

# A12 Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie (S2k)

J. KAUFMANN

## 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-Augen-Prinzip überprüft werden, dass es sich um das richtige Medikament, in der richtigen Dosis, zum richtigen Zeitpunkt, mit dem richtigen Verabreichungsweg und für den richtigen Patienten 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.
- Altersgruppenspezifische Dosierungen **sollen** bekannt sein und jederzeit rückversichert/ abgefragt werden können.
- Bei der Vorbereitung einer geplanten anästhesiologischen Versorgung **soll** das aktuelle Gewicht des Kindes präzise ermittelt und zuverlässig dokumentiert werden.
- Medikamente mit geringem Verteilungsvolumen und geringer therapeutischer Breite sowie Sedativa (insbesondere Propofol) und Opioide **sollen** bei deutlicher Adipositas am Normalgewicht dosiert werden. Vor allem soll eine Übertherapie vermieden werden, die bei Dosierung am tatsächlichen Gewicht mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt.
- 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, Computerized Physician Order Entry [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) bzw. 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 nichttechnischen Fähigkeiten und die Inhalte von Versorgungsstandards **sollen** trainiert werden (z. B. Simulationstraining).

## GELTUNGSBEREICH UND ZWECK

### Einleitung

Es ist bekannt, dass Kinder durch Medikationsfehler in besonderem Ausmaß gefährdet sind, denn u. a. 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.

## **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.

## **Zielsetzung und Fragestellung**

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

## **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.

## **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.

## **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 **Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funk-**

tionsdienste e.V. (DGF) an der Leitlinienerstellung essenziell. Zusätzlich wurde die Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGK) 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 (s. Langversion 10.1.4 „Methodische Begleitung“).

## **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](http://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 beübt sowie im Alltag möglichst vollumfänglich umgesetzt werden.

### **Off-Label-Use**

Die Verwendung eines Medikaments 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 diesem 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 (> Tab. A12-1, > Tab. A12-2).

Das Problem der Off-Label-Anwendung sollte so bald wie möglich (also in der Regel vor der kinderanästhesiologischen Behandlung) mit den Sorgberechtigten besprochen und dokumentiert werden. Sinngemäß könnte dies durch folgende Aussagen erfolgen: „Zur nach ak-

*tuellem 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.“*

**Tab. A12-1** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

Rationale Arzneimitteltherapie, Kenntnis	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 („primum non nocere“).	↓↓
Vor jeder Medikamentengabe soll (wenn möglich) <sup>1</sup> im Vier-Augen-Prinzip überprüft werden, dass es sich um das richtige Medikament, in der richtigen Dosis, zum richtigen Zeitpunkt, mit dem richtigen Verabreichungsweg und für den richtigen Patienten handelt (Anwenden der 5-R-Regel).	↑↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100 %<sup>2</sup></b> 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.	

**Tab. A12-2** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

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.	↑

<sup>1</sup> 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 o.g. Regel immer zur Anwendung kommen (Vier-Augen-Prinzip vor jeder Medikamentengabe).

<sup>2</sup> Eine detaillierte Beschreibung des Konsensus-Prozesses findet sich in Kap. 3.3 des Leitlinienreports.

**Tab. A12-2** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021) (Forts.)

Off-Label-Use	Empfehlungsgrad
<b>Die Anwender von Medikamenten bei Kindern und Jugendlichen sollten zeitnah Kenntnis nehmen von aktuellen Sicherheitshinweisen der Pharmakovigilanz (z.B. Rote-Hand-Briefe<sup>3</sup>, Newsletter der AkdÄ<sup>4</sup>, BfArM-Bulletin<sup>5</sup>).</b>	↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100 %</b> 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.	

## KLARE IDIKATIONEN UND PATIENTENSPEZIFISCHE ASPEKTE

### Vermeiden von Übertherapie

Auch in der Kinderanästhesie können und sollen mindestens während eines Teils der Versorgung, beispielsweise vor der Narkoseeinleitung, zur Unterstützung bei alleiniger Regionalanästhesie oder zur Vermeidung einer Sedierung für diagnostische, nicht schmerzhafte 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.

