

## Prehospital pain therapy in children

B. Landsleitner<sup>1,2</sup>

► **Zitierweise:** Landsleitner B: Präklinische Schmerztherapie bei Kindern. Anästh Intensivmed 2025;66:357–366. DOI: 10.19224/ai2025.357

## Präklinische Schmerztherapie bei Kindern

### Zertifizierte Fortbildung

### CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain [www.cme-anästhesiologie.de](http://www.cme-anästhesiologie.de) anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

1 Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin  
DIAKONEO Klinik Hallerwiese –  
Cnopsche Kinderklinik, Nürnberg

2 Hochschule Ansbach, Technologie-  
transferzentrum für Digitalisierung in der  
notfallmedizinischen Bildung, Stein

### Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

### Schlüsselwörter

Kindernotfälle – Schmerztherapie – Schmerzmessung – kognitive Hilfsmittel – Nasale Applikation

### Keywords

Paediatric Emergencies – Pain Therapy – Pain Assessment – Cognitive Aids – Nasal Administration

### Vorbemerkung

Soweit möglich werden im Text genderneutrale Formen verwendet. Wo dies nicht möglich ist, wird im Sinne der Lesbarkeit und des Leseflusses die weibliche Form verwendet – gemeint sind immer alle Geschlechter.

### Zusammenfassung

Kindernotfälle sind selten, erfordern aber häufig eine effektive Schmerztherapie. Studien zeigen, dass Schmerzen bei Kindern oft unzureichend behandelt werden. Gründe sind Unsicherheiten bei Schmerzbewertung, Medikamentenauswahl und Dosierung. Die Schmerzmessung kann altersgerecht mit geeigneten Hilfsmitteln erfolgen. Eine schnelle analgetische Wirkung wird mit der intranasalen Applikation erreicht, weil die zeitaufwändige Anlage eines venösen Zugangs entfällt. Die Medikamentensicherheit lässt sich durch Einsatz kognitiver Hilfsmittel und klare Kommunikation erhöhen. Eine sichere und wirksame Behandlung erfordert strukturierte Abläufe und geschulte Teams.

### Summary

Paediatric emergencies are of rare occurrence, but often require effective pain management. Studies show that children's pain is frequently undertreated due to uncertainties in pain assessment, medication selection and dosing. Pain assessment can be adapted to the child's age using appropriate tools. Rapid analgesic effects can be achieved by intranasal administration, as it eli-

minates the need for a time-consuming venous access. Medication safety can be enhanced by using cognitive aids and clear communication. A safe and effective treatment requires both structured procedures and well-trained teams.

### Einleitung

Kindernotfälle sind mit ca. 6 % zwar selten im Rettungsdienst, haben aber einen relativ hohen Traumaanteil von etwa 1/3 [1,2]. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass potenziell bei ca. 2 % aller Notfalleinsätze (also bei jedem 50. Einsatz) über eine adäquate Schmerztherapie bei einem Kind zumindest nachgedacht werden muss. Studien zeigen allerdings, dass **kindliche Schmerzen oft weniger konsequent behandelt** werden als Schmerzen erwachsener Notfallpatienten [3,4]. Neben den negativen physiologischen und psychologischen Auswirkungen für das Kind und die Eltern bedeuten kindliche Schmerzen auch erhöhten Stress für das Rettungsteam mit potenziell erhöhtem Fehlerrisiko. Wie in jeder nicht auf Kinder spezialisierten Behandlungsumgebung bestehen auch im Rettungsdienst oft Unsicherheiten hinsichtlich Schmerzbewertung, Medikamentenauswahl, Applikationsweg und Dosierung. Diese Übersicht analysiert mögliche Gründe für eine unzureichende Schmerztherapie, zeigt aktuelle Entwicklungen und gibt Empfehlungen zur Verbesserung der Versorgung.

## Was hindert uns? Mögliche Ursachen einer unzureichenden Schmerztherapie bei Kindern

### Fallbeispiel

Die Integrierte Leitstelle alarmiert einen Rettungswagen (RTW) und ein Noteinsatzfahrzeug (NEF) mit der Einsatzmeldung „Verbrühung beim Säugling“. Das Team diskutiert auf der Anfahrt:

- „Meist ist es nicht so schlimm und es bedarf keiner Analgesie.“
- „Bei Kleinkindern ist die Schmerzbeurteilung schwierig.“
- „Ein venöser Zugang könnte schwierig werden.“
- „Was machen wir, wenn das Körpergewicht nicht bekannt ist?“
- „Bevor wir überdosieren, geben wir lieber nichts!“

Im Folgenden sollen diese Teamgedanken analysiert werden.

### Kindliches Trauma meist nicht so schlimm?

Zwar ist das kindliche Polytrauma mit etwa 1 % aller kindlichen Traumata die Ausnahme für Rettungs- und Schockraumteams [5], aber auch Bagatelltraumen verursachen oft relevante Schmerzen und führen zusammen mit Stress und Angst zu einer dringlichen Behandlungsindikation. In einer retrospektiven Untersuchung über einen 9-Jahreszeitraum in einer deutschen Luftrettungsorganisation zeigte sich bei Kindernotfällen ein im Vergleich zur Bodenrettung **höherer Traumaanteil** von knapp 60 %; 40 % dieser Kinder hatten beim Eintreffen einen Schmerzwert über >4 (Numeric Rating Scale, NRS) [6]. Da die Validität der Schmerzmessung retrospektiv nicht eruiert werden kann, ist nicht auszuschließen, dass der tatsächliche Anteil höherer Schmerzwerte größer war.

