

S2e-Leitlinie*:

Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie

DGAInfo

Aus dem Wiss. Arbeitskreis
Kinderanästhesie**Beteiligte Fachgesellschaften und Autoren:**

Federführend (anmeldende und koordinierende Fachgesellschaft):

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) – Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie

Mandatsträger: Dr. Karin Becke
(Klinik Hallerwiese/Cnopf'sche Kinderklinik, Nürnberg)

Stellvertreter: Prof. Dr. Claudia Höhne
(Universitätsklinikum Leipzig)

Weitere Ko-Autoren:
Prof. Dr. Christoph Eich
(Kinder- und Jugendkrankenhaus auf der Bult, Hannover)

PD Dr. Christiane Goeters und Dr. Tim Güß
(Universitätsklinikum Münster)

Dr. Michael Eli und Dr. Michael Windirsch
(Johannes-Gutenberg-Universität Mainz)

Dr. Jost Kaufmann, Dr. Michael Laschat
und Prof. Dr. Frank Wappler
(Kinderkrankenhaus Köln)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)

Mandatsträger: Dr. Jost Kaufmann
(Kinderkrankenhaus Köln)

Stellvertreter: PD Dr. Antje Neubert
(Universitätsklinikum Erlangen)

Weiterer Ko-Autor:
Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Rascher
(Universitätsklinikum Erlangen)

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste (DGF)

Mandatsträger: Sebastian Bittner
(Universitätsklinikum Münster)

Stellvertreter: Lothar Ullrich
(Universitätsklinikum Münster)

* AWMF-Register-Nr. 001-033

Gliederung

1.	Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas	106
2.	Zielorientierung der Leitlinie	106
3.	Art der Konsensfindung	106
3.1	Methodik der zugrundeliegenden Literaturrecherche	106
4.	Einleitung	106
5.	Fehlerursachen und daraus abgeleitete Empfehlungen	108
5.1	Wie kann die personelle und institutionelle pädiatrisch-pharmakologische Fachkompetenz erhöht werden?	108
5.1.1	„To err is human“	108
5.1.2	Facharztstandard	108
5.1.3	Schulungen	109
5.2	Welche Rolle spielt die Vigilanz der Verordnenden und wie kann diese verbessert werden?	109
5.2.1	Vigilanz und Fehlerrate	109
5.2.2	Sicherheitskultur und Reporting-Systeme	109
5.3	Wie können Medikamentenverwechslungen vermieden werden?	109
5.3.1	Ursachen für Verwechslungen	109
5.3.2	Vermeidung von Verwechslung originalverpackter Medikamente	110
5.3.3	Vermeidung der Verwechslung aufgezogener Medikamente	111
5.4	Welche Fehler können bei der Verschreibung, Verordnung und Dosierung von Medikamenten entstehen und wie können diese vermieden werden?	111
5.4.1	Verschreibung	111
5.4.2	Ursachen von Dosis- und Dosierungsfehlern	111
5.4.3	Empfehlungen zur Dosisfindung und Dosisberechnung	111
5.4.4	Ursachen von Verordnungsfehlern	113
5.4.5	Vermeiden von Verordnungsfehlern	113
5.5	Was sind die „Stolperfallen“ bei der Medikamentenvorbereitung?	113
5.5.1	Fehlerursachen und Gefahren bei der Medikamentenvorbereitung	113
5.5.2	Maßnahmen zur Sicherheit bei der Medikamentenvorbereitung	113
5.6	Was ist bei der Medikamentenverabreichung zu beachten?	114
5.6.1	Fehlerquellen bei der Medikamentenverabreichung	114
5.6.2	Maßnahmen zur sicheren Medikamentenverabreichung, „Double-Check“	114
6.	Empfehlung für die Praxis	115
	Zusammenfassende Tabelle/Kurzfassung der Empfehlungen: Maßnahmen zur Vermeidung von Medikamentenfehlern in der Kinderanästhesie	116

1. Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas

Aufgrund der bekannten Inzidenzen und Tragweiten von Medikationsfehlern bei der Versorgung von Kindern sehen international anerkannte Experten „eine überfällige Notwendigkeit für konzentrierte Maßnahmen zur Reduktion dieser Bedrohung“ [1-3]. Dieser Aufgabe hat sich der Wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der DGAI für den Bereich der anästhesiologischen Versorgung von Kindern angenommen und formuliert an dieser Stelle eine Leitlinie zur Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie.

2. Zielorientierung der Leitlinie

Schwerwiegende Komplikationen kommen in allen pädiatrischen Versorgungsbereichen vor; insbesondere Medikamentenfehler sind unter Umständen lebensbedrohlich. Die meisten Schlüsselfaktoren zur Vermeidung von Medikamentenfehlern sind kurzfristig und mit einfachen Mitteln umsetzbar. Es ist zu erwarten, dass nicht nur die Patientensicherheit steigt, sondern durch das Vermeiden von Komplikationen auch die Folgekosten erheblich reduziert werden.

Ziel dieser S2e-Leitlinie ist die systematische Implementierung und Etablierung von Strukturen zur Optimierung der Medikamentensicherheit in allen ambulanten und stationären Einrichtungen, in denen Kinder anästhesiologisch betreut werden. Unterstützende Materialien wie Powerpoint-Schulungsmaterialien und eine elektronisch auszufüllende Kinderanästhesiekarte zur Dosisberechnung werden vom WAKKA über die Homepage (www.ak-kinderanaesthesie.de) unter dem Schlagwort „Medikamentensicherheit“ zur Verfügung gestellt.

3. Art der Konsensfindung

Eine repräsentativ zusammengesetzte Expertengruppe erarbeitet auf der Basis einer systematischen Literaturrecherche im informellen Konsens eine Leitlinie,

die vom Präsidium der DGAI, der DGKJ und der DGF nach Begutachtung verabschiedet wird.

3.1 Methodik der zugrundeliegenden Literaturrecherche

Die vorliegende Leitlinie wurde auf der Basis einer systematischen Literaturrecherche erstellt. Hierbei wurden Erkenntnisse und Empfehlungen aus allen pädiatrischen Versorgungsbereichen eingeschlossen, weil Evidenz aus dem Versorgungsbereich der Kinderanästhesie nicht vorhanden ist und die Mechanismen der Entstehung von Fehlern oder der Beeinflussung der Rate selbiger während der Medikamentenverabreichung aus anderen Versorgungsbereichen abgeleitet werden kann. Die ausführliche Methodik dieser Literaturrecherche sowie die Methodik der Erarbeitung dieser Leitlinie sind als Anhang (LL-Report, „Evidenzbericht“) abrufbar. Dabei wurden die Grade der Evidenz (LoE) zur Beurteilung präventiver Maßnahmen gemäß den Empfehlungen des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM, Tab. 1) gewertet.

Aus den hier aufgeführten Evidenzgraden, dem zu erwartenden Nutzen sowie der Durchführbarkeit der Maßnahmen hat das Expertengremium im informellen Konsens einen Empfehlungsgrad (Tab. 2) abgeleitet.

4. Einleitung

Das amerikanische „Institute of Medicine“ schätzt, dass in den USA jährlich 7.000 Menschen durch Medikamentenfehler zu Tode kommen [4], wobei Selbstmedikation und ambulante Verordnungen eingeschlossen sind. Aufgrund altersgruppenspezifischer Kontraindikationen und der Notwendigkeit einer individuellen Dosisberechnung ist bei der Regelversorgung in Kinderkrankenhäusern eine Rate an potentiell bedrohlichen Verordnungsfehlern zu beobachten, die dreimal höher ist als bei Erwachsenen [5]. Selbst eine hohe Fehldosierung (wie 10er-Potenzfehler, also 10-fach zu hohe Dosen), die bei Erwachsenen alleine aufgrund einer „Vertrautheit“ mit einer „normalen“ Dosis auffallen würde, wird bei Kindern oft als unverfänglich wahrgenommen [1].

Tabelle 1

Wertung der Literatur erfolgte nach den durch das OCEBM empfohlenen Graden der Evidenz für die Frage nach Behandlungsvorteil durch eine Intervention.

(Quelle: OCEBM Levels of Evidence Working Group*. „The Oxford Levels of Evidence 2“. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>).

Level	Kriterium
1	Systematische Übersichtsarbeit, die eine Meta-Analyse randomisierter, kontrollierter Arbeiten (RCTs) einschließt
2	Randomisierte Studie oder Observations-Studie mit erheblichem Effekt
3	Nicht-randomisierte Kohorten-Studie oder Follow-up-Studien
4	Fall-Serien, Fall-Kontroll-Studie oder historisch kontrollierte Studien
5	Begründung durch Analyse von Ursachen und Mechanismen

Tabelle 2

AWMF-Schema zur Formulierung von Empfehlungen in Abhängigkeit der Empfehlungsstärke.