### 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 Zerebralparese (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]).

**Tab. A12-3** Kinder mit stark erhöhtem Risiko für Atemdepressionen durch Opioide und/oder Sedativa

- 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

Quelle: s. Literaturangaben im Begleittext (6–13)

<sup>3</sup> Der Rote-Hand-Brief (RHB) ist ein Informationsschreiben, mit welchem pharmazeutische Unternehmen u. a. 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.

<sup>4</sup> Die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (AkdÄ) versendet regelmäßig kostenlose Newsletter (wichtig v. a. die „Drug Safety Mail“); Anmeldung unter [www.akdae.de/newsletteranmeldung](http://www.akdae.de/newsletteranmeldung) – Stand 04/2021.

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

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 (► Tab. A12-3).

### 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 nachzudosieren.

### Dosierung von Propofol bei adipösen Kindern

Die Autorengruppe möchte aufgrund der klinischen Bedeutung und der Praktikabilität folgende Feststellungen machen und Empfehlungen geben (► Tab. A12-4, ► Tab. A12-5).

**Tab. A12-4** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

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 Einleitungsdoxis und Erhaltungsdoxis sollten sich am Normalgewicht orientieren.	↑
Die Erhaltungsdoxis sollte wie bei anderen Kindern auch eine Dosisreduktion über den zeitlichen Verlauf enthalten.	↑
Für Einleitung und Erhaltung sollte jeder Versorgungsbereich eine Standardempfehlung 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% Blau 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.	↑↑

**Tab. A12-5** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

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 Begleitperson soll so weit wie möglich ausgenutzt werden.	↑↑
Wann immer möglich sollen eine kindgerechte Lagerung sowie kindgerechte Interaktionen erfolgen.	↑↑

**Tab. A12-5** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021) (Forts.)

Klare Indikation, Kontraindikation und altersspezifische, grunderkrankungsbezogene Aspekte, Übertherapie vermeiden	Empfehlungsgrad
Kinder sollten in einer thermoregulatorischen Neutralumgebung versorgt werden.	↑
Nichtnutritives Saugen soll (wann immer möglich) zur Beruhigung erlaubt sein.	↑↑
Erst wenn andere Therapiemaßnahmen nicht ausreichen, sollen Sedativa und Opioide verwendet werden. <sup>6</sup>	↑↑
Altersgruppenspezifische Dosierungen sollen bekannt sein und jederzeit rückver- sichert/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 (&gt; Tab. A12-3) gelten die folgenden Empfehlungen:</i>	
• Opioide und Sedativa sollen vorsichtig dosiert werden.	↑↑
• Der Behandelnde soll zuverlässig alle Eskalationsstufen des Atemwegsmanage- ments beherrschen (nichtinvasives und invasives Atemwegsmanagement).	↑↑
• Eine „Übertherapie“ soll vermieden werden (so wenig wie möglich und so viel wie nötig).	↑↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100 %</b> 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 be- sonderen Situation in der Kinderanästhesie.	

## HILFSMITTEL, GEWICHTSSCHÄTZUNG, LÄNGENBEZOGENE SYSTEME

### Hilfsmittel, Referenzen und Apps zur Dosierungsempfehlung

Für die Festlegung einer individuell für das jeweilige Kind richtigen Medikamentendosis ist v.a. pädiatrisch-pharmakologisches Fachwissen erforderlich, das 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.

### 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 soll 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.

<sup>6</sup> Beispielsweise kann eine bildgebende Untersuchung unter optimierten Bedingungen und gegebenenfalls der Anwesenheit einer Bezugsperson oft ohne eine pharmakologische Sedierung durchgeführt werden.

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).

### 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 bzw. 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 (> Tab. A12-6).

**Tab. A12-6** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

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.	↔
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten:</b> 2 Enthaltungen aufgrund von Befangenheit (s. 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.	

## ERRECHNEN DER DOSIS

### Errechnen der Dosis und der Zubereitung

Die Verschreibung des richtigen Medikaments 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 körperfrequenzbezogene 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 zu Recht angezweifelt werden. Es soll dennoch eine (wie in > Kap. 7 beschriebene, verkürzte) Closed-Loop-Kommunikation vor der Verabreichung stattfinden.