**Grundsätzlich können auch bei kindlichen Bagatell- (z. B. Kontusionen, Schürfwunden) oder Monotraumen behandlungsbedürftige Schmerzen entstehen.**

### Erschwerete Schmerzmessung?

Auch in der Notfallmedizin soll Schmerz **systematisch erfasst und quantifiziert** werden [7], nur ist das bei Kindern – abhängig vom Alter – nicht immer einfach. Die bekannte NRS, die durch Patientenbefragung Schmerzwerte zwischen 0 (kein Schmerz) und 10 (größter vorstellbarer Schmerz) ermittelt, und die durch ein Schiebelineal ermittelte **Visuelle Analogskala** (VAS) sind i. d. R. erst ab dem Schulkindalter anwendbar. Bei Säuglingen und Kleinkindern kann durch Fremdbeurteilung das Schmerzniveau abgeschätzt werden. Die **Kindliche Unbehagens- und Schmerzskala (KUSS)** ist für die Schmerzmessung ab dem Säuglingsalter bis zum 4. Lebensjahr validiert (Tab. 1) [8]. Die Erfassung der fünf KUSS-Parameter ist auch im Rahmen der Notfallversorgung praktikabel und ermöglicht eine Einordnung des Schmerzniveaus kleiner Kinder in das vertraute 0–10-System. Für Kinder zwischen diesen beiden Altersgruppen ist eine Schmerzmessung mittels Gesichterskala möglich (Abb. 1).

**Bei Kindern kann Schmerz im Rahmen der Notfallversorgung genauso quantifiziert werden wie bei Erwachsenen. Im Zweifelfall ist davon auszugehen, dass Schmerzen vorliegen und konsequent analgetisch zu behandeln!**

### Erschwerete Venenpunktion?

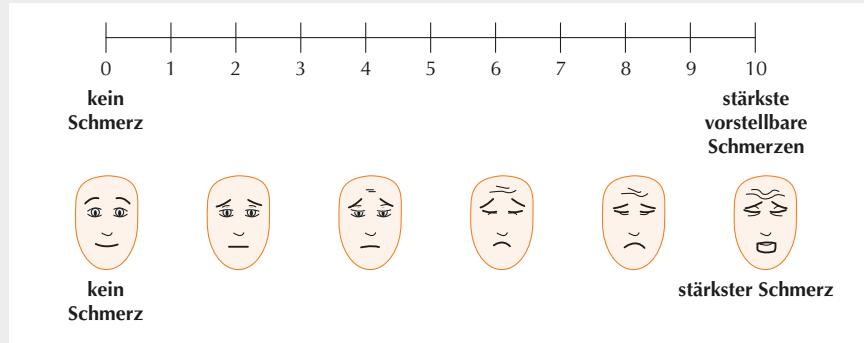
Im Säuglings- und Kleinkindalter ist nicht nur die Schmerzbeurteilung schwieriger, sondern auch eine evtl. notwendige Venenpunktion. Neben der handwerklichen Herausforderung für Nicht-Spezialistinnen stellen die eigene Empathie für das Kind sowie die Erwartungshaltung von Eltern und eigenem Team erhebliche potenzielle Stress- und Störfaktoren dar.

**Tabelle 1**

Kindliche Unbehagens- und Schmerz-Skala (KUSS).

	Beobachtung	Punkte
<b>Weinen</b>	gar nicht	0
	stöhnen, jammern	1
	schreien	2
<b>Gesichtsausdruck</b>	entspannt, lächelt	0
	Mund verzerrt	1
	grimassieren	2
<b>Rumpfhaltung</b>	neutral	0
	unstet	1
	aufbäumen, krümmen	2
<b>Beinhaltung</b>	neutral	0
	strampelnd, tretend	1
	an den Körper gezogen	2
<b>Motorische Unruhe</b>	gar nicht	0
	mäßig	1
	ruhelos	2

**Abbildung 1**



Numerische Ratingskala kombiniert mit Gesichterskala (Faces-Pain-Scale, FPS) (mod. nach [32]).

Bei andererseits meist geringer Verletzungsschwere ist die intraossäre Applikation hier keine sinnvolle Alternative. Glücklicherweise können zahlreiche Medikamente zur Analgesie und Analgosedierung von Kindern **intranasal** verabreicht werden und wirken hier sogar oft schneller, weil die zeitaufwändige vorherige Venenpunktion entfällt [9].

**Solange es „nur“ um eine effektive Analgesie geht, ist ein intravenöser Zugang nicht erforderlich und die intranasale Applikation wirkt sogar meist schneller!**

### Unbekanntes Körpergewicht?

In der Pädiatrie werden Medikamente üblicherweise nach dem **Körpergewicht** dosiert – beim Notfalleinsatz ist dieses aber nicht immer bekannt. Die Eltern können dazu meist valide Angaben machen; falls sie aber unsicher oder nicht am Notfallort präsent sind, dann kann anhand der **Körperlänge** auf das durchschnittliche Gewicht des Kindes rückgeschlossen werden. Mit **kognitiven Hilfsmitteln** kann die Körperlänge entweder direkt gemessen (z. B. Notfalllineal bzw. -band) und das Gewicht darauf abgelesen werden oder es wird die Länge mittels eines handelsüblichen Maßbandes (oder einer Handy-App zur Längenmessung) bestimmt und das zugehörige Gewicht mit Dosis in einer Tabelle (oder Handy-App) abgelesen. Da bei **Kindern mit Adipositas** und Verwendung von Medikamenten niedriger therapeutischer Breite ohnehin die **Orientierung am Normalgewicht** empfohlen wird, besteht im Regelfall nicht die Gefahr einer relevanten Unterdosierung durch die Anwendung der am Durchschnitt orientierten kognitiven Hilfsmittel [10]. Bei Analgetika wird zudem nach **klinischer Wirkung** titriert. Die Verwendung von **Rechenformeln** zur Gewichtsbestimmung (z. B. Gewicht (kg) = (Alter x 2) + 8) birgt besonders unter Stressbedingungen ein erhebliches Fehlerrisiko und hilft nicht bei der Dosisermittlung.