Empfehlungsgrad	Art der Empfehlung	Vokabular
A	Starke Empfehlung	Soll/soll nicht
B	Empfehlung	Sollte/sollte nicht
O	Offene Empfehlung	Kann erwogen werden

Aus anderen pädiatrischen Versorgungsbereichen als der Kinderanästhesie ist die Inzidenz von Medikationsfehlern bekannt, die durch eine an der Versorgungssituation nicht beteiligte Person erfasst wurden [6]. Beispielsweise wurden in einer Kindernotaufnahme bei durchschnittlich einer von 766 Verordnungen Dosierungsfehler in einer 10er-Potenz beobachtet [1]. Während simulierter Reanimationsszenarien kam es sogar bei einer von 32 Anordnungen zu einem Faktor-10-Fehler [7]. Man muss davon ausgehen, dass Fehler in einer solchen Dimension schwere Schäden auslösen können oder in vielen Fällen sogar letal sind [8-10].

In der Anästhesie besteht die besondere Situation, dass der Prozess einer Medikamentengabe oft vollständig von nur einer Person durchgeführt wird (Indikationsstellung, Dosisfindung, Dosierung, Vorbereitung, Verabreichung, Dokumentation) [11]. Im Gegensatz zu anderen Versorgungsbereichen fehlt somit häufig die Kontrollinstanz durch ein Team aus Kollegen, das eventuelle Fehler erkennen und verhindern kann [7]. Bis vor kurzem stammten die einzigen prospektiv erhobenen Daten aus dem Bereich der Anästhesie von Untersuchungen, bei denen Anästhesisten anonymisiert mittels eines Fragebogens Fehler selbst berichten sollten [12-14]. Zusammenfassend wurde hierbei eine Rate von Medikationsfehlern bei einer von 211 Narkosen festgestellt [11]. In der einzigen pädiatrischen Subgruppe aus einer der Untersuchungen [13] wurde eine etwas geringere Fehlerrate von 1/252 Kindernarkosen berichtet. Es muss davon ausgegangen werden, dass hierbei methodisch bedingt geringere Inzidenzen berichtet werden als tatsächlich stattfinden. So können eventuell aufgetretene Fehler entweder nicht berichtet werden, weil sie bewusst vor-enthalten werden, oder weil sie gar nicht bemerkt wurden. In einer Kindernotaufnahme war das Verhältnis von berichteten zu tatsächlich stattgefundenen 10er-Potenzfehlern mit 1:30 dokumentiert worden [1], sodass auch im Versorgungsbereich der Anästhesie mit einem

erheblichen Selbstberichts-Bias zu rechnen ist. Eine dazu vergleichbare Berichtsrate würde eine Rate von Fehlern bei einer von acht Narkosen bedeuten. Es erscheint somit sehr wahrscheinlich, dass bei lückenloser Erfassung die hohe Inzidenz und bedrohlichere Intensität von Medikamentenfehlern bei Kindern auch im Bereich der Anästhesie beobachtet werden könnte [15]. Eine aktuelle Arbeit, bei der erstmalig die Fehlerrate durch externe Begutachtung im Bereich der Anästhesie bei Erwachsenen erfasst wurde, stellt Fehler bei 5% aller Medikamentengaben und der Hälfte aller Narkosen fest, wovon 1/3 dieser Fehler zu einer Beeinträchtigung des Patienten geführt haben und alle anderen hätten führen können [16].

Das Expertengremium hat Schlüsselfragen formuliert, die in der Leitlinie beantwortet werden sollen:

- Wie kann die personelle und institutionelle pädiatrisch-pharmakologische Fachkompetenz erhöht werden?
- Welche Rolle spielt die Vigilanz der Verordnenden und wie kann diese verbessert werden?
- Welche Fehler können bei der Verschreibung, Verordnung und Dosierung von Medikamenten entstehen und wie können diese vermieden werden?
- Was sind die „Stolperfallen“ bei der Medikamentenvorbereitung und wie können diese umgangen werden?
- Was ist bei der Verabreichung von Medikamenten zu beachten, um Fehler zu vermeiden?
- Welche Maßnahmen sind geeignet und umsetzbar, um die Sicherheit bei der Pharmakotherapie zu erhöhen?

Die weitere didaktische Struktur der Leitlinie orientiert sich an den beteiligten Komponenten und Abläufen einer Medikamentenverabreichung in der Anästhesie. Zunächst werden die potentiellen Fehlerquellen identifiziert, bekannte Maßnahmen – soweit möglich – mit Evidenz belegt und Empfehlungen unter Berücksichtigung des Nutzens und Aufwandes abgeleitet und gewichtet (Tab. 2).

5. Fehlerursachen und daraus abgeleitete Empfehlungen

5.1 Wie kann die personelle und institutionelle pädiatrisch-pharmakologische Fachkompetenz erhöht werden?

5.1.1 „To err is human“

„Menschliches Versagen“ ist die häufigste Fehlerquelle bei bedrohlichen Ereignissen in der Anästhesie [17,18]. Ausbildung und individuelle Erfahrung tragen wesentlich zur Vermeidung von Fehlern und Komplikationen in der Kinderanästhesie bei [19]. Auch bezüglich der Fehlerrate bei Medikamentenverabreichungen konnte mehrfach gezeigt werden, dass Erfahrung und Ausbildung die Fehlerraten reduzieren [6].

5.1.2 Facharztstandard

Jede Anästhesieleistung soll entsprechend der 2013 publizierten Empfehlung der DGAI zur „Mindestanforderung an den anästhesiologischen Arbeitsplatz“ grundsätzlich unter Gewährleistung des „Facharztstandard“ durchgeführt werden [20]. Gemäß den Entschlüssen [21] 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“ [22] 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 [20]. Die Ein- und Ausleitung einer Allgemein-anästhesie sowie die Anlage einer Regionalanästhesie erfordern entsprechend qualifizierte Assistenz¹.

¹ Die Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. fordert den Einsatz von (Fach-) Pflegekräften.

5.1.3 Schulungen

Nachweislich sind Schulungen, die Kenntnisse in pädiatrischer Pharmakotherapie vermitteln und Ursachen von Medikamentenfehlern sowie deren Lösungsansätze zum Inhalt haben, zur Verbesserung der Verordnungsqualität² sinnvoll. Beispielsweise wurde durch entsprechenden Unterricht die Rate an Verschreibungsfehlern signifikant reduziert [8,23-26]. Ein weiteres evaluiertes Instrument besteht darin, Referenzquellen zur Pharmakotherapie am Arbeitsplatz vorzuhalten. Dabei konnte sowohl für elektronische Hilfsmittel [27] als auch für tabellarische Zusammenstellungen [28] ein positiver Effekt nachgewiesen werden³. Es sollte gewährleistet sein, dass die für die Anästhesie bedeutsamen pädiatrisch-pharmakologischen Kenntnisse (z.B. altersgruppenspezifische Indikationen, Kontraindikationen und Dosierungsempfehlungen) jedem Mitarbeiter bekannt sind. Entsprechende Informationen sollten als „Abteilungswissen“ zum Beispiel in Form eines Standardoperationsprotokolles (SOP) festgelegt und auch am Arbeitsplatz vorgehalten werden (Tab. 3).

Es stehen verschiedene webbasierte Programme und Smartphone-Applikationen zur Verfügung. Bisher sind alle für den Bereich der Kinderanästhesie sinnvollen Applikationen nicht zu dieser Verwendung zugelassen oder evaluiert und können daher an dieser Stelle noch nicht eindeutig empfohlen werden [29].

5.2 Welche Rolle spielt die Vigilanz der Verordnenden und wie kann diese verbessert werden?

5.2.1 Vigilanz und Fehlerrate

Die Vigilanz der Verordnenden bezüglich der Gefahr von Medikamentenfehlern hat einen erheblichen Einfluss auf die Medikationssicherheit [30]. Im Bereich der Kinderanästhesie sollen unerfahrene

Tabelle 3

Konsentiierte Empfehlungen zur personellen/institutionellen Kompetenz.

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Kompetenz	<ul style="list-style-type: none"> Facharztstandard mit zusätzlicher Erfahrung in Kinderanästhesie Entsprechend qualifizierte Assistenz Schulungen zur pädiatrischen Pharmakotherapie [25] LoE 2; [23,24,26] LoE 3; [8] LoE 4 Generell vorhandenes „Abteilungswissen“ (z.B. in Form einer SOP) zu altersgruppenspezifischen Besonderheiten (z.B. Kontraindikation, Dosierungen) Referenzquellen zur pädiatrischen Pharmakotherapie [27] LoE 3; [28] LoE 4

Mitarbeiter mindestens bei der Ein- und Ausleitung der Narkose durch erfahrenes Personal unterstützt, angeleitet und überwacht werden. Eigenständig durchgeführte Anästhesieleistungen sollten zusätzlich kontrolliert werden und dies sollte den Mitarbeitern bekannt sein. Beispielsweise werden regelmäßige, stichprobenartige Überprüfungen von Narkoseprotokollen durch Vorgesetzte mit kinderanästhesiologischer Erfahrung (Supervidierende) empfohlen. Die gemeinsame Analyse der Unterlagen mit dem Anästhesisten kann Probleme aufdecken und bildet die Grundlage zur Verbesserung der Verordnungsqualität (Tab. 4).