### 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 „Standardkonzentrationen“, die mit dem gesamten Versorgungsbereich und den weiterversorgenden Stationen konsentriert sein sollten. Beispielsweise könnte jedes Katecholamin in zwei Standardkonzentrationen 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 (> Abb. A12-1).

**Abb. A12-1** Beispiel für eine „niedrige“ Norepinephrin-Standardlösung, inkl. der Anleitung zur Vorbereitung und einer „Faustregel“ für die Dosierung

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

Richtwert für Startdosis: 0,08 µg/kg/min  
Rechenhilfe: 0,5 ml/kg/h = 0,08 µg/kg/min  
(„½ des Körperfrequenz“)

= ml/h

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 Kalkulationsschritte 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 (► Tab. A12-7).

**Tab. A12-7** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

Errechnen der Dosis	Empfehlungsgrad
Die Gaben von Medikamenten, die eine geringe therapeutische Breite aufweisen oder bei Fehldosierung großen Schaden anrichten können (z. B. Epinephrin/Adrenalin) <b>sollen NICHT</b> ohne vorherige Überprüfung durch ein unterstützendes System (z. B. Tabelle, Lineale, Taschenrechner, CPOE*) erfolgen.	VV
Das verwendete System <b>soll</b> den Behandelnden bekannt sein und regelhaft beübt werden.	VV
Automatische Spritzenpumpen mit integrierter Medikamentendatenbank und automatischer Berechnung der Flussraten <b>sollten</b> besonders bei der Verabreichung von Katecholaminen verwendet werden.	V
<p><b>Konsensstärke in allen Unterpunkten:</b> 2 Enthaltungen aufgrund von Befangenheit (siehe LL-Report), Restgruppe 100 %</p> <p>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.</p> <p>* CPOE: elektronische Arzneimittelverordnung (Computerized Physician Order Entry)</p>	

## 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 verabreichenenden 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 (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 Berechnung 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; ➤ Tab. A12-8).

### Infobox

#### Definition Hochrisikoarzneimittel

Es handelt sich um Arzneimittel, die 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.

**Tab. A12-8** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

Verordnung, Übermittlung der Verordnung	Empfehlungsgrad
Die Medikamentendosis <b>sollte</b> der Fachinformation oder bei Off-Label-Anwendung einer wissenschaftlich hinterlegten Recherche entnommen werden.	↑
Die Teamleitung <sup>7</sup> <b>soll</b> die Aufmerksamkeit des Teams auf die Medikamentenapplikation im Notfall (Hochrisikotherapie) lenken.	↑↑
Mündliche Verordnungen <b>sollen</b> eine klare Struktur haben, eindeutig und vollständig sein sowie schnellstmöglich schriftlich dokumentiert werden.	↑↑
Jede Verordnung <b>soll</b> durch alle Beteiligten laut wiederholt und bestätigt werden.	↑↑
„Vertraute Verordnungen“, also häufig gegebene Medikamente in einem routinierten Team, <b>sollten</b> allein durch Nennung der Dosis durch den Verordnenden und Bestätigung der zu verabreichenden Menge durch den Verabreichenden erfolgen.	↑
Das gesamte Team <b>soll</b> bei jeder Medikamentengabe die Aufgabe der gegenseitigen Kontrolle übernehmen, es soll hierbei keine hierarchischen Unterscheidungen geben.	↑↑
Bei Hochrisikoarzneimitteln (s. o. Infobox) oder selten verwendeten Medikamenten mit geringer therapeutischer Breite <b>sollen</b> Verordnungen primär schriftlich erfolgen.	↑↑
Erst und nur wenn alle Teammitglieder Einigkeit signalisiert haben (Closed-Loop-Kommunikation) bzw. bestätigen, dass alles korrekt ist, <b>soll</b> die Medikamentengabe erfolgen.	↑↑
Die Closed-Loop-Kommunikation <b>soll</b> je nach Routine und Gefährdung verkürzt oder verlängert werden (fallsensitiv).	↑↑
Mitarbeiter <b>sollen</b> aktiv Feedback geben, denn jedes Teammitglied soll erkennbaren Einfluss auf geforderte Sicherheitsmaßnahmen haben.	↑↑

<sup>7</sup> Der die Sedierung oder Narkose führende ärztliche Anästhesiemitarbeiter.