**Die Messung der Körperlänge und der Einsatz eines geeigneten kognitiven Hilfsmittels ermöglichen auch bei unbekanntem Alter und Gewicht eine sichere Dosierung.**

### Angst vor Fehldosierung?

Von nichtspezialisierten Notfallteams werden Kindernotfälle als besonders herausfordernde und mitunter **belastende Einsatzsituationen** angesehen [11]. Unsicherheiten in der körpergewichtsbezogenen Medikamentendosierung spiegeln sich in einer **hohen Fehldosierungsrate** bis zu 35 % wider [12,13]. Beide Faktoren können zu einer Zurückhaltung bei der medikamentösen Analgesie und damit zu einer Unterversorgung verletzter Kinder führen. Interessanterweise sind Spezialistinnen nicht notwendigerweise besser: Auch in Kindernotaufnahmen werden Analgetika gelegentlich zurückhaltend oder sehr spät eingesetzt [4,14]. Allerdings muss der Terminus „Fehldosierung“ differenziert betrachtet werden: In der Arbeit von Hoyle et al. [12] galt das für Dosisabweichungen von >20 %. Bei Medikamenten und Applikationswegen mit hoher therapeutischer Breite (z. B. 24 oder 36 mg Esketamin intranasal statt richtig 30 mg) wäre diese Abweichung noch unproblematisch, während dies für Medikamenten mit geringer therapeutischer Breite und/oder hohem Gefährdungspotenzial nicht gilt. Das Risiko fachlicher und rechnerischer Fehler bei der Medikamentendosierung kann durch den Einsatz kognitiver Hilfsmittel, das Verwechslungsrisiko durch konsequente Anwendung von Sicherheitsstrategien deutlich reduziert werden [10,15].

**Durch Einsatz kognitiver Hilfsmittel, Anwendung von Sicherheitsstrategien sowie Auswahl geeigneter Medikamente und Applikationswege können Analgetika beim Kindernotfall sicher angewendet werden.**

**Was gibt es Neues? Hat sich die analgetische Notfalltherapie in den letzten 20 Jahren verbessert?**

### Fortsetzung Fallbeispiel

Das Rettungsteam findet ein 14 Monate altes Kleinkind vor, das sich beim Umstürzen eines Wasserkochers Verbrühungen an Thoraxvorderwand, Hals und Gesicht zugezogen hat. Die Notärztin schätzt die Ausdehnung der Verbrühung nach der Handflächenregel auf ca. 10 %. Die kleine Patientin zeigt nach KUS-Skala ein Schmerzniveau von 10. In der Aufrengung sind sich die Eltern nicht sicher, wie aktuell die letzte Gewichtsmessung ist. Das Team misst die Körperlänge mittels Maßband (Körperlänge 77 cm, zugeordnetes Gewicht 10 kg) und liest dann die richtige Dosis aus einer Kindernotfalltabelle ab – es werden 0,8 ml (20 mg) Esketamin mittels Zerstäuber intranasal appliziert. Nach etwa 7 Minuten hat sich das Kind etwas beruhigt. Die Notärztin entschließt sich bei einem KUSS-Wert von 6 zu einer intranasalen Wiederholungsdosis von 0,8 ml (20 mg) Esketamin. Nach ein paar weiteren Minuten beruhigt sich die kleine Patientin mit einem Schmerzwert von 3 und einer Sauerstoffsättigung von 96 %.

### Die analgetische Therapie beim Kindernotfall ist besser geworden

Eine monozentrische Untersuchung aus dem Jahr 2002 zeigte, dass über 70 % der vom Rettungsdienst versorgten Kinder bei Krankenhausausnahme starke Schmerzen hatten [1]. 20 Jahre später zeigt eine aktuelle Auswertung der Datenbank einer deutschen Luftrettungsorganisation erfreulicherweise ein völlig anderes Ergebnis: Nur 5 % der Kinder mit behandlungsbedürftigen Schmerzen zeigten in der Notaufnahme einen Schmerzwert >4 [6]. Es kann vermutet werden, dass neben der besseren Aus- und Fortbildung v. a. die Verfügbarkeit

kognitiver Hilfsmittel und evidenzbasiert alternativer Applikationswege zu dieser Verbesserung geführt haben.

## Intranasale Analgesie – die erste Wahl?

### Allgemeines

Die intranasale Applikation von geeigneten Analgetika führt zu einem Wirkbeginn innerhalb weniger Minuten und ist in der Effektivität nahezu mit der intravenösen Applikation zu vergleichen. Der Wirkeintritt ist oft sogar schneller, da die zeitaufwändige Anlage eines intravenösen Zugangs zunächst wegfällt [16–18]. Für die intranasale Applikation mittels eines **Zerstäubers** gibt es zahlreiche Daten zur Sicherheit und Wirksamkeit für gängige Medikamente wie Fentanyl, (Es-)Ketamin, Sufentanil, Midazolam und Dexmedetomidin [9,19–21]. Da die maximalen Plasmaspiegel nach 5–10 Minuten erreicht werden, ist die intranasale Analgesie gut steuerbar und eine adäquate Dosistitration gut möglich [22]. Tabelle 2 gibt einen Überblick zu den derzeit gebräuchlichen Dosierungen, Abbildung 2 zeigt eine aktuelle Dosierungsempfehlung der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Notfall- und Intensivmedizin e. V. (DIVI) [23].

**In einer Metaanalyse war der analgetische Effekt von Ketamin dem starker Opioide unabhängig vom Applikationsweg nicht unterlegen [24].**

### Praktische Durchführung

In den meisten Fällen der Analgesie bei Kindernotfällen wird die intranasale Applikation der erste Schritt sein. Für die sichere und effektive Durchführung empfiehlt sich ein schrittweises Vorgehen (modifiziert nach [25]):

- **Situation beruhigen** (Bezugspersonen und Team nicht vergessen)
- **Vitale Bedrohung ausschließen** (Pädiatrisches Beurteilungsdreieck)

- **Schmerzwert bestimmen** (KUS-Skala, Faces-Pain-Scale (Gesichterskala, FPS), VAS, NRS)
- **Analgetikum auswählen** (Tab. 3) und Dosierung festlegen (Abb. 2)
- **Intranasale Applikation durchführen** (Rahmenbedingungen gem. Tab. 4 beachten)
- **Monitoring** (Beobachtung und mindestens Pulsoxymetrie) und Reevaluation (Schmerzwert nach 5–10 Minuten erneut bestimmen)

**Tabelle 2**

Gebräuchliche Dosierungen zur intranasalen Analgesie und Sedierung.

Medikament	Dosis	Effekt
Fentanyl [9,16]	1,5–2 µg/kg	Analgesie
Midazolam [9]	0,2–0,5 mg/kg	Sedierung (zusätzliche Analgesie nötig!)
Ketamin [9]	0,5–4 mg/kg	Analgosedierung
Esketamin	0,5–2 mg/kg	Analgosedierung
Dexmedetomidin [9]	0,5–4 µg/kg	leichte Analgesie, Sedierung, Anxiolyse
Sufentanil [22]	0,5 µg/kg	Analgesie

**Tabelle 3**

Medikamentenauswahl nach Zielgruppe und Notfallsituation.