5.2.2 Sicherheitskultur und Reporting-Systeme

Fehlerberichtssysteme („Critical Incident Reporting System“ – CIRS) steigern die Rate an berichteten und konstruktiv diskutierten Fällen [31] und sollten in jeder medizinischen Einrichtung eingeführt

und intensiv genutzt werden. CIRS stellt kein automatisiertes System dar, sondern basiert auf freiwilligen Beiträgen. Daher ist zu seinem Erfolg entscheidend, dass eine Sicherheits- und Fehlerkultur existiert, bei der keine persönlichen oder medikolegalen Repressalien für den Berichtenden zu erwarten sind [11]. Vielmehr sollte jeder Fehlerbericht als hilfreich angenommen werden, weil er einen Beitrag zu einer potentiellen Verbesserung leistet. Eine konstruktive Aufarbeitung aller Meldungen, das zeitnahe Umsetzen von sinnvollen Veränderungen und die spätere Erfolgskontrolle sind die Bedingungen dafür, dass ein CIRS zu einer Steigerung der Versorgungsqualität beitragen kann [32].

5.3 Wie können Medikamentenverwechslungen vermieden werden?

5.3.1 Ursachen für Verwechslungen

Für Verwechslungen beim Zugriff auf das originalverpackte Medikament sind

Tabelle 4

Konsentiierte Empfehlungen zur Erhöhung der Vigilanz und zu CIRS-Systemen.

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Vigilanz	<ul style="list-style-type: none"> Schulungen über Medikamentenfehler Anleitung durch Supervidierende Regelmäßige, stichprobenartige Kontrolle durch Supervidierende [30] LoE 3 Einführung und intensive Nutzung von CIRS-Systemen Sicherheits- und Fehlerkultur ohne persönliche Anklage, Umsetzen von Veränderungen

2 Der WAKKA stellt auf seiner Homepage eine Power-Point-Präsentation zum Thema „Medikamentenfehler in der Kinderanästhesie“ zur Verfügung, die kostenlos heruntergeladen werden kann. Empfohlen wird eine mindestens jährliche interne Fortbildung.

3 Der WAKKA stellt auf seiner Homepage eine elektronische Tabelle (MS-Excel®) zur Verfügung, die auf das individuelle Körpergewicht bezogene Dosisempfehlungen errechnet und mit passenden Atemweghilfsmitteln zusammengefasst darstellt. Diese wird als kostenloser Download zur Verfügung gestellt und kann zur Versorgung jedes Patienten ausgedruckt werden. Zu Schulungszwecken kann sie zusätzlich in unausgefüllter Form ausgedruckt werden, damit die Lernenden die Möglichkeit haben, die Medikationen eigenständig zu berechnen.

Abbildung 1



Beispiel für „look-alikes“ (Bildnachweis: Daniel Marx, www.FaktorMens.ch).

folgende regelmäßige Ursachen identifiziert worden: ähnlich aussehende Ampullen („look-alike“, Abb. 1), ähnlich klingende Namen („sound-alike“, z.B. Esmolol/Esmeron), fälschlich erwarteter oder verwechselter Lagerungsort sowie fälschlich erwarteter oder verwechselter Handlungsablauf [32,33]. Verwechslungen können aber auch bezüglich der Zubereitung, der enthaltenen Konzentration und des Applikationsweges auftreten. Auch existieren Medikamentenzubereitungen mit und ohne Zusätze (beispielsweise Lokalanästhetika oder analgetische Suppositorien), die mit dem Äquivalent ohne Additiva verwechselt werden können. Nachdem ein Medikament aufgezogen wurde und es sich in einer Spritze befindet, ist ein sicheres Erkennen anhand des Aussehens unmöglich.

5.3.2 Vermeidung von Verwechslung originalverpackter Medikamente

Bei entsprechender Ausweichmöglichkeit soll auf Präparate oder Medikamente mit Verwechslungsgefahr nach Möglichkeit verzichtet werden. Präparate mit/ ohne Additiva sollen mindestens eindeutig gekennzeichnet und an verschiedenen Stellen gelagert werden, wenn nicht ganz darauf verzichtet werden kann. Es sollen möglichst keine Medikamente in unterschiedlichen Konzentrationen vor-

gehalten werden. Sollte dies unvermeidbar sein, soll die seltener verwendete Konzentration so gelagert werden, dass keine unbeabsichtigte Verwendung erfolgen kann. Regelmäßig verwendete Medikamente sollen unmittelbar am Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Jedem Medikament soll ein klar definierter Aufbewahrungsort (z.B. Ampullarium, Fach in einer Schublade eines Anästhe-

siewagens) zugewiesen werden. Wenn dies aufgrund identischer Anästhesiewagen möglich ist und keine anderen Überlegungen dagegensprechen, sollte dieser an allen Anästhesie-Arbeitsplätzen einer Abteilung einheitlich befüllt 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, Bupivacain) sollen am Arbeitsplatz, aber deutlich separiert gelagert werden [15]. 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 (Tab. 5). Bezüglich des Aussehens und der Namen der Medikamente wird von der Pharmaindustrie eine eindeutige Kennzeichnung gefordert. Hersteller, die ihre Kennzeichnungen zur Vermeidung von Verwechslungen bereits optimiert haben (z.B. verschiedene Lokalanästhetika-Konzentrationen deutlich unterscheidbar), sollten bei ansonsten gleicher Eignung bevorzugt werden.

Tabelle 5

Konsentiierte Empfehlungen zur Vermeidung von Verwechslungen.

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Verwechslung	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeiden von „ähnlich“ aussehenden („look-alikes“) oder klingenden („sound-alikes“) Medikamenten • Meldung in diesem Sinne verwechselbarer Medikamente an den WAKKA bzw. ans Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (über www.ak-kinderanaesthesie.de) • Vermeidung von verschiedenen Darreichungsformen und Konzentrationen (wenn unvermeidbar, dann: verschiedene Lagerungsorte) • Vermeidung der Verwendung von Präparaten mit und ohne Zusätze (soweit möglich und sinnvoll; mindestens ihre deutliche Kennzeichnung und unterschiedliche Lagerungsorte) • Einheitlicher, definierter Lagerungsort für jedes Medikament • Wenn möglich und sinnvoll: alle Narkosewagen einer Einrichtung identisch • Umfassende Kommunikation (und ggf. Warnhinweis) bei verändertem Lagerungsort • Häufig verwendete Medikamente mit Gefährdungspotential: separater Lagerungsort, Double-Check bei Verabreichung (s.u.) • Seltene verwendete Medikamente mit Gefährdungspotential: separater Lagerungsort außerhalb des Anästhesiearbeitsplatzes, z.B. im Medikamentenlager des OP, Double-Check bei Verabreichung (s.u.) • Eindeutige Kennzeichnung von Spritzen (Aufkleber nach ISO-Norm)

5.3.3 Vermeidung der Verwechslung aufgezogener Medikamente

Jede vorbereitete Spritze soll eine klare Kennzeichnung erhalten. Alleine das Anbringen einer Kennzeichnung löst eine erneute Überprüfung aus und kann zum Erkennen von Fehlern beitragen [34]. Die Kennzeichnung mit farblich einheitlich gestalteten Aufklebern, wie sie in Form der ISO 26825 international festgelegt wurde, wird von der DGAI (im Konsens mit der DIVI und der Arzneimittelkommission der Ärzteschaft – AkdÄ) eindeutig empfohlen [35,36]. Das Grundprinzip besteht in einer einheitlichen Farbcodierung nach Wirkstoffgruppen (z.B. Muskelrelaxantien = rot, Opioide = blau). Es konnte belegt werden, dass durch eine solche Kennzeichnungsnorm zumindest die Verwechslung zwischen den Medikamentengruppen reduziert werden kann [34]. In den letzten Jahren beobachtete Verwechslungen innerhalb von Medikamentengruppen haben zu Überarbeitungen dieser Empfehlungen geführt (z.B. weißer Balken bei Muskelrelaxantien, farbliche Differenzierung der Schrift und Großbuchstaben bei ähnlichen Namen – „Tall-Man-Lettering“, Abb. 2) [37]. Die Etiketten sollen in der Längsachse der Spritzen aufgebracht werden, ohne dabei die Skalierung zu überdecken.

Abbildung 2



Zusätzliche Unterscheidungsmerkmale innerhalb von gleichen Wirkstoffgruppen: Farbmerkmal der Schrift und „TALL-Man-Lettering“ [37].

5.4 Welche Fehler können bei der Verschreibung, Verordnung und Dosierung von Medikamenten entstehen und wie können diese vermieden werden?

5.4.1 Verschreibung

Die richtige Verschreibung beim richtigen Patienten ist Grundvoraussetzung einer jeden Medikamentengabe. Verschreibungsfehler können auch durch Nichtbeachtung von Allergien, bekannten paradoxen Reaktionen oder von Grunderkrankungen mit Einfluss auf eine besondere Indikationsstellung oder Kontraindikation von Medikamenten bzw. Medikamenteninteraktionen entstehen.