Tab. A12-8 S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021) (Forts.)

Verordnung, Übermittlung der Verordnung	Empfehlungsgrad
Bei komplexen Anordnungen, die nicht elektronisch unterstützt sind, soll eine erneute, unabhängige Berechnung durch eine zweite Person erfolgen – „Double Check“.	↑↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100 %</b> 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.	

## 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 Anästhesiewagen möglich ist und keine anderen Überlegungen dagegensprechen, sollte dieser an allen Anästhesiearbeitsplätzen einer Abteilung einheitlich befüllt werden. Hierbei können auch zusätzlich zu einer einheitlichen, bereichsübergreifenden Grundausrüstung 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 Gefährdungspotenzial und häufigem Gebrauch (z. B. Adrenalin/Epinephrin, Bupivacain) sollen am Arbeitsplatz aber deutlich separiert gelagert werden (30). Medikamente mit hohem Gefährdungspotenzial und seltenem Gebrauch (z. B. Kalium, Insulin) sollen nicht unmittelbar im OP-Saal vorgehalten werden, sondern beispielsweise im Medikamentenlager des Operationsbereichs (► Tab. A12-9). 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 sollen 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 dies 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 abteilungsinternen Vorgaben standardisiert sein. Verdünnungen von Medikamenten sollten, wo immer praktikabel und sinnvoll, vermieden werden. In den meisten Fällen können unverdünnte Medikamentenlösungen mithilfe von kleinen Spritzen (z. B. 1-ml-Spritze mit 0,01-ml-Skalierung)<sup>8</sup> 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 (► Abb. A12-2).

**Abb. A12-2** Beispiel für eine Karte mit einer Verdünnungsanweisung

Verdünnungsanweisung Epinephrin/Adrenalin 1 Ampulle = 1 ml = 1 mg = 1000 µg	
Verdünnung 1:10 000	in einer 10-ml-Spritze • 9 ml NaCl 0,9% • plus 1 ml Epinephrin • ergibt 10 ml Lösung
<b>EPINEPHRIN</b> 100 µg/ml	0,1 mg/ml = 100 µg/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 (► Tab. A12-9, ► Tab. A12-10, ► Tab. 12.11).

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) soll 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).

**Tab. A12-9** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

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 Warnschilds am Lagerungsort.	↑↑

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

Tab. A12-9 S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021) (Forts.)

Lagerungsort, Verwechslungen	Empfehlungsgrad
Die Narkosewagen eines Arbeitsbereichs <b>sollen</b> identisch bestückt werden.	↑↑
Selten verwendete Medikamente mit Gefährdungspotenzial (s. Infobox > Kap. 7) <b>sollen</b> einen separaten Lagerungsort außerhalb des Anästhesiearbeitsplatzes erhalten, z.B. im Medikamentenlager des OP.	↑↑
Jede aufgezogene Spritze <b>soll</b> vorzugsweise mit einem Etikett nach ISO 26852 längs so beklebt werden, dass die Skalierung weiter lesbar bleibt.	↑↑
Falls Etiketten nicht verfügbar sind, <b>sollen</b> Spritzen auf anderem Weg eindeutig und nicht abwischbar gekennzeichnet werden.	↑↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten: 100 %</b> Blau 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.	