Anwendungszweck	Analgosedierung	Analgesie
Typische Zielgruppe	Säuglinge/Kleinkinder	(Vor-)Schulkinder
Typische Situation	große Aufregung, z. B. Verbrühung	stabile Situation, z. B. Bagatelltrauma
Typischer Maßnahmenplan	z. B. i. v.-Zugang, Reposition o. ä. notwendig	Verband, Transport, Ruhigstellung
Medikamente	Esketamin ggf. Ergänzung mit Midazolam Dexmedetomidin	Fentanyl Sufentanil

**Abbildung 2**

Kind	Säugling			Kind			Schulkind		
	Gewicht in kg	3	7	10	13	17	22	28	34
	Alter in Jahren	0	1/2	1	2	4	6	8	10
	Körperlänge in cm	50	65	75	85	105	115	130	140
Medikament		Dosis			Verdünnung			Konzentration	
Esketamin <b>intranasal</b> <sup>[3]</sup>		2 mg/kg			unverdünnt			25 mg/ml	
Fentanyl <b>intranasal</b>		2 µg/kg			unverdünnt			50 µg/ml	
Midazolam <b>intranasal</b>		0,2 mg/kg			unverdünnt			5 mg/ml	
Dosis der fertigen Lösung in ml									
Esketamin <b>intranasal</b> <sup>[3]</sup>		2 mg/kg			unverdünnt			25 mg/ml	
Fentanyl <b>intranasal</b>		2 µg/kg			unverdünnt			50 µg/ml	
Midazolam <b>intranasal</b>		0,2 mg/kg			unverdünnt			5 mg/ml	

Dosistabelle intranasale Analgesie (aus [22]).

- **Debriefing**, d. h. Bezugspersonen über Effekt informieren und ggf. über typische Nebenwirkungen aufklären

**Für die schnelle intranasale Analgesie kann die „Nimm-2-Regel“ angewendet werden [25]:**

**2 mg/kg Esketamin und 2 µg/kg Fentanyl**

Tabelle 3 beschreibt typische Fallkonstellationen – das konkrete Vorgehen muss ggf. individuell und fallbezogen angepasst werden. Untermauert wird die vorgeschlagene Zuordnung der Analgetika durch die bereits erwähnte aktuelle Untersuchung aus der Luftrettung: Bei Kindern bis 6 Jahren wurde überwiegend Esketamin, bei älteren Kindern überwiegend ein Opioid appliziert [17]. Die bei Erwachsenen übliche **Komedikation zur Unterdrückung psychomimetischer Nebenwirkungen von Esketamin** ist nach überwiegenden klinischen Erfahrungen bei Säuglingen und Kleinkindern meist entbehrlich und kann ggf. bei Bedarf auch nachappliziert werden.

**Die intranasale Applikation stellt für die meisten Notfallsituationen eine schnelle und effektive Form der Analgesie dar. Dadurch kann die spä-**

**tere Anlage eines intravenösen Zugangs erleichtert oder oft ganz vermieden werden.**

#### **Off-Label-Use – haben wir ein Problem?**

Formal handelt es sich bei der intranasalen Applikation (und z. B. ebenfalls bei der intraossären Injektion sowie, unabhängig vom Applikationsweg, bei der Anwendung zahlreicher Medikamente im Säuglingsalter) grundsätzlich um einen sog. **Off-Label-Use**, also eine nicht zulassungskonforme Arzneimittelanwendung. In der Kindermedizin sind zahlreiche bewährte Arzneimittel nicht für alle Applikationswege oder Altersgruppen zugelassen, obwohl es gute Evidenz und Erfahrung zu Sicherheit und Wirksamkeit gibt.

**Ein Off-Label-Use ist somit keinesfalls unsicher, kontraindiziert oder gar illegal, sondern kann in vielen Fällen die optimale Therapie darstellen.**

Die Anwenderin sollte sich dessen bewusst sein, sich jedoch dadurch nicht von einer guten und meist leitlinienkonformen Therapie abhalten lassen. Im klinisch-elektiven Kontext sollte über einen Off-Label-Use aufgeklärt werden [10,26].

#### **Fortsetzung Fallbeispiel**

Nach suffizienter analgetischer Versorgung und Verband des verbrühten Areals ergibt die Abklärung der Zielklinik, dass die nächste aufnahmebereite geeignete Kinderklinik 100 km entfernt ist und nur mit dem Hubschrauber zeitgerecht erreicht werden kann. Während dieser im Anflug ist, wird vom Rettungsteam relativ problemlos ein i.v.-Zugang am Fuß des analgosedierten Kindes gelegt. Die inzwischen eingetroffene Hubschraubernotärztin appliziert zur Fortführung der Analgesie 0,2 ml (10 µg) Fentanyl i.v. und kann das Kind 30 Minuten später in stabilem Zustand in der Kindernotaufnahme übergeben.

#### **Intravenöse und intraossäre Applikation – brauchen wir das überhaupt noch?**

Im Gegensatz zur Notfallversorgung Erwachsener wird der venöse Zugang bei Kindern **zurückhaltend** indiziert. Einerseits stellen anatomische und psychologische Besonderheiten zumindest bei Säuglingen und Kleinkindern hohe Anforderungen an das technische und kommunikative Geschick der Anwenderin, andererseits ist der unmittelbare Nutzen oft nicht gegeben (z. B. bei Monotrauma, Verbrühung innerhalb der ersten Stunde). Eine sekundäre Indikation zur Anlage eines venösen Zugangs stellt die Patientensicherheit bei längeren Transportzeiten oder Lufttransport dar.