5.4.2 Ursachen von Dosis- und Dosierungsfehlern

Bei der Festlegung einer gewünschten Dosierung sind altersgruppenspezifische Zielgrößen unter spezieller Berücksichtigung der altersentsprechenden Pharmakokinetik und -dynamik zu beachten. Die Kenntnis des Gewichts eines Kindes als Grundlage zur Dosisberechnung ist für intravenöse Medikamentengaben zwingend erforderlich. Auch wenn bei Kindern mit großer Abweichung vom längenbezogenen Normgewicht Unter- oder Überdosierungen denkbar sind und das Idealgewicht in diesen Fällen besser zur Dosierung geeignet wäre, stellt das Gewicht dennoch die am besten praktikable Größe zur Berechnung der Dosis dar. Durch ein fehlerhaftes Körpergewicht kommt es nahezu zwangsläufig zu Medikamentenfehdosierungen. Zusätzlich impliziert die Notwendigkeit zur individuellen Berechnung der erforderlichen Dosis die Möglichkeit von Berechnungsfehlern [38]. Beispielsweise verdoppeln Säuglinge im ersten halben Lebensjahr in der Regel ihr Körpergewicht. Somit ist hier keine Vertrautheit mit einer üblichen Dosis zu erwarten und selbst Fehldosierungen in einer 10er-Potenz werden nicht als verdächtig wahrgenommen und kommen regelmäßig vor [39]. Die Festlegung der richtigen Dosis scheint der bedeutsamste Schritt zu sein, denn hier wird die höchste Rate an Fehlern beobachtet [1,31,40]. Dies gilt umso mehr,

je komplexer die Berechnung der Dosisberechnung ist. Beispielsweise wurden Anästhesisten unter ruhigen Bedingungen in einem Test gebeten, die Verordnung eines Dopaminperfusors aufzuschreiben, der gewichtsbezogen bei einer Flussrate von 1 ml/h einer Dosis von 1 µg/kg/min entspricht. Nur 15% der Anästhesisten hatten die richtige Antwort genannt, Abweichungen von einem Fünzigstel bis dem 56-fachen der gewünschten Dosis kamen vor [41].

5.4.3 Empfehlungen zur Dosisfindung und Dosisberechnung

Dem Gewicht des Kindes muss eine zentrale Bedeutung beigemessen werden und dementsprechend soll eine zuverlässige Dokumentation bei der Vorbereitung (Prämedikationsprotokoll) und der Versorgung (Narkoseprotokoll) erfolgen. Zumindest bei der Routineversorgung ist ein aktuelles, durch Wiegen ermitteltes Gewicht als Grundlage jeder Medikamentendosierung zu fordern [15]. Wenn Eltern sagen, dass Sie das Gewicht des Kindes sicher kennen und nennen können, konnte gezeigt werden, dass dieses eine zuverlässige Auskunft darstellt [42]. Altersbezogene Formeln zur Gewichtsschätzung sind nicht gut geeignet. Beispielsweise variierte das Gewicht von 6-Jährigen in einer Kinderntaufaufnahme zwischen 19 und 30 kg [43]. Die beste Schätzung wird durch eine längenbezogene Zuordnung auf ein durchschnittliches Gewicht (somit Idealgewicht) gewährleistet. Bei adipösen Kindern ist die Dosierung am Idealgewicht sogar vorteilhaft, denn diese Kinder haben einen geringeren proportionalen Anteil des Extrazellulärvolumens am gewogenen Gewicht. Das maßgebliche Verteilungsvolumen für die Dosierung von Notfallmedikamenten, Analgetika und Sedativa stellt aber das Extrazellulärvolumen dar [44]. Daher ist die längenbezogene Gewichtsschätzung auch aus pharmakologischer Sicht anderen Schätzmethoden (z.B. altersbezogenen Formeln) überlegen. Gleiche Sorgfalt wie mit der Information über das Gewicht des Kindes muss auch für die Erfassung und Weitergabe von Informationen bezüglich Allergien und relevante Grunderkrankungen gelten (Tab. 6).

Zur Berechnung der zu verabreichenden Dosis sollten elektronische Hilfsmittel (z.B. Taschenrechner, Tabellenkalkulationsprogramme) verwendet werden, weil hiermit Rechenfehler nachweislich zu reduzieren sind [45,46]. Besonders bei der Verabreichung gefährlicher oder komplexer Verordnungen (wie Katecholaminperfusoren) sollen solche Hilfsmittel verwendet werden. Aber auch andere Maßnahmen, die eine Reduktion der erforderlichen Kalkulations-Schritte ermöglichen, können die Rate an Fehlern reduzieren [47]. Beispielsweise kann dies durch die Benutzung einer tabellarischen Aufstellung [48] geschehen, die idealerweise auch für jeden Patienten individuell gewichtsbezogen berechnete Dosisempfehlungen beinhaltet, z.B. „Kinderanästhesiekarte der DGA!“ (Abb. 3, Tabellenkalkulation, Download nach Fertigstellung über die Homepage des WAKKA).

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. Dadurch kann das Programm „aktiv“ beispielsweise auf Kontraindikationen aufmerksam machen, altersgruppenspezifische Dosierungsempfehlungen nennen und bei ungewöhnlichen Dosierungen einen Warnhinweis generieren. Technisch ist sogar die Anbindung an ein Krankenhausinformationssystem umsetzbar, so dass die Empfehlungen des Verordnungssystems auf Grunderkrankungen und aktuelle Laborwerte reagieren können. Im Bereich der pädiatrischen Intensivmedizin, der Nephrologie und Onkologie konnte bereits gezeigt werden, dass elektronische Verordnungssysteme mit implementierten pädiatrisch-pharmakologischen Datenbanken die Verordnungsqualität verbessern und die Rate an bedrohlichen Fehldosierungen signifikant verringern [49-52]. Trotz der hohen Investitionskosten solcher Systeme ist zu erwarten, dass durch die Vermeidung von Komplikationen Kosten eingespart werden können [18]. Daher ist der Einsatz solcher Systeme wünschenswert.

Tabelle 6

Konsenterte Empfehlungen zur Vermeidung von Dosierungsfehlern.

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Dosierung	<ul style="list-style-type: none"> Zuverlässig dokumentiertes (und zuverlässig gewogenes) Gewicht Bei unbekanntem Gewicht Schätzung durch die Eltern oder längenbezogene Schätzung verwenden [42] LoE 3 Beachtung von Allergien oder Grunderkrankungen Tabellarische Dosierungshilfen [48] LoE 2 Elektronische Berechnung der Dosis (z.B. Tabellenkalkulationsprogramm, Taschenrechner) [45, 46] LoE 3 „Aktive“ elektronische Verordnungssysteme mit integrierter Datenbank [49-51] LoE 3

Abbildung 3



Deutscher Gesellschaft für Kinderanästhesie & Reanimation

Patientenkarte Kinderanästhesie
Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie

Alter: Jahre Monate Tage

Name: Donald Duck

Geb-Datum: 01.02.2015

Gewicht: kg

Defibrillation Joule

Tubusgröße ohne Cuff	4,5
Tubusgröße mit Cuff	4
LMA	# 2

Microcuff®-Tubus	<input type="text" value="3,5"/>
------------------	----------------------------------

Tubus-Tiefe (cm)	Nasal <input type="text" value="15"/>
	Oral <input type="text" value="12"/>

Notfallmedikamente, Reanimationsdosis Epinephrin

EPINEPHrin	Atropin	aMIOdaron	Suxamethonium
100 µg/ml	500 µg/ml	50 mg/ml	20 mg/ml
10 µg/kg	20 µg/kg	5 mg/kg	2 mg/kg
1,3 ml	0,5 ml	1,3 ml	1,3 ml
130 µg	260 µg	65 mg	26 mg

Analgetika

SUFentanal	Remifentanal	PIRitramid	Ibuprofen Supp.
5 µg/ml	40 µg/ml	1 mg/ml	
0,2 µg/kg	0,45 µg/kg/min	50 µg/kg	10 mg/kg
0,5 ml	8,8 ml/h	0,7 ml	130 mg
2,6 µg	351 µg/h	650 µg	

Narkotika und Sedativa

Thiopental	Propofol 1%	Propofol 2%	Midazolam
25 mg/ml	10 mg/ml	20 mg/ml	1 mg/ml
5,0 mg/kg	3 mg/kg	10,0 mg/kg/h	0,1 mg/kg
2,6 ml	3,9 ml	6,5 ml/h	1,3 ml
65 mg	39 mg	130 mg/h	1,3 mg

Esketamin, Muskelrelaxanz, Infusion

esKETamin	ROCuronium	Basisbedarf <input type="text" value="46"/> ml/h
5 mg/ml	10 mg/ml	(VE 148 G1 Päd@ bis 1. L.J.)
0,5 mg/kg	0,5 mg/kg	Operativer Bedarf <input type="text" value="156"/> ml/h
1,3 ml	0,7 ml	(balanzierte VE-Lsg)
6,5 mg	6,5 mg	Bolus <input type="text" value="260"/> ml
		(balanzierte VE-Lsg)

Blutvolumen <input type="text" value="80"/> ml/kg	<input type="text" value="1.040"/> ml	Krit. Blutverlust <input type="text" value="260"/> ml	Norm-Hb <input type="text" value="12"/> mg/dl	Mindest-Hb <input type="text" value="9"/> mg/dl
---	---------------------------------------	---	---	---

Katecholaminperfusoren

DOPamin	DOBUamin	EPINEPHrin	Noradrenalin
17 mg in 50 ml	50 mg in 50 ml	3,3 mg in 50 ml	3,3 mg in 50 ml
0,3 mg/ml	1,0 mg/ml	66,7 µg/ml	66,7 µg/ml
6 µg/kg/min	8 µg/kg/min	0,10 µg/kg/min	0,10 µg/kg/min
14,0 ml/h	6,2 ml/h	1,2 ml/h	1,2 ml/h
4,68 mg/h	6,24 mg/h	78 µg/h	78 µg/h

Datum

Junior/Senior

Kinderanästhesiekarte des WAKKA der DGA!