Tab. A12-10 S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

Vorbereitung	Empfehlungsgrad
Das Auflösen und Aufziehen von Medikamenten <b>soll</b> unmittelbar vor Verabreichung nach Anweisungen des Herstellers, ohne Verunreinigung, Kontamination und mit kompatiblen Solvens-Lösungen erfolgen.	↑↑
Zuerst <b>soll</b> 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 <b>sollen</b> standardisierte Verdünnungsanweisungen erstellt und am Arbeitsplatz vorhalten werden.	↑↑
Zielkonzentrationen <b>sollen</b> so gewählt werden, dass einfache Rechnungen ermöglicht werden.	↑↑
Die Vorbereitung von Medikamenten <b>soll</b> , wenn möglich, im Vier-Augen-Prinzip erfolgen.	↑↑
Die vorbereitende Person <b>soll NICHT</b> bei ihrer Tätigkeit abgelenkt werden.	↓↓
Verdünnungen <b>sollten</b> , wo immer praktikabel und sinnvoll, vermieden werden. Dabei wird die Verwendung von ausreichend kleinen Spritzen (z.B. 1 und 2 ml <sup>9</sup> ) empfohlen.	↑
Nach jeder Medikamentengabe <b>soll</b> ein ausreichendes Nachspülen erfolgen.	↑↑
Zuführende Infusionsleitungen <b>sollten</b> kurz, dünn und knickfrei sein, der Zugspritzenpunkt patientennah gewählt werden.	↑
Bevorzugt <b>sollten</b> pharmazeutisch vorgefüllte Spritzen („Fertigspritzen“) eingesetzt werden.	↑

<sup>9</sup> 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.

**Tab. A12-10** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021) (Forts.)

Vorbereitung	Empfehlungsgrad
Bei der i.m. Applikation <b>soll</b> nur die zu verabreichende Dosis in einer Spritze aufgezogen werden.	↑↑
Magensonden <b>sollen</b> mit zu Luer-Lock inkompatibler, eigener Anschlussnorm und zugehörigen Spritzen versehen sein	↑↑
Regionalanästhesie-Katheter <b>sollten</b> mit zu Luer-Lock inkompatibler, eigener Anschlussnorm und zugehörigen Spritzen versehen sein.	↑
Es <b>soll</b> eine Kennzeichnung des zum „Zuspritzen“ geeigneten Anschlusses bei mehreren i.v. Leitungen zum Patienten und Übergabe desselben an übernehmenden Versorgungsbereich erfolgen.	↑↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten:</b> 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.	Übernommen

**Tab. 12.11** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

Spritzenpumpen	Empfehlungsgrad
Es <b>sollten</b> Standardverdünnungen für Perfusoren verwendet werden, die praktikabel gewählt und mit dem gesamten Versorgungsbereich konsentiert wurden.	↑
Die empfohlene Verabreichungsdauer von Arzneimitteln <b>soll</b> beachtet werden.	↑↑
Die Kompatibilität der Lösungen und Medikamente in gemeinsamen Leitungen <b>soll</b> beachtet werden.	↑↑
Es <b>soll</b> eine Etikettierung von Spritzen in Infusionspumpen und der patientennahen Leitung erfolgen (Aufkleber nach ISO-Norm).	↑↑
Leitungen <b>sollen</b> knickfrei positioniert werden.	↑↑
Vertikale Lageveränderungen von Spritzenpumpen <b>sollen</b> vermieden werden.	↑↑
Retrograder Fluss in zuführende Leitungen <b>soll</b> durch die Verwendung von Rückschlagventilen vermieden werden.	↑↑
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten:</b> 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.	Übernommen

## SICHERHEITS- UND FEHLERKULTUR – ERHÖHUNG DER VIGILANZ, NICHTTECHNISCHE 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.

## 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 erfahrenem 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.

## 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.

## 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 widergespiegelt wird (48). So konnte gezeigt werden, dass unerfahrene Mitarbeiter regelhafte Unterstützung auch durch Sicherheitsstrukturen und Hilfsmittel suchen (49). Die Annahme von Unfehlbarkeit erschwert eine reflektive und damit effektive Sicherheitskultur.

## Nichttechnische Fähigkeiten (Non-Technical Skills)

Der Begriff der nichttechnischen 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, das 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 z. B. 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-Kommunikation). 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 nichttechnischen Fähigkeiten gewinnbringend zu nutzen, macht auf den ersten Blick einen einfachen Eindruck, aber ihre Anwendung sollte regelmäßig praktisch (z.B. durch Simulationen) trainiert werden.