**Der durch eine Venenpunktion induzierte Schmerz und Stress sollte den verletzungs- oder krankheitsbedingten Schmerz nicht übersteigen!**

Erfordert die Schwere des Notfalls einen sofortigen intravaskulären Zugang, so muss fallbezogen abgewogen werden, ob noch ausreichend Zeit für intravenöse Punktionsversuche vorhanden ist. Bei unmittelbarer **vitaler Gefährdung** fordert die aktuelle Reanimationsleitlinie für Kinder, maximal 5 Minuten für die Anlage eines intravenösen Zugangs aufzuwenden und bei entsprechend geringen Erfolgsaussichten primär die intraossäre Punktionstechnik anzuwenden [27]. Dabei entfällt bei unmittelbarer vitaler Indikation eine Analgesie zur i.o.-Anlage; bei notwendiger Indikation (z. B. im Rahmen der Traumaversorgung) kann i. d. R. der Wirkungseintritt der intranasalen Analgesie abgewartet werden. Die intravenöse/intraossäre Dosierung für Analgetika bzw. Analgosedativa kann Abbildung 3 entnommen werden [23].

**Analgetika gibt es viele – was brauchen wir im Notfall?**

#### **Allgemeines**

Wie so oft gibt es das **ideale Medikament** nicht, aber die eingesetzten Analgetika

**Tabelle 4**

Rahmenbedingungen für die intranasale Applikation.

- Zur optimalen Resorption Zerstäuber (z. B. MAD™, DART™) verwenden
- Nase sollte sekretfrei sein – ggf. Nase putzen oder Sekret absaugen
- Höchst-konzentrierte Form des Arzneimittels wählen (nicht verdünnen!)
- Pro Nasenloch max. 1,0 ml; größere Volumina zweizeitig applizieren
- Dosis immer auf beide Nasenlöcher verteilen (doppelte Resorptionsfläche)
- Spritze fest auf Zerstäuber aufsetzen; besser Luer-Lock-Spritze verwenden
- Kind und Eltern vorher informieren; formal: Aufklärung über Off-Label-Use
- Kopf festhalten (lassen), um Abrutschen/Leckage zu vermeiden

Abbildung 3

Kind	Säugling			Kind			Schulkind		
	Gewicht in kg	3	7	10	13	17	22	28	34
	Alter in Jahren	0	1/2	1	2	4	6	8	10
	Körperlänge in cm	50	65	75	85	105	115	130	140
Medikament	Dosis	Verdünnung	Konzentration	Dosis der fertigen Lösung in ml					
Esketamin i.v./i.o.	0,5 mg/kg	1 ml/25 mg + 4 ml NaCl	5 mg/ml	0,3	0,7	1	1,4	1,8	2,2
Fentanyl i.v./i.o.	1 µg/kg	unverdünnt	50 µg/ml	X	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Piritramid i.v./i.o. [5]	0,1 mg/kg	2 ml/15 mg + 13 ml NaCl	1 mg/ml	X	0,7	1	1,4	1,8	2,2
Midazolam i.v./i.o.	0,1 mg/kg	1 ml/5 mg + 4 ml NaCl	1 mg/ml	0,3	0,7	1	1,4	1,8	2,2

Dosistabelle intravenöse und intraossären Analgesie bzw. Analgosedierung (aus [22]).

sollten den wünschenswerten Eigenschaften möglichst nahekommen:

- für den Einsatz bei Kindern zugelassen oder einschlägige Evidenz
- gute analgetische Wirkung
- rascher Wirkeintritt
- wenig unerwünschte Wirkungen
- kalkulierbare Wirkdauer (gute Steuerbarkeit)
- große therapeutische Breite.

Nachfolgend werden einige in der Notfallmedizin gebräuchliche Medikamente hinsichtlich dieses Anforderungsprofils besprochen – natürlich ist im einzelnen Rettungsmittel davon nur eine Auswahl verfügbar.

### Ibuprofen

- Altersempfehlung: ab 3 Monate
- Indikation: leichte Schmerzen, Fieber
- Applikation: oral, rektal
- Dosierung: 10 mg/kg (Faustregel für 4 %igen Saft: Körperlänge/4 = Dosis [ml])
- Wirkeintritt: 30–60 min (nach oraler Applikation)
- Wirkdauer: 4–6 h

Ibuprofen ist ein in der Kindermedizin bewährtes Analgetikum bei leichten Schmerzen und Antipyretikum mit großer therapeutischer Breite und günstigem Nebenwirkungsprofil [28,29]. Im Rettungsdienst steht es oft nicht zur Verfügung und auf den ersten Blick scheinen sinnvolle Anwendungssituationen eher selten; bei Bagatelltraumen

mit anschließender ambulanter Versorgung hat es aber seinen Platz.

### Metamizol

- Altersempfehlung: ab 3 Monate
- Indikation: mittelstarke Schmerzen, Kolikschmerz, therapieresistenter Fieber
- Applikation: oral, rektal, intravenös (Kurzinfusion)
- Dosierung: 10–15 mg/kg i.v. (nach i.v.-Applikation)
- Wirkeintritt: 15–30 min (nach i.v.-Applikation)
- Wirkdauer: 4–6 h

Metamizol ist ein klinisch häufig eingesetztes, sicheres sowie potentes Analgetikum und Antipyretikum. Trotz einiger Kontraindikationen (z. B. Analgetika-Asthma, Porphyrie) und Nebenwirkungen (selten: Hypotension, vor allem bei schneller Injektion) ist der Einsatz auch in der Notfallmedizin sinnvoll [28].

### Nalbuphin

- Altersempfehlung: ab 1,5 Jahre
- Indikation: mittelstarke Schmerzen
- Applikation: intravenös, intramuskulär, subkutan (Off-Label: intranasal, intraossär)
- Dosierung: 0,1–0,2 mg/kg i.v.; 0,4 mg/kg i.n.
- Wirkeintritt: 2–3 min (nach i.v.-Applikation)
- Wirkdauer: 3–4 h

Nalbuphin ist ein Opioid, das antagonistisch am  $\mu$ -Rezeptor wirkt; seine analgetischen und sedierenden Eigen-

schaften werden stattdessen über den  $\kappa$ -Rezeptor vermittelt – die Gefahr einer Atemdepression ist damit gering. Die analgetische Potenz liegt zwischen der von Codein und Morphin. Eine unmittelbare Kombination mit reinen  $\mu$ -Agonisten (z. B. Morphin, Fentanyl) ist nicht sinnvoll, da deren Wirkung antagonisiert würde. Weil es kaum zu Übelkeit und Kreislaufreaktionen kommt, kann Nalbuphin rasch intravenös injiziert werden [28]. Die intranasale Bioverfügbarkeit bei Applikation über Nasalzerstäuber liegt bei 50 %, d. h. die i.v.-Dosis kann hier verdoppelt werden [30]. Wegen der hohen Konzentration von Nalbuphin (10 mg/ml) und damit kleiner Volumina ist es ideal für die i.n.-Applikation geeignet (0,4 ml pro 10 kg Körperlänge) [28].