© Anästh Intensivmed 2017;58:105-118 Aktiv Druck & Verlag GmbH

5.4.4 Ursachen von Verordnungsfehlern

Auch Kommunikationsdefizite sind in erheblichem Umfang an der Entstehung von Medikamentenfehlern beteiligt [53]. Eine vollständige Verordnung beinhaltet eine Dosierung (z.B. in mg/kg) sowie die sich aus dem Körpergewicht ergebende absolute Dosis (z.B. mg). Des Weiteren sind die Benennung der verwendeten Konzentration (z.B. mg/ml) und die sich daraus ergebende absolute Menge der zu verabreichenden Lösung (z.B. in ml) notwendig. Bei simulierten Reanimationen in einer Notaufnahme eines Kinderkrankenhauses wurde in 17% der Verordnungen keine exakt bezeichnete Dosis angegeben [7]. Wenn eine Verordnung von einem Weiterbehandelnden (Wechsel des Anästhesisten oder der Versorgungseinheit) fortgeführt wird, kommen zudem Defizite bei der Übergabe der Informationen regelmäßig vor [54,55].

Kommunikationsdefizite können auch durch hierarchische Strukturen entstehen. Ein schwerwiegender Fehler, der zuvor im Alltag stattgefunden hatte, war in 80% der danach durchgeführten Simulationen reproduzierbar. So wurde Amiodaron als schnelle Injektion bei einer SVT verabreicht, obwohl Adenosin richtig gewesen wäre, was zu einer Reanimationssituation geführt hatte. Obwohl in jedem Szenarium und in der vorherigen „echten“ Situation mehreren Teammitgliedern der Fehler aufgefallen war, hatten diese nicht gewagt, dem Ranghöheren zu widersprechen [56].

5.4.5 Vermeiden von Verordnungsfehlern

Durch das Einführen eines schriftlichen Verordnungsbogens auf pädiatrischen Intensivstationen kann nachweislich

eine Reduktion der Fehlerrate erreicht werden [57-59]. Dies ist zumindest für häufig verwendete Medikamente in der Kinderanästhesie weder praktikabel noch notwendig. Der Verordnende sollte aber dennoch alle wichtigen Informationen und Berechnungsschritte mündlich kommunizieren. Dies kann bei „vertrauten“ (weil häufig gegebenen) Medikamenten alleine durch Nennung der Dosis und der zu verabreichenden Menge erfolgen. Bei seltener verabreichten Medikationen und in Situationen mit hoher Komplexität und Handlungsdichte (z.B. Reanimation) und besonderer Bedeutung verabreichter Medikationen (z.B. Adrenalin) 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 (Tab. 7). 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. Durch die Etablierung einer derartigen Kommunikationsstruktur ist eine Senkung der Rate von Medikamentenfehlern zu erwarten [53,60]. Zumindest für komplexe und komplikationsreiche Verordnungen (z.B. Katecholamine) sollte auch intraoperativ ein schriftliches Verordnungsschema erstellt werden. Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit sollen hierbei die Berechnungen zusätzlich von einer zweiten Person durchgeführt

werden (ohne Kenntnis der vorherigen Ergebnisse – „Double-Check“) [61]. Auch für Medikamente, die von der postoperativ weiterbehandelnden Einheit (z.B. Intensivstation, Schmerzdienst) übernommen werden, ist eine schriftliche Verordnung zu fordern [54,62,63].

5.5 Was sind die „Stolperfallen“ bei der Medikamentenvorbereitung?

5.5.1 Fehlerursachen und Gefahren bei der Medikamentenvorbereitung

Eine wesentliche Fehlerquelle stellt die Vorbereitung der Medikamentengaben (Aufziehen, Auflösung und Verdünnung) dar. Eine systematische Analyse des deutschen CIRS-AINS-Registers ergab, dass sich 44% aller gemeldeten Medikamentenfehler bereits während der Vorbereitung ereigneten [64]. Aufgrund der erheblichen Dosisunterschiede werden für viele Medikamente Zubereitungen in unterschiedlichen Packungsgrößen und Konzentrationen angeboten. Oft werden zu ihrer Verabreichung dann Verdünnungen hergestellt, wobei hier regelhaft Fehler unterlaufen und die gewünschte Zielkonzentration ggf. nicht erreicht wird [7,65].

5.5.2 Maßnahmen zur Sicherheit bei der Medikamentenvorbereitung

Die mit der Routine-Vorbereitung von Medikamenten befasste Person soll keine weiteren Aufgaben haben und nicht abgelenkt werden (z.B. durch Gespräche, Telefonate). Wenn die Strukturen das 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 grundsätzlich vermieden werden. In den meisten Fällen können unverdünnte Medikamentenlösungen mit Hilfe von kleinen Spritzen (z.B. 1-ml-Spritze mit 0,01 ml-Skalierung) verwendet werden, wenn nach der Medikamentengabe eine Nachspülung erfolgt. Es gibt Medikamente,

Tabelle 7

Konsentrierte Empfehlungen zur Vermeidung von Fehlern bei der Verordnung.

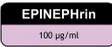
Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Verordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Vollständige Anordnung und Wiederholung durch den Verabreichenden („closed loop“-Kommunikation) • Gesamtes Team hat die Aufgabe der gegenseitigen Kontrolle; es darf hierbei keine hierarchischen Unterschiede geben • Schriftliche Anordnung mindestens bei komplikationsträchtigen oder komplexen und/oder übergebenen Verordnungen [58] LoE 2; [57,59] LoE 4 • Erneute unabhängige Berechnung durch zweite Person – „Double Check“

die als Ausnahme gelten und aufgrund ihrer hohen Konzentration verdünnt werden (z.B. Adrenalin, 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. 4).

Abbildung 4

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

Verdünnung 1:10 in einer 10 ml Spritze
- 9 ml NaCl 0,9%
- plus 1 ml Epinephrin
- ergibt 10 ml Lösung



100 µg/ml

Beispiel für Karte mit einer Verdünnungsanweisung (Adrenalin zur Bolus-Injektion).

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). Beim patientenseitigen Herstellen von Verdünnungen sind größtmögliche Sorgfalt bezüglich der Volumina und der Hygiene zu beachten (Tab. 8) sowie die vom Hersteller empfohlene oder zugelassene Solvenslösungen zu verwenden. Beim Aufziehen einer Spritze soll immer zunächst die Trägerlösung in berechneter Menge in die Spitze (oder Perfusor-Spritze) aufgezogen werden und die

richtige Menge durch erneute Kontrolle verifiziert werden. Dann soll das Medikament in der berechneten Menge in eine separate Spritze (mit Hilfe einer Aufziehkanüle bei Ampullen oder einer Entnahme-Kanüle (z.B. „Mini-Spike“ bei Flaschen) entnommen werden. Nach Kontrolle der darin enthaltenen exakten Menge soll diese in die Zielspritze oder Perfusor-Spritze mit Hilfe einer Aufziehkanüle injiziert werden. Kommerzielle oder durch eine Hausapotheke vorbereitete, etikettierte und versiegelte Spritzen erreichen eine hohe Sicherheit, denn hier sind Qualitätskontrollen des Herstellungsprozesses integriert [34]. Nachteil solcher vorbereiteten Spritzen bestehen in der limitierten Haltbarkeit und in den höheren Kosten. Der WAKKA sieht keinen Vorteil darin, selten verwendete Notfallmedikamente (z.B. Atropin oder Succinylcholin) für jeden Patienten grundsätzlich vorzubereiten.

