithmen können die wesentlichen Informationen zur Pharmakotherapie in der jeweiligen Situation für das gesamte Team sichtbar machen. Durch ein regelmäßiges Üben dieser Prozessabläufe kann eine sichere und fehlerfreie Umsetzung wahrscheinlicher gemacht werden.

Wesentlich für eine tatsächliche Umsetzung von Standards ist die Akzeptanz in der Praxis. Diese kann nur dann erreicht werden, wenn die Empfehlungen und Vorgaben die Anwender nicht überfordern [56].

Alle Initiativen zur Verbesserung der Arzneimittelsicherheit sollten sich auf die Schaffung einer beziehungsweise Verstärkung der Sicherheitskultur und die Steigerung der Kompetenz des versorgenden Teams konzentrieren.

8.1 Zusätzliche Besonderheiten in der Kinderanästhesie

Jede Anästhesieleistung soll entsprechend der 2013 publizierten Empfehlung der DGAI zur „Mindestanforderung an den anästhesiologischen Arbeitsplatz“ grundsätzlich unter Gewährleistung des „Facharztstandard“ durchgeführt werden [57]. Gemäß den Entschlüssen [58] zur „Ärztlichen Kernkompetenz in der Anästhesie“ wird differenziert: „Die Durchführung der Anästhesie erfordert (...) eine hinreichende praktisch-klinische Erfahrung, damit dem Patienten zu jeder Zeit der ihm medizinisch und rechtlich geschuldete Facharztstandard gewährt werden kann.“ Daraus ist ableitbar, dass konform mit den Forderungen der „*American Academy of Pediatrics – Section on Anesthesiology*“ [59] ein in pädiatrischer Anästhesie erfahrener Facharzt unmittelbar zur Verfügung steht, von dem Kompetenzen auch bei der Versorgung von Notfallsituationen der versorgten Patientengruppen gefordert werden. Gleiches soll selbstverständlich auch für das Pflegepersonal gelten [57]. Die Ein- und Ausleitung einer Allgemeinanästhesie sowie die Anlage einer Regionalanästhesie erfordern entsprechend qualifizierte Assistenz¹⁰.

¹⁰ Die Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF) fordert den Einsatz von (Fach-) Pflegekräften.

8.1.1 Empfehlungen

S2k-LL 001/033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ [Stand 2021]	
8 Qualitätssicherung, Critical-Incident-Reporting-System (CIRS), „speaking up“	
	Empfehlungsgrad
Ärztliches Personal, das eine anästhesiologische Versorgung von Kindern durchführt, soll den Facharztstandard erfüllen und über zusätzliche Erfahrung in Kinderanästhesie verfügen.	↑↑
Die anästhesiologische Versorgung von Kindern soll immer mit einer Assistenzperson durchgeführt werden, die entsprechend qualifiziert und erfahren ist.	↑↑
Unerfahrenen soll eine qualifizierte und erfahrene Person zur Supervision unmittelbar zur Verfügung stehen.	↑↑
Regelmäßige Schulungen zur Medikamentensicherheit, Medikationsfehlern UND pädiatrischen Pharmakologie sollen durchgeführt werden (beispielsweise einmal im Jahr).	↑↑
Unter Kenntnis der Verordnenden soll eine Kontrolle der Verordnungen durch Erfahrene (z.B. 4-Augen-Prinzip) und ein Feedback an die Verordnenden stattfinden.	↑↑
Jede Versorgungsstruktur soll eine gelebte Sicherheits- und Fehlerkultur etablieren.	↑↑
Jedes Teammitglied soll jederzeit die Möglichkeit haben, Zweifel an Anordnungen zu äußern („speaking up“).	↑↑
Jeder Versorgungsbereich soll Behandlungsstandards (z.B. „Standard Operating Procedures“, „Standard Arbeitsanweisungen“) haben und diese stetig aktualisieren.	↑↑
Die nicht-technischen Fähigkeiten und die Inhalte von Versorgungsstandards sollen trainiert werden (z.B. Simulationstraining).	↑↑

Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100%; Blaue Empfehlungen wurden aus der S2k-LL 027/017 „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ übernommen, grün sind zusätzliche Empfehlungen für die Kinderanästhesie oder Ergänzungen / Veränderungen aufgrund der besonderen Situation in der Kinderanästhesie.