### Fentanyl

- Altersempfehlung: ab 2 Jahre zugelassen, umfangreiche Off-Label-Erfahrung ab Frühgeborenenalter
- Indikation: Schmerztherapie bei stärksten Schmerzen und zur Anästhesie
- Applikation: intravenös (Off-Label: intranasal, intraossär)
- Dosierung: 1–2 µg/kg i.v. + i.n. (Dosis titration nach Wirkung)
- Wirkeintritt: 2–3 min (nach i.v.-Applikation)
- Wirkdauer: 20–30 min

Fentanyl wird seit Jahrzehnten in der Kindermedizin in allen Altersklassen zur

**Analgesie, Analgosedierung und Anästhesie** eingesetzt. Während die lange kontext-sensitive Halbwertszeit und die bei Früh- und Neugeborenen stark verlängerte Eliminations-Halbwertszeit vor allem für die klinischen Langzeitsedierung relevant ist, besteht die Gefahr von **Atemdepression** und **Rigidität** der **Atemmuskulatur** auch bei jeder intravenösen Einmalgabe. Die intranasale Einmalgabe ist hier wesentlich sicherer, relevante Nebenwirkungen wurden nur selten beschrieben [9,31]. Insgesamt ist Fentanyl in den Händen der erfahrenen Anwenderin ein potentes und sicheres Analgetikum bei stärksten Schmerzen [28]. Fentanyl unterliegt dem **Betäubungsmittelgesetz**.

### Sufentanil

- Altersempfehlung: ab 1 Monat
- Indikation: Analgesie im Rahmen einer Allgemeinanästhesie
- Applikation: intravenös (Off-Label: intraossär, intranasal)
- Dosierung: 0,1–0,2 µg/kg i.v., bis 0,5 µg/kg i.n. (Dosis titration nach Wirkung)
- Wirkeintritt: 1–2 min (nach i.v.-Applikation)
- Wirkdauer: 30 min

Die gegenüber Fentanyl wesentlich geringere kontext-sensitive Halbwertszeit ist bei Langzeitanwendung vorteilhaft, spielt jedoch bei Einmalgabe in der Notfallmedizin keine Rolle; die Gefahr der Rigidität der Atemmuskulatur ist deutlich geringer, das sonstige Nebenwirkungsprofil ist vergleichbar. Für den sicheren intravenösen Einsatz zur Schmerztherapie braucht es ausreichende klinische Erfahrung [28]. Sufentanil unterliegt dem **Betäubungsmittelgesetz**.

**Cave:** Sufentanil ist in zwei unterschiedlichen Konzentrationen verfügbar ist, nämlich 5 µg/ml und 50 µg/ml; letztere wird meist auf Intensivstationen verwendet.

### Piritramid

- Altersempfehlung: ab 1 Jahr
- Indikation: starke und stärkste Schmerzen
- Applikation: intravenös, intramuskulär, subkutan (Off-Label: intraossär)

- Dosierung: 0,05–0,1 mg/kg i.v. (<15 kg beginnen mit 0,01 mg/kg)
- Wirkeintritt: 1–2 min (nach i.v.-Applikation)
- Wirkdauer: 5–6 h

Piritramid ist in Deutschland weit verbreitet, in der postoperativen Schmerztherapie auch bei Kindern. Wegen seines **günstigeren Nebenwirkungsprofils** (weniger Übelkeit, keine Histaminfreisetzung) und seiner schnelleren Anschlagszeit wird es oft dem Morphin vorgezogen. Piritramid wird im klinischen Gebrauch fast immer verdünnt, da es so wesentlich besser zu titrieren ist (z. B. mit NaCl 0,9 % Verdünnung 15 ml (= 1,0 mg/ml) Gesamtvolume) [28]. Piritramid unterliegt dem **Betäubungsmittelgesetz**.

### Morphin

- Altersempfehlung: für Kinder zugelassen, umfangreiche Erfahrung ab Frühgeborenenalter
- Indikation: starke und stärkste Schmerzen
- Applikation: intravenös, intramuskulär, subkutan (Off-Label: intraossär)
- Dosierung: 0,05–0,1 mg/kg i.v.
- Wirkeintritt: einige Minuten (nach i.v.-Applikation)
- Wirkdauer: 4–6 h

Morphin ist weltweit auch bei Kindern das gebräuchlichste und am längsten eingesetzte Opioïd. Aufgrund der Histaminfreisetzung sollte es bei obstruktiven Atemwegserkrankungen nicht angewendet werden. Morphin wird üblicherweise verdünnt auf 10 ml Gesamtvolume (1 mg/ml) [28]. Morphin unterliegt dem **Betäubungsmittelgesetz**.

### Esketamin

- Altersempfehlung: für Kinder zugelassen
- Indikation: Narkose, starke und stärkste Schmerzen
- Applikation: intravenös, intramuskulär (Off-Label: intraossär, intranasal)
- Dosierung: Analgosedierung 2 mg/kg i.n. Analgosedierung 0,25–0,5 mg/kg i.v. (Anästhesie: 2 mg/kg i.v.)
- Wirkeintritt: 0,5–1 min
- Wirkdauer: 10–20 min

Esketamin kann in der Notfallmedizin **dosisabhängig zur Analgesie und Anästhesie** eingesetzt werden. Die therapeutische Breite ist groß, es kommt selten zur Atemdepression – Schutzreflexe und Spontanatmung bleiben lange erhalten. Einzig relevante Nebenwirkung bei Säuglingen und Kleinkindern ist die Hypersalivation, die selten zu klinisch fassbaren Problemen führt und bei gleichzeitiger Applikation von Dexmedetomidin reduziert ist. Typische psychomimetische Nebenwirkungen treten erst ab dem Vorschulalter auf und erfordern dann entweder die Kombination mit einem Sedativum oder die Wahl eines anderen Analgetikums. Für die Narkoseeinleitung ist Esketamin das einzige Medikament, das keine kreislauf-depressive Wirkung hat [20,22,24,28].