5.6 Was ist bei der Medikamentenverabreichung zu beachten?

5.6.1 Fehlerquellen bei der Medikamentenverabreichung

Besonders in der Kinderanästhesie werden oft kleine Volumina bei Medikamentengaben verabreicht. Diese können zunächst in der zuführenden Leitung verbleiben und dann entweder später ungewollt appliziert werden oder Kompatibilitätsprobleme mit nachfolgend gegebenen Medikamenten verursachen. Beim Zusammenfluss von Medikamenten (z.B. in einem ZVK) sind ebenso Inkompatibilitäten möglich. Zusätzlich

kann hier ein retrograder Fluss in eine Leitung stattfinden, der zu ungewollten Therapieunterbrechungen und späteren Bolus-Applikationen führt. Durch Knicken von Infusionsleitungen oder Kathetern, das Verkanten des Spritzenstempels oder des Schlittens der Spritzenpumpe, eine vertikale Lageveränderung der Spritzenpumpe oder den gemeinsamen Zufluss verschiedener Leitungen können erhebliche und auch potentiell bedrohliche Veränderungen der gewünschten Verabreichung entstehen [66]. Um eine Verwechslung zwischen zur gastralen und zur intravenösen Applikation gedachten Medikamenten auszuschließen, sollen Magensonden verwendet werden, die nicht mit einer Luer-Lock-Spritze kompatibel sind, sondern eine eigene, verwechslungssichere Norm haben. Medikamente für die gastrale Applikation sollen ausschließlich in den dazu kompatiblen Spritzen aufgezogen werden. Bei mehreren venösen Zuleitungen sollte klar festgelegt werden, welcher Anschluss für das „Zuspritzen“ von Medikamenten vorgesehen ist, und dieser Anschluss sollte deutlich gekennzeichnet werden. Bei der Übergabe des Patienten an einen weiterbehandelnden Versorgungsbereich soll dieser gekennzeichnete Zugang explizit gezeigt und übergeben werden, damit unmittelbar eine sichere Medikamentengabe ermöglicht wird.

5.6.2 Maßnahmen zur sicheren Medikamentenverabreichung, „Double-Check“

Vor jeder Medikamentengabe ist die 5-R-Regel zu beachten:

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

Bei Hochrisiko-Arzneimitteln (siehe Infobox) soll stets eine unabhängige Doppelkontrolle nach dem Richten/Zubereiten durch eine andere als die zubereitende Person erfolgen („Double-Check“). Nach jeder einzelnen Medikamentengabe sollte eine Nachspülung mit einer größenadäquaten Menge (1-10 ml) erfolgen. Die Einzelheiten des

Tabelle 8

Konsentierete Empfehlungen zur Vermeidung von Fehlern bei der Vorbereitung.

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn immer möglich: Verdünnungen vermeiden (z.B. 1 ml-Spritze) • Bei Verdünnungen standardisierte Verdünnungsanweisungen erstellen und am Arbeitsplatz vorhalten • Zuerst Trägerlösung exakt entnehmen, dann Medikament in separate Spritze exakt entnehmen und in die Trägerlösung einbringen (Verwendung von Aufziehkanülen bei Ampullen oder Entnahmekanülen bei Flaschen) • Zielkonzentration wählen, die einfache Rechnungen ermöglichen • Beim Verdünnen auf kompatible Solvens-Lösungen achten • Beim Auflösen Anweisungen des Herstellers beachten • Routine-Vorbereitung in Ruhe ohne Ablenkung • Verunreinigungen und Kontamination vermeiden (steriles Arbeiten) • Eindeutige Kennzeichnung von Spritzen (Aufkleber nach ISO-Norm)

Herstellers (z.B. zu Verabreichungsgeschwindigkeiten) sind zu beachten. Bei Zusammenfluss von Medikamenten aus Spritzenpumpen sind Inkompatibilitäten auszuschließen und Rückschlagventile zu verwenden. Bei Spritzenpumpen-/Infusionssystemen sind individuelle Anlaufgeschwindigkeit und Compliance der Schlauchsysteme zu beachten. Die Einstellung einer Spritzenpumpe soll sorgfältig vorgenommen und regelmäßig kontrolliert werden, besonders bei Übernahme des Patienten. Spritzenpumpen, die eine implementierte Medikamentendatenbank haben, sind zu bevorzugen, wobei das hinterlegte Gewicht korrekt sein muss. Auch bei der Benutzung von Spritzenpumpen ist eine Kontrolle durch eine weitere Person („Double-Check“) zu fordern. Vertikale Lagewechsel der Spritzenpumpen sollten vermieden und ein knickfreier Verlauf der Leitungen gewährleistet werden (Tab. 9).

Die Empfehlungen der DGAI zur Kennzeichnung von 50-ml-Spritzen zur Verwendung in Spritzenpumpen sehen spezielle Etiketten vor, die gewährleisten sollen, dass alle wesentlichen Informationen (Wirkstoff, Konzentration, Zeit der Herstellung) deutlich ablesbar sind. Dort sollten ebenfalls wichtige wirkstoffspezifische Zusatzinformationen (Art der Verabreichung, geeignetes Solvens) aufgedruckt werden. Bei Zusatzstoffen

sind zusätzliche Etiketten zu verwenden, auf denen mit Großbuchstaben das Wort „PLUS“ aufgedruckt ist und handschriftlich gut leserlich der Wirkstoff und die Menge eingetragen werden. Eine patientennahe Etikettierung der Leitung wird ebenso empfohlen [36]. Besonders empfehlenswert scheint auch eine elektronisch lesbare Etikettierung von Spritzen, die von „intelligenten“ Spritzenpumpen eingelesen werden können [67]. Zu diesem Zweck ist bereits eine mit der Industrie konzertierte, zweidimensionale Datenmatrix festgelegt worden, die bei der Entwicklung entsprechender Geräte verwendet werden kann [37].

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., s.c., Katecholamine/Adrenalin i.v.

6. Empfehlung für die Praxis

Bedrohliche Fehler bei der Verabreichung von Medikamenten kommen bei Kindern – aufgrund ihrer erheblichen Alters-/Gewichtsvariabilität und ggf. auch aufgrund geringerer Versorgungsroutine – wesentlich häufiger vor als bei Erwachsenen. Mit Hilfe einer systematischen Literaturrecherche und der Berücksichtigung bereits existierender internationaler Handlungsempfehlungen konnten viele Maßnahmen identifiziert werden, die dabei helfen, Fehler zu vermeiden sowie Sicherheit und Qualität bei der medikamentösen Therapie zu verbessern. Der Wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI hat daraus die vorliegende Leitlinie abgeleitet. Erfreulich und ermutigend ist es, dass die meisten als hochwirksam evaluierten Maßnahmen weder kosten- noch zeitaufwendig umsetzbar sind. Es kann daher erwartet werden, dass diese Leitlinie eine hohe Akzeptanz erreichen wird und somit einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Versorgungsqualität in der Kinderanästhesie leisten kann.

Literatur

1. Kozer E, Scolnik D, Keays T, Shi K, Luk T, Koren G: Large errors in the dosing of medications for children. *N Engl J Med* 2002;346:1175-76
2. Merry AF, Webster CS: Medication error in New Zealand – time to act. *N Z Med J* 2008;121:6-9
3. Orser BA, Byrick R: Anesthesia-related medication error: time to take action. *Can J Anaesth* 2004;51:756-60
4. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS: *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. Washington, DC: National Academy Press; 1999
5. Kaushal R, Bates DW, Landrigan C, McKenna KJ, Clapp MD, Federico F, et al: Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *Jama* 2001;285:2114-20
6. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F: Medication errors in pediatric emergencies: a systematic analysis. *Dtsch Arztebl Int* 2012;109:609-16
7. Kozer E, Seto W, Verjee Z, Parshuram C, Khattak S, Koren G, et al: Prospective

Tabelle 9

Konsentierte Empfehlungen zur Vermeidung von Fehlern bei der Verabreichung.