9 Verwendete Abkürzungen

A

AkdÄ.....Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft

AWMF.....Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.

B

BfArM.....Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte

C

CIRS.....Critical-Incident-Reporting-System

CPOE.....Computerized Physician Order Entry; elektronische Arzneimittelverordnung

D

DGAI.....Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.

DGF.....Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V.

DGKJ.....Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.

I

i.m.....intramuskulär

ICP.....Infantile Cerebralparese

O

OSAS.....obstruktives Schlafapnoe-Syndrom

S

SAA.....Standard Arbeits-Anweisungen, Standard Arbeits-Anweisungen

SALA....."Sound-Alike-Look-Alike"

SOP.....Standard Operating Procedures

SPA.....Society of Pediatric Anesthesia

10 Literaturverzeichnis

1. Kozer E, Scolnik D, Keays T et al. Large errors in the dosing of medications for children. *N Engl J Med* 2002; 346: 1175-1176, DOI: 10.1056/NEJM200204113461518
2. Kozer E, Berkovitch M, Koren G. Medication errors in children. *Pediatr Clin North Am* 2006; 53: 1155-1168, DOI: 10.1016/j.pcl.2006.09.005
3. Otero P, Leyton A, Mariani G et al. Medication errors in pediatric inpatients: prevalence and results of a prevention program. *Pediatrics* 2008; 122: e737-743, DOI: 10.1542/peds.2008-0014
4. Kaufmann J, Becke K, Höhne C et al. S2e-Leitlinie - Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie. *Anaesth Intensivmed* 2017; 58: 105-118,
5. Kaufmann J, Becke K, Höhne C et al. S2e-Leitlinie 001/033: Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie. *AWMForg* 2016,
6. Cote CJ, Posner KL, Domino KB. Death or neurologic injury after tonsillectomy in children with a focus on obstructive sleep apnea: houston, we have a problem! *Anesth Analg* 2014; 118: 1276-1283, DOI: 10.1213/ANE.0b013e318294fc47
7. Niesters M, Overdyk F, Smith T et al. Opioid-induced respiratory depression in paediatrics: a review of case reports. *Br J Anaesth* 2013; 110: 175-182, DOI: 10.1093/bja/aes447
8. Jay MA, Thomas BM, Nandi R et al. Higher risk of opioid-induced respiratory depression in children with neurodevelopmental disability: a retrospective cohort study of 12 904 patients. *Br J Anaesth* 2017; 118: 239-246, DOI: 10.1093/bja/aew403
9. Mecoc BC, Alanoglu Z, Cengiz OS et al. Anesthesia for a 16-month-old patient with Prader-Willi syndrome. *J Anesth* 2010; 24: 949-950, DOI: 10.1007/s00540-010-1005-3
10. Mantadakis E, Spanaki AM, Geromarkaki E et al. Near demise of a child with Prader-Willi syndrome during elective orchidopexy. *Paediatr Anaesth* 2006; 16: 790-793, DOI: 10.1111/j.1460-9592.2006.01990.x
11. Romero A, Joshi GP. Neuromuscular disease and anesthesia. *Muscle & nerve* 2013; 48: 451-460, DOI: 10.1002/mus.23817
12. Graham RJ, Athiraman U, Laubach AE et al. Anesthesia and perioperative medical management of children with spinal muscular atrophy. *Paediatr Anaesth* 2009; 19: 1054-1063, DOI: 10.1111/j.1460-9592.2009.03055.x
13. Wappler F. [Current aspects of anesthesia in neuromuscular diseases]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2003; 38: 495-499,
14. Anderson BJ, Holford NH. Getting the dose right for obese children. *Arch Dis Child* 2017; 102: 54-55, DOI: 10.1136/archdischild-2016-311696
15. Collier H, Nasim M, Gandhi A. Prescribing in obese children: how good are paediatricians? *Arch Dis Child* 2017; 102: 61-62, DOI: 10.1136/archdischild-2016-310603
16. Rascher W. Dosierung von Medikamenten bei adipösen Kindern. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2017; 165: 725-726, DOI: 10.1007/s00112-017-0342-9
17. Pramann O, Gärtner A, Albrecht U-V. Medical Apps: Mobile Helfer am Krankenbett. *Dtsch Arztebl* 2012; 109: A-1201,
18. Wirtz S, Eich C, Becke K et al. [Use of cognitive aids in pediatric emergency care : Interdisciplinary consensus statement]. *Anaesthesist* 2017; 66: 340-346, DOI: 10.1007/s00101-017-0310-8
19. Kaufmann J, Engelhardt T, Steinwegs I et al. Der Einfluss von Ausbildung und Erfahrung auf Dosierungsfehler bei pädiatrischen Notfallmedikamenten – eine interventionelle