Das Racemat **Ketamin** ist in Deutschland in der Notfallmedizin kaum mehr verbreitet (international schon) und wäre wegen seiner schlechteren Steuerbarkeit und der geringfügig erhöhten Rate an psychomimetischen Nebenwirkungen die zweite Wahl. Der früher relevante Preisunterschied spielt inzwischen keine Rolle mehr. Falls doch mit Ketamin gearbeitet werden muss, so sind die o. g. Dosierungen zu verdoppeln.

**Cave:** Esketamin gibt es (abgesehen vom Nasenspray) in 2 unterschiedlichen Konzentrationen, nämlich 5 mg/ml und 25 mg/ml. Für die intranasale Applikation wird die hohe Konzentration benötigt.

### Dexmedetomidin

- Altersempfehlung: ab 6 Monate
- Indikation: Analgosedierung (schwache Analgesie, stärkere Sedierung)
- Applikation: intravenös (Off-Label: intranasal)
- Dosierung: 2 µg/kg i.n. (Bioverfügbarkeit >80 % [28])  
1–2 µg/kg i.v. (über ≥ 10 min!), Erhaltung 1–2 µg/kg/h i.v.
- Wirkeintritt: für i.v.-Applikation keine Angaben verfügbar, klinisch 10–15 min; nach i.n.-Applikation Spitzenspiegel nach 45 min [28]
- Wirkdauer: terminale Halbwertszeit (HWZ) um 100 min [32], klinische Wirkdauer – abhängig von Applikationsweg und Dosis – deutlich kürzer

Dexmedetomidin induziert klinisch bei Kindern Schlaf, aus dem sie durch Stimuli erweckbar sind. Die analgetische und analgetikasparende Wirkung ist nachgewiesen, aber für den alleinigen Einsatz als Analgetikum in der Notfallmedizin zu schwach. Aus beiden Gründen ist v. a. die **Kombination mit Esketamin** sinnvoll, da sich die Wirkungen gut ergänzen und sich die Nebenwirkungen teilweise ausgleichen. Intravenös soll Dexmedetomidin nur als Kurzinfusion über mindestens 10 Minuten verabreicht werden, da bei zu schneller Injektion das Risiko von **Bradykardie bis Asystolie** und Hypotonie besteht. Vorteilhaft für die intranasale Applikation ist die hohe Konzentration, die z. B. bei 25 kg Körpergewicht ein Volumen von nur 0,5 ml erfordert, das problemlos mit einer adäquaten Dosis von Esketamin kombiniert werden kann. Dexmedetomidin ist bisher in der prähospitalen Notfallmedizin kaum verbreitet; dies wäre aber wegen des günstigen additiven Effekts besonders in Kombination mit Esketamin oder Nalbuphin und der guten intranasalen Bioverfügbarkeit zu diskutieren.

### Midazolam

Midazolam wird an dieser Stelle bewusst nicht besprochen, weil es kein Analgetikum ist. Es kann bei suffizienter Analgesie ergänzend gegeben werden, wenn eine weitere Sedierung sinnvoll ist (zur Dosierung siehe Abb. 2 und 3).

**Bausteine der sicheren Analgesie durch Nicht-Spezialistinnen: Schnelle Analgesie beim Kindernotfall gelingt nur, wenn sie durch das Team vor Ort durchgeführt wird**

### Die Indikation muss stimmen – manchmal geht es auch ohne Medikamente

Jedes Notfallteam kann mithilfe von **nicht medikamentösen Maßnahmen** Stress- und Schmerzniveau reduzieren:

- **Defensives Auftreten:** Es werden nur Maßnahmen mit unmittelbarem Nutzen durchgeführt (also anfangs

nur beobachten und ggf. SpO<sub>2</sub>-Messung).

- **Nur eine Kontaktperson** kommuniziert mit dem Kind auf Augenhöhe.
- **Eltern bzw. Vertrauenspersonen** bleiben immer dabei und werden in die Behandlung miteinbezogen und engmaschig informiert.
- **Prozeduralen Lärm** (z. B. durch Abstellen und Gebrauch der Ausrüstung) vermeiden und störende Umgebungsreize reduzieren.
- **Ablenkungsstrategien** nutzen (z. B. Smartphone/Tablet, Musik, Kuscheltier) und immer ehrlich kommunizieren!
- Durch **Immobilisation von Frakturen oder Verletzungen** können Schmerzen, durch Verbände Stressfaktoren reduziert werden.

**Bei subjektiv starken Schmerzen können diese Maßnahmen jedoch eine effektive medikamentöse Analgesie in aller Regel nicht ersetzen!**

### Die Indikation muss stimmen – Schmerzen dürfen nicht übersehen und müssen immer adressiert werden

Die Identifikation und Behandlung von Schmerzen bei Kindernotfällen sind berufsgruppenunabhängige Aufgaben. Die Schmerzmessung kann für jede Altersgruppe mit entsprechenden Hilfsmitteln zuverlässig erfolgen (s. o.). Damit die Schmerzmessung valide und reproduzierbar ist, sollten die entsprechenden Werkzeuge als kognitive Hilfe verfügbar sein: KUS-Skala und Smiley- bzw. Faces-Pain-Scale analog oder digital. Für die digitale Bereitstellung eignen sich besonders Dienst-Smartphones oder die Endgeräte für die digitale Dokumentation.

**In jedem Zweifelsfall werden Schmerzen angenommen und effektiv behandelt!**

Wenn die Schmerzmessung einen Schmerzwert >4 ergeben hat, dann soll

die Behandlung schnellstmöglich erfolgen, auch wenn noch keine Notärztin vor Ort ist! Die notwendige Sicherheit lässt sich durch die Auswahl geeigneter Applikationswege und Medikamente erreichen (s. u.).

### Bevorzugung sicherer Applikationswege

- Die **intranasale Applikation** ist fast immer erfolgreich und mit deutlich weniger Stress für Patientin und Team verbunden als die intravenöse Applikation.
- Eine intranasale Analgesie wirkt in wenigen Minuten, durch die leicht verzögerte Resorption treten aber unerwünschte Arzneimittelwirkungen (z. B. Atemdepression, Übelkeit) deutlich seltener auf als nach i.v.-Applikation.