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Verabreichung	<ul style="list-style-type: none"> • Nachspülung nach jeder Medikamentengabe (1-10 ml) • Beachtung der empfohlenen Verabreichungs-Dauer • Beachtung von Kompatibilität in gemeinsamen Leitungen • Etikettierung von Spritzen in Infusionspumpen und der patientennahen Leitung (Aufkleber nach ISO-Norm) • Intelligente Spritzenpumpen mit Etikett-Scanner und/oder Medikamentendatenbank [67] LoE 3 • Überprüfung der Spritzenpumpen durch zweite Person („Double-Check“) • Knickfreie Leitungen der Spritzenpumpen • Vermeiden von vertikalen Lageveränderungen von Spritzenpumpen • Vermeiden von retrograden Fluss in zuführende Leitungen (Rückschlagventile) • Magensonden mit zu Luer-Lock inkompatibler, eigener Anschlussnorm und zugehörigen Spritzen • Kennzeichnung des zum „Zuspritzen“ geeigneten Anschlusses bei mehreren i.v.-Leitungen zum Patienten und Übergabe desselben an übernehmenden Versorgungsbereich

observational study on the incidence of medication errors during simulated resuscitation in a paediatric emergency department. *Bmj* 2004;329:1321

8. Otero P, Leyton A, Mariani G, Ceriani Cernadas JM, Patient Safety Committee: Medication errors in pediatric inpatients: prevalence and results of a prevention program. *Pediatrics* 2008;122:e737-43
9. Kozer E, Berkovitch M, Koren G: Medication errors in children. *Pediatr Clin North Am* 2006;53:1155-68
10. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA: A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;350:1722-30
11. Cooper L, Nossaman B: Medication errors in anesthesia: a review. *Int Anesthesiol Clin* 2013;51:1-12
12. Cooper L, Di Giovanni N, Schultz L, Taylor AM, Nossaman B: Influences observed on incidence and reporting of medication errors in anesthesia. *Can J Anaesth* 2012;59:562-70
13. Llewellyn RL, Gordon PC, Wheatcroft D, Lines D, Reed A, Butt AD, et al: Drug administration errors: a prospective survey from three South African teaching hospitals. *Anaesth Intensive Care* 2009;37:93-98
14. Webster CS, Merry AF, Larsson L, McGrath KA, Weller J: The frequency and nature of drug administration error during anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 2001;29:494-500
15. Merry AF, Anderson BJ: Medication errors – new approaches to prevention. *Paediatr Anaesth* 2011;21:743-53
16. Nanji KC, Patel A, Shaikh S, Seger DL, Bates DW: Evaluation of Perioperative Medication Errors and Adverse Drug Events. *Anesthesiology* 2016;124:25-34
17. Craig J, Wilson ME: A survey of anaesthetic misadventures. *Anaesthesia* 1981;36:933-36
18. Pham JC, Aswani MS, Rosen M, Lee H, Huddle M, Weeks K, et al: Reducing medical errors and adverse events. *Annu Rev Med* 2012;63:447-63
19. von Ungern-Sternberg BS, Boda K, Chambers NA, Rebmann C, Johnson C, Sly PD, et al: Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet* 2010;376:773-83
20. DGAI, BDA: Mindestanforderung an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anaesth Intensivmed* 2013;54:39-42
21. DGAI: Ärztliche Kernkompetenz und Delegation in der Anästhesie.

Zusammenfassende Tabelle/Kurzfassung der Empfehlungen

Maßnahmen zur Vermeidung von Medikamentenfehlern in der Kinderanästhesie. (Fortsetzung nächste Seite)

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Empfehlungsgrad	
Kompetenz	
A	• Facharztstandard mit zusätzlicher Erfahrung in Kinderanästhesie
A	• Entsprechend qualifizierte Assistenz
B	• Schulungen zur pädiatrischen Pharmakotherapie [25] LoE 2; [23, 24, 26] LoE 3; [8] LoE 4
B	• Generell vorhandenes „Abteilungswissen“ (z.B. in Form einer SOP) zu altersgruppenspezifischen Besonderheiten (z.B. Kontraindikation, Dosierungen)
B	• Referenzquellen zur pädiatrischen Pharmakotherapie [27] LoE 3; [28] LoE 4
Vigilanz	
B	• Schulungen über Medikamentenfehler
A	• Anleitung durch Supervidierende
B	• Regelmäßige, stichprobenartige Kontrolle durch Supervidierende [30] LoE 3
B	• Einführung und intensive Nutzung von CIRS-Systemen
B	• Sicherheits- und Fehlerkultur ohne persönliche Anklage, Umsetzen von Veränderungen
Verwechslung	
A	• Vermeiden von „ähnlich“ aussehenden („look-alikes“) oder klingenden („sound-alikes“) Medikamenten
B	• Meldung in diesem Sinne verwechselbarer Medikamente an den WAKKA bzw. ans Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (über www.ak-kinderanaesthesie.de)
A	• Vermeidung von verschiedenen Darreichungsformen und Konzentrationen (wenn unvermeidbar, dann: verschiedene Lagerungsorte)
A	• Vermeidung der Verwendung von Präparaten mit und ohne Zusätze (soweit möglich und sinnvoll; mindestens ihre deutliche Kennzeichnung und unterschiedliche Lagerungsorte)
A	• Einheitlicher, definierter Lagerungsort für jedes Medikament
A	• Wenn möglich und sinnvoll: alle Narkosewagen einer Einrichtung identisch
A	• Umfassende Kommunikation und ggf. Warnhinweis bei verändertem Lagerungsort
A	• Häufig verwendete Medikamente mit Gefährdungspotential: separater Lagerungsort, Double-Check bei Verabreichung (s.u.)
A	• Selten verwendete Medikamente mit Gefährdungspotential: separater Lagerungsort außerhalb des Anästhesiearbeitsplatzes, z.B. im Medikamentenlager des OP, Double-Check bei Verabreichung (s.u.)
A	• Eindeutige Kennzeichnung von Spritzen (Aufkleber nach ISO-Norm)
Dosierung	
A	• Aktuelles, zuverlässig dokumentiertes (und zuverlässig gewogenes) Gewicht
B	• Bei unbekanntem Gewicht Schätzung durch die Eltern oder längenbezogene Schätzung verwenden [42] LoE 3
A	• Beachtung von Allergien oder Grunderkrankungen
B	• Tabellarische Dosierungshilfen [48] LoE 2
B	• Elektronische Berechnung der Dosis (z.B. Tabellen-Kalkulationsprogramm, Taschenrechner) [45, 46] LoE 3
O	• „Aktive“ elektronische Verordnungssysteme mit integrierter Datenbank [49-51] LoE 3

Zusammenfassende Tabelle/Kurzfassung der Empfehlungen

Maßnahmen zur Vermeidung von Medikamentenfehlern in der Kinderanästhesie.

(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Kritischer Punkt	Empfehlungen, wenn vorhanden Evidenzgrad (LoE)
Empfehlungsgrad	
Verordnung	
A	<ul style="list-style-type: none"> • Vollständige Anordnung und Wiederholung durch den Verabreichenden („closed loop“ Kommunikation)
A	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtes Team hat die Aufgabe der gegenseitigen Kontrolle, es darf hierbei keine hierarchischen Unterscheidungen geben
B	<ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche Anordnung mindestens bei komplikationsträchtigen oder komplexen und/oder übergebenen Verordnungen [58] LoE 2; [57, 59] LoE 4
A	<ul style="list-style-type: none"> • Erneute unabhängige Berechnung durch zweite Person – „double-check“
Vorbereitung	
B	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn immer möglich: Verdünnungen vermeiden (z.B. 1 ml-Spritze)
B	<ul style="list-style-type: none"> • Zielkonzentration wählen, die einfache Rechnungen ermöglichen
A	<ul style="list-style-type: none"> • Zuerst Trägerlösung exakt entnehmen, dann Medikament in separate Spritze exakt entnehmen und in die Trägerlösung einbringen (Verwendung von Aufziehkanülen bei Ampullen oder Entnahmekanülen bei Flaschen)
A	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Verdünnungen: standardisierte Verdünnungsanweisungen erstellen und am Arbeitsplatz vorhalten
A	<ul style="list-style-type: none"> • Beim Verdünnen auf kompatible Solvens-Lösungen achten
A	<ul style="list-style-type: none"> • Beim Auflösen Anweisungen des Herstellers beachten
B	<ul style="list-style-type: none"> • Routine-Vorbereitung in Ruhe ohne Ablenkung
A	<ul style="list-style-type: none"> • Verunreinigungen und Kontamination vermeiden (steriles Arbeiten)
A	<ul style="list-style-type: none"> • Eindeutige Kennzeichnung von Spritzen (Aufkleber nach ISO-Norm)
Verabreichung	
B	<ul style="list-style-type: none"> • Nachspülung nach jeder Medikamentengabe (1-10 ml)
B	<ul style="list-style-type: none"> • Beachtung der empfohlenen Verabreichungs-Dauer
A	<ul style="list-style-type: none"> • Beachtung von Kompatibilität in gemeinsamen Leitungen
A	<ul style="list-style-type: none"> • Etikettierung von Spritzen in Infusionspumpen und der patientennahen Leitung (Aufkleber nach ISO-Norm)
O	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligente Spritzenpumpen mit Etikett-Scanner und/oder Medikamentendatenbank [67] LoE 3
A	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der Spritzenpumpen durch zweite Person („Double-Check“)
A	<ul style="list-style-type: none"> • Knickfreie Leitungen der Spritzenpumpen
B	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeiden von vertikalen Lageveränderungen von Spritzenpumpen
A	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeiden von retrograden Fluss in zuführende Leitungen (Rückschlagventile)
A	<ul style="list-style-type: none"> • Magensonden mit zu Luer-Lock inkompatibler, eigener Anschlussnorm und zugehörigen Spritzen
A	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung des zum „Zuspritzen“ geeigneten Anschlusses bei mehreren i.v. Leitungen zum Patienten und Übergabe desselben an übernehmenden Versorgungsbereich

Entschließung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten e.V. Anaesth Intensivmed 2007;48:712-14

22. Hackel A, Badgwell JM, Binding RR, Dahm LS, Dunbar BS, Fischer CG,

et al: Guidelines for the pediatric perioperative anesthesia environment. American Academy of Pediatrics. Section on Anesthesiology. Pediatrics 1999;103:512-15