- Fragebogen-Studie mit tabellarischer Hilfe. *Anaesth Intensivmed* 2019; 60: 164-172, DOI: 10.19224/ai2019.164
20. Park JW, Kwon H, Jung JY et al. “Weighing Cam”: A New Mobile Application for Weight Estimation in Pediatric Resuscitation. *Prehospital Emergency Care* 2019: 1-10, DOI: 10.1080/10903127.2019.1651432
 21. Kaufmann J, Rascher W, Neubert A et al. S2k – Leitlinie 027/071 “Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ AWMF 2021: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/027-071.html>,
 22. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF et al. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004; 350: 1722-1730, DOI: 10.1056/NEJMoa032440
 23. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F. Medication errors in pediatric emergencies: a systematic analysis. *Dtsch Arztebl Int* 2012; 109: 609-616, DOI: 10.3238/arztebl.2012.0609
 24. Luten R, Wears RL, Broselow J et al. Managing the unique size-related issues of pediatric resuscitation: reducing cognitive load with resuscitation aids. *Acad Emerg Med* 2002; 9: 840-847,
 25. Bernius M, Thibodeau B, Jones A et al. Prevention of pediatric drug calculation errors by prehospital care providers. *Prehosp Emerg Care* 2008; 12: 486-494, DOI: 10.1080/10903120802290752
 26. Alsulami Z, Conroy S, Choonara I. Double checking the administration of medicines: what is the evidence? A systematic review. *Arch Dis Child* 2012; 97: 833-837, DOI: 10.1136/archdischild-2011-301093
 27. Bittner EA, George E, Eikermann M et al. Evaluation of the association between quality of handover and length of stay in the post anaesthesia care unit: a pilot study. *Anaesthesia* 2012; 67: 548-549, DOI: 10.1111/j.1365-2044.2012.07091.x
 28. Agarwal HS, Saville BR, Slayton JM et al. Standardized postoperative handover process improves outcomes in the intensive care unit: a model for operational sustainability and improved team performance*. *Critical care medicine* 2012; 40: 2109-2115, DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182514bab
 29. [Anonym]. Preventing Medication Errors: Quality Chasm Series: The National Academies Press; 2007
 30. Merry AF, Anderson BJ. Medication errors--new approaches to prevention. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 743-753, DOI: 10.1111/j.1460-9592.2011.03589.x [doi]
 31. Tubman M, Majumdar SR, Lee D et al. Best practices for safe handling of products containing concentrated potassium. *Bmj* 2005; 331: 274-277, DOI: 10.1136/bmj.331.7511.274
 32. Carini M. Der Tod kam farblos. *taz die tageszeitung* 2005: 21,
 33. Sybrecht GW, Prien T. Arzneimittelsicherheit: Standard-Spritzenaufkleber in der Akutmedizin. *Dtsch Arztebl* 2010; 107: A-1031-1032,
 34. Kaufmann J, Wolf AR, Becke K et al. Drug safety in paediatric anaesthesia. *Br J Anaesth* 2017; 118: 670-679, DOI: 10.1093/bja/aex072
 35. Davey AL, Britland A, Naylor RJ. Decreasing paediatric prescribing errors in a district general hospital. *Qual Saf Health Care* 2008; 17: 146-149, DOI: 10.1136/qshc.2006.021212
 36. Campino A, Lopez-Herrera MC, Lopez-de-Heredia I et al. Educational strategy to reduce medication errors in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr* 2009; 98: 782-785, DOI: 10.1111/j.1651-2227.2009.01234.x
 37. Kidd L, Shand E, Beavis R et al. Prescribing competence of junior doctors: does it add up? *Arch Dis Child* 2010; 95: 219-221, DOI: 10.1136/adc.2008.156042