### SOP, SAA und Checklisten

Standard Operating Procedures (SOP), Standardarbeitsanweisungen (SAA) und Checklisten helfen dabei, Abläufe zu standardisieren und somit schon bei der Vorbereitung Fehler zu vermeiden. Standardisierte Medikamentendosierungen und v.a. 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 bzw. Verstärkung der Sicherheitskultur und die Steigerung der Kompetenz des versorgenden Teams konzentrieren.

### 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 Entschließungen (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 geschuldeten 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. Gleichermaßen soll selbstverständlich auch für das Pflegepersonal gelten (57). Die Ein- und Ausleitung einer Allgemeinanästhesie sowie die Anlage einer Regionalanästhesie erfordern entsprechend qualifizierte Assistenz<sup>10</sup> (► Tab. A12-12).

### Empfehlungen

**Tab. A12-12** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021)

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.	↑↑

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

**Tab. A12-12** S2k-LL 001-033 „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“ (Stand 2021) (Forts.)

Qualitätssicherung, Critical-Incident-Reporting-System (CIRS), Speaking-up	Empfehlungsgrad
Unerfahrenen <b>soll</b> eine qualifizierte und erfahrene Person zur Supervision unmittelbar zur Verfügung stehen.	++
Regelmäßige Schulungen zu Medikamentensicherheit, Medikationsfehlern <b>UND</b> pädiatrischer Pharmakologie <b>sollen</b> durchgeführt werden (beispielsweise einmal im Jahr).	++
Unter Kenntnis der Verordnenden <b>soll</b> eine Kontrolle der Verordnungen durch Erfahrene (z.B. 4-Augen-Prinzip) und ein Feedback an die Verordnenden stattfinden.	++
Jede Versorgungsstruktur <b>soll</b> eine gelebte Sicherheits- und Fehlerkultur etablieren.	++
Jedes Teammitglied <b>soll</b> jederzeit die Möglichkeit haben, Zweifel an Anordnungen zu äußern ( <i>Speaking-up</i> ).	++
Jeder Versorgungsbereich <b>soll</b> Behandlungsstandards (z.B. Standard Operating Procedures, Standardarbeitsanweisungen) haben und diese stetig aktualisieren.	++
Die nichttechnischen Fähigkeiten und die Inhalte von Versorgungsstandards <b>sollen</b> trainiert werden (z.B. Simulationstraining).	++
<b>Konsensstärke in allen Unterpunkten:</b> 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.	

## VERFAHREN DER KONSENSFINDUNG

S2k-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. Diese Kurzfassung basiert auf der S2k-Leitlinie „Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie“. Alle Verweise beziehen sich auf die Langfassung, die unter [www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-033.html](http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-033.html) zu finden ist.

### Federführender Autor/Koordinator

Jost Kaufmann, Köln und Witten

### Mitglieder der Leitliniengruppe

Sebastian Bittner (DGF), Christoph Eich (DGAI), Christian Erker (DGAI), Christiane Goeters (DGAI), Jost Kaufmann (DGAI, DGKJ), Heike Krämer (DGF), Martin Krebs (DGAI), Wolfgang Rascher (DGKJ), Katharina Röher (DGAI)

### Methodische Begleitung

Monika Nothacker (AWMF-Leitlinienberaterin)

### Federführende Fachgesellschaften

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

**Version:** 2.0

**Erstveröffentlichung:** 11/2021

**Nächste Überprüfung geplant:** 11/2026

---

## ADRESSEN

---

### Federführender Autor/Koordinator

Prof. Dr. med. Jost Kaufmann  
Kinderkrankenhaus der Kliniken der Stadt Köln gGmbH  
Amsterdamer Str. 59  
50735 Köln  
**und**  
Fakultät für Gesundheit der Privaten Universität Witten/Herdecke  
Alfred-Herrhausen-Str. 50  
58448 Witten

---

## LITERATUR

---

Die Literatur zu diesem Beitrag finden Sie unter:  
<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-033>.

Dezember 2025