23. Davey AL, Britland A, Naylor RJ: Decreasing paediatric prescribing errors

in a district general hospital. Qual Saf Health Care 2008;17:146-49

24. Campino A, Lopez-Herrera MC, Lopez-de-Heredia I, Valls-i-Soler A: Educational strategy to reduce medication errors in a neonatal intensive care unit. Acta Paediatr 2009;98:782-85

25. Gordon M, Chandratilake M, Baker P: Improved junior paediatric prescribing skills after a short e-learning intervention: a randomised controlled trial. Arch Dis Child 2011;96:1191-94

26. Stewart M, Purdy J, Kennedy N, Burns A: An interprofessional approach to improving paediatric medication safety. BMC Med Educ 2010;10:19

27. Mullett CJ, Evans RS, Christenson JC, Dean JM: Development and impact of a computerized pediatric antiinfective decision support program. Pediatrics 2001;108:E75

28. Sard BE, Walsh KE, Doros G, Hannon M, Moschetti W, Bauchner H: Retrospective evaluation of a computerized physician order entry adaptation to prevent prescribing errors in a pediatric emergency department. Pediatrics 2008;122:782-87

29. Pramann O, Gärtner A, Albrecht U-V: Medical Apps: Mobile Helfer am Krankenbett. Dtsch Arztebl 2012; 109:A-1201

30. Campino A, Lopez-Herrera MC, Lopez-de-Heredia I, Valls ISA: Medication errors in a neonatal intensive care unit. Influence of observation on the error rate. Acta Paediatr 2008;97:1591-94

31. Neuspiel DR, Stubbs EH, Liggin L: Improving reporting of outpatient pediatric medical errors. Pediatrics 2011;128:e1608-1613

32. Eichhorn JH: Medication safety in the operating room: time for a new paradigm. APSF Summit Conference Proceedings. APSF Newsletter 2010;25:1-20

33. Basco WT Jr, Ebeling M, Hulsey TC, Simpson K: Using pharmacy data to screen for look-alike, sound-alike substitution errors in pediatric prescriptions. Acad Pediatr 2010;10:233-37

34. Merry AF, Shipp DH, Lowinger JS: The contribution of labelling to safe medication administration in anaesthetic practice. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2011;25:145-59

35. Sybrecht GW, Prien T: Arzneimittelsicherheit: Standard-Spritzenaufkleber in der Akutmedizin. Dtsch Arztebl 2010;107:A1031-1032

36. Farbige Kennzeichnung von Spritzen – Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anaesth Intensivmed* 2009;50:333-34
37. Empfehlung zur Kennzeichnung von Spritzen in der Intensiv- und Notfallmedizin 2012. *Anaesth Intensivmed* 2012;53:506-512
38. Davis T: Paediatric prescribing errors. *Arch Dis Child* 2011;96:489-91
39. Kozer E, Scolnik D, Macpherson A, Keays T, Shi K, Luk T, et al: Variables associated with medication errors in pediatric emergency medicine. *Pediatrics* 2002;110:737-42
40. Hicks RW, Becker SC, Krenzischek D, Beyea SC: Medication errors in the PACU: a secondary analysis of MEDMARX findings. *J Perianesth Nurs* 2004;19:18-28
41. Avidan A, Levin PD, Weissman C, Gozal Y: Anesthesiologists' ability in calculating weight-based concentrations for pediatric drug infusions: an observational study. *J Clin Anesth* 2014;26:276-80
42. Krieser D, Nguyen K, Kerr D, Jolley D, Clooney M, Kelly AM: Parental weight estimation of their child's weight is more accurate than other weight estimation methods for determining children's weight in an emergency department? *Erg Med J* 2007;24:756-59
43. Greig A, Ryan J, Glucksman E: How good are doctors at estimating children's weight? *J Accid Emerg Med* 1997;14:101-103
44. Luten RC, Zaritsky A, Wears R, Broselew J: The use of the Broselow tape in pediatric resuscitation. *Acad Emerg Med* 2007;14:500-501; author reply 501-502
45. Cordero L, Kuehn L, Kumar RR, Mekhjian HS: Impact of computerized physician order entry on clinical practice in a newborn intensive care unit. *J Perinatol* 2004;24:88-93
46. Kirk RC, Li-Meng Goh D, Packia J, Min Kam H, Ong BK: Computer calculated dose in paediatric prescribing. *Drug Saf* 2005;28:817-24
47. Luten R, Wears RL, Broselew J, Crockery P, Joseph MM, Frush K: Managing the unique size-related issues of pediatric resuscitation: reducing cognitive load with resuscitation aids. *Acad Emerg Med* 2002;9:840-47
48. Bernius M, Thibodeau B, Jones A, Clothier B, Witting M: Prevention of pediatric drug calculation errors by prehospital care providers. *Prehosp Emerg Care* 2008;12:486-94
49. Kazemi A, Ellenius J, Pourasghar F, Tofighi S, Salehi A, Amanati A, et al: The effect of Computerized Physician Order Entry and decision support system on medication errors in the neonatal ward: experiences from an Iranian teaching hospital. *J Med Syst* 2011;35:25-37
50. King WJ, Paice N, Rangrej J, Forestell GJ, Swartz R: The effect of computerized physician order entry on medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *Pediatrics* 2003;112:506-509
51. Potts AL, Barr FE, Gregory DF, Wright L, Patel NR: Computerized physician order entry and medication errors in a pediatric critical care unit. *Pediatrics* 2004;113:59-63
52. Caldwell NA, Power B: The pros and cons of electronic prescribing for children. *Arch Dis Child* 2012;97:124-28
53. Pruitt CM, Liebel EL: Enhancing patient safety in the pediatric emergency department: teams, communication, and lessons from crew resource management. *Pediatr Emerg Care* 2010;26:942-48; quiz 949-51
54. Preventing Medication Errors: Quality Chasm Series. The National Academies Press; 2007
55. Staender SE, Mahajan RP: Anesthesia and patient safety: have we reached our limits? *Curr Opin Anaesthesiol* 2011;24:349-53
56. Calhoun AW, Boone MC, Porter MB, Miller KH: Using simulation to address hierarchy-related errors in medical practice. *Perm J* 2014;18:14-20
57. Larose G, Bailey B, Lebel D: Quality of orders for medication in the resuscitation room of a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2008;24:609-614
58. Kozer E, Scolnik D, MacPherson A, Rauchwerger D, Koren G: Using a pre-printed order sheet to reduce prescription errors in a pediatric emergency department: a randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2005;116:1299-1302
59. Broussard M, Bass PF, 3rd, Arnold CL, McLarty JW, Bocchini JA Jr: Preprinted order sets as a safety intervention in pediatric sedation. *J Pediatr* 2009;154:865-68
60. Barata IA, Benjamin LS, Mace SE, Herman MI, Goldman RD: Pediatric patient safety in the prehospital/emergency department setting. *Pediatr Emerg Care* 2007;23:412-18
61. Alsulami Z, Conroy S, Choonara I: Double checking the administration of medicines: what is the evidence? A systematic review. *Arch Dis Child* 2012;97:833-37
62. Bittner EA, George E, Eikermann M, Schmidt U: Evaluation of the association between quality of handover and length of stay in the post anaesthesia care unit: a pilot study. *Anaesthesia* 2012;67:548-49
63. Agarwal HS, Saville BR, Slayton JM, Donahue BS, Daves S, Christian KG, et al: Standardized postoperative handover process improves outcomes in the intensive care unit: a model for operational sustainability and improved team performance*. *Crit Care Med* 2012;40:2109-15
64. Brinkrolf P, Prien T, van Aken H: Medikationsfehler – Eine systematische Analyse der Berichte im CIRS-AINS. *Anaesth Intensivmed* 2013;54:126-32
65. Adapa RM, Mani V, Murray LJ, Degnan BA, Ercole A, Cadman B, et al: Errors during the preparation of drug infusions: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2012;109:729-34
66. Kaufmann J, Fischer JH, Roth B: Periodic catecholamine release by a femoral central venous line in an infant. *Paediatr Anaesth* 2005;15:1020-22
67. Morriss FH Jr, Abramowitz PW, Nelson SP, Milavetz G, Michael SL, Gordon SN, et al: Effectiveness of a barcode medication administration system in reducing preventable adverse drug events in a neonatal intensive care unit: a prospective cohort study. *J Pediatr* 2009;154:363-68, 368 e361.

Korrespondenz- adresse



**Dr. med.
Jost Kaufmann**

Abteilung für Kinderanästhesie,
Kinderkrankenhaus der Kliniken
der Stadt Köln
Amsterdamer Straße 59
50735 Köln, Deutschland
Fakultät für Gesundheit der
Privaten Universität Witten/Herdecke
Alfred-Herrhausen-Straße 50
58448 Witten, Deutschland
Tel.: 0221 8907-15199
E-Mail: jost.kaufmann@uni-wh.de