### Bevorzugung sicherer Medikamente

- Nur Medikamente, die der behandelnden Person vertraut oder in einer fallbezogenen Standard-Arbeitsanweisung vorgesehen sind, sollen im Notfall angewendet werden [10].
- Medikamente mit **größerer therapeutischer Breite** sind sicherer, weil der Abstand zwischen wirksamer und gefährlicher Dosis groß ist. Bei den Analgetika hat z. B. Esketamin eine große therapeutische Breite (es kommt fast nie zur Atemdepression!), z. B. Fentanyl eine deutlich geringere.

### Dosisermittlung immer mit kognitivem Hilfsmittel [10]

- Das Gewicht des Kindes wird immer erfragt und dokumentiert. Bei unbekanntem Gewicht wird zunächst die Körperlänge gemessen und unter **Einsatz der kognitiven Hilfe** das dosisrelevante Durchschnittsgewicht bestimmt.
- Nach Auswahl des geeigneten Medikaments kann die Dosierung meist als zu applizierendes Volumen am kognitiven Hilfsmittel abgelesen werden.

- Bei adipösen Patienten und bei Einsatz von **Medikamenten mit geringer therapeutischer Breite** orientiert man sich am **Normalgewicht**  
– also dem mittels kognitiver Hilfe ermittelten Durchschnittsgewicht der Altersklasse.
- Es ist sinnvoll, in einem Rettungsdienstbereich flächendeckend das gleiche kognitive Hilfsmittel einzusetzen und mit diesem regelmäßig zu trainieren.
- Bei allen kognitiven Hilfsmitteln ist vorab zu prüfen, ob sie mit aktuellen nationalen Leitlinien übereinstimmen, regelmäßig aktualisiert werden, regional relevante Medikamente enthalten und auch unter ungünstigen Licht- und Raumverhältnissen von allen Mitarbeitenden sicher einsetzbar sind.

**Auch Erfahrene sind gefährdet, bei Routinesituationen Rechenfehler zu machen, deshalb gilt die Empfehlung zur Verwendung eines kognitiven Hilfsmittels für alle!**

### Standards zur Medikamentensicherheit immer einhalten [10]

- Closed-Loop-Communication:** Medikamentenanordnungen sind klar strukturiert und enthalten Wirkstoff, Menge, Volumen, Applikationsweg und Auftrag; sie werden komplett wiederholt und bestätigt, bevor etwas aufgezogen oder appliziert wird.
- Beim Aufziehen jedes Medikaments wird dieses mit einem **gut lesbaren Etikett**, möglichst nach ISO 26852, beklebt; dabei muss die Skalierung sichtbar bleiben.
- Dosisberechnung, Vorbereitung und Applikation sollen im **4-Augen-Prinzip** erfolgen. Das Prinzip **Stop – Check – Inject** kann hierzu angewendet werden.
- Grundsätzlich sollte allen Teammitgliedern die **6-R-Regel** bekannt sein und gelebt werden:
  - Richtige Patientin?
  - Richtiges Medikament?
  - Richtiger Zeitpunkt?

- Richtige Dosierung?
  - Richtige Applikationsform?
  - Richtige Dokumentation?
- Ein **Speaking Up**, also eine offene Kommunikation bei Zweifeln zu einem Punkt, ist dabei unverzichtbar.
- Neben der Notfallversorgung sollen auch die **nicht technischen Fertigkeiten zur sicheren Medikamentenapplikation** bei Kindernotfällen in Simulationsformaten trainiert werden.

**Aus der Verdünnung von Medikamenten resultiert eine Erhöhung der Fehlerwahrscheinlichkeit: durch Verdünnungsfehler beim Aufziehen und nicht vertraute Konzentrationen bei Applikation.**

Verdünnungen sollten also nur erfolgen, wenn sie allgemein **üblichen Standards** folgen (z. B. Verdünnung von Adrenalin auf 0,1 mg/ml) und eine **eindeutige Beschriftung** sichergestellt ist; die Verwendung von **Fertigspritzen** ist zu bevorzugen.

### Take-Home-MESSAGE

- Alle Notfallpatientinnen mit Schmerzen sollen eine suffiziente Analgesie erhalten.**
- Zur Schmerzmessung bei Kindern sollen geeignete Hilfsmittel vorgehalten und eingesetzt werden.**
- Zur Gewichtsschätzung und Dosisberechnung sollen kognitive Hilfsmittel eingesetzt werden.**
- Die intranasale Analgesie ist wegen ihres Zeitvorteils und ihrer geringen Invasivität die Standardmethode, die ggf. in schwereren Fällen durch eine spätere intravenöse Applikation ergänzt wird.**
- Die Grundsätze der Medikamentensicherheit und die Anwendung kognitiver Hilfsmittel sollen von Notfallteams regelmäßig trainiert werden.**

### Literatur

- Nagele P, Kroesen G: Kindernotfälle im Notarztdienst. Anaesthetist 2000;49:725–731
- Eich C, Russo SG, Heuer JF, Timmermann A, Gentkow U, Quintel M, et al: Characteristics of out-of-hospital paediatric emergencies attended by ambulance- and helicopter-based emergency physicians. Resuscitation 2009;80:888–892
- Ballnus S, Möller JC, Friedrich HJ: Evaluation der dokumentierten notärztlichen Versorgung von Kindern im Einzugsgebiet des Universitätsklinikums Lübeck. Notarzt 2002;18:187–191
- Cimpello LB, Khine H, Avner JR: Practice patterns of pediatric versus general emergency physicians for pain management of fractures in pediatric patients. Pediatr Emerg Care 2004;20:228–232
- Höfer C, Lefering R: Jahresbericht 2022 – TraumaRegister DGU® für das Unfalljahr 2021. [https://www.auc-online.de/fileadmin/AUC/Dokumente/Register/TraumaRegister\\_DGU/TR-DGU-Jahresbericht\\_2022.pdf](https://www.auc-online.de/fileadmin/AUC/Dokumente/Register/TraumaRegister_DGU/TR-DGU-Jahresbericht_2022.pdf) (Zugriffsdatum: 26.08.2025)
- Eimer C, Reifferscheid F, Jung P, Rudolph M, Terboven T, Hoffmann