38. Costello JL, Torowicz DL, Yeh TS. Effects of a pharmacist-led pediatrics medication safety team on medication-error reporting. *Am J Health Syst Pharm* 2007; 64: 1422-1426, DOI: 10.2146/ajhp060296
39. Larsen GY, Parker HB, Cash J et al. Standard drug concentrations and smart-pump technology reduce continuous-medication-infusion errors in pediatric patients. *Pediatrics* 2005; 116: e21-25, DOI: 10.1542/peds.2004-2452
40. Stewart M, Purdy J, Kennedy N et al. An interprofessional approach to improving paediatric medication safety. *BMC medical education* 2010; 10: 19, DOI: 10.1186/1472-6920-10-19
41. Leonard MS, Cimino M, Shaha S et al. Risk reduction for adverse drug events through sequential implementation of patient safety initiatives in a children's hospital. *Pediatrics* 2006; 118: e1124-1129, DOI: 10.1542/peds.2005-3183
42. Condren M, Honey BL, Carter SM et al. Influence of a systems-based approach to prescribing errors in a pediatric resident clinic. *Academic pediatrics* 2014; 14: 485-490, DOI: 10.1016/j.acap.2014.03.018
43. Koren G. Trends of medication errors in hospitalized children. *J Clin Pharmacol* 2002; 42: 707-710,
44. Manias E, Kinney S, Cranswick N et al. Interventions to reduce medication errors in pediatric intensive care. *Ann Pharmacother* 2014; 48: 1313-1331, DOI: 10.1177/1060028014543795
45. McClead RE, Jr., Catt C, Davis JT et al. An internal quality improvement collaborative significantly reduces hospital-wide medication error related adverse drug events. *J Pediatr* 2014; 165: 1222-1229.e1221, DOI: 10.1016/j.jpeds.2014.08.063
46. Lepee C, Klaber RE, Benn J et al. The use of a consultant-led ward round checklist to improve paediatric prescribing: an interrupted time series study. *Eur J Pediatr* 2012; 171: 1239-1245, DOI: 10.1007/s00431-012-1751-3
47. Ligi I, Millet V, Sartor C et al. Iatrogenic events in neonates: beneficial effects of prevention strategies and continuous monitoring. *Pediatrics* 2010; 126: e1461-1468, DOI: 10.1542/peds.2009-2872
48. Kaufmann J, Schieren M, Wappler F. Medication errors in paediatric anaesthesia-a cultural change is urgently needed! *Br J Anaesth* 2018; 120: 601-603, DOI: 10.1016/j.bja.2017.12.008
49. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med* 2004; 79: S70-81,
50. Rall M, Lackner CK. Crisis Resource Management (CRM). *Notfall + Rettungsmedizin* 2010; 13: 349-356, DOI: 10.1007/s10049-009-1271-5
51. Rall M, Dieckmann P. Prävention und Management von kritischen Ereignissen durch Crisis Resource Management (CRM). *Minim Invasive Chir* 2005; 40: 31–38,
52. Rall M. Erhöhung der Patientensicherheit durch Crisis Resource Management (CRM) Training. *J Anästh Intensivbehandlung* 2004; 2: 98–104,
53. Howard SK, Gaba DM, Fish KJ et al. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviat Space Environ Med* 1992; 63: 763-770,
54. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington, DC: National Academy Press; 1999
55. Calhoun AW, Boone MC, Porter MB et al. Using simulation to address hierarchy-related errors in medical practice. *The Permanente journal* 2014; 18: 14-20, DOI: 10.7812/tpp/13-124

56. Jain D, Sharma R, Reddy S. WHO safe surgery checklist: Barriers to universal acceptance. *Journal of anaesthesiology, clinical pharmacology* 2018; 34: 7-10, DOI: 10.4103/joacp.JOACP_307_16
57. DGAI, BDA. Mindestanforderung an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anaesth Intensivmed* 2013; 54: 39-42,
58. DGAI. Ärztliche Kernkompetenz und Delegation in der Anästhesie. Entschließung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten e.V. *Anaesth Intensivmed* 2007; 48: 712-714,
59. Hackel A, Badgwell JM, Binding RR et al. Guidelines for the pediatric perioperative anesthesia environment. *American Academy of Pediatrics. Section on Anesthesiology. Pediatrics* 1999; 103: 512-515,

Versionsnummer:	2.0
Erstveröffentlichung:	10/2011
Überarbeitung von:	11/2021
Nächste Überprüfung geplant:	11/2026

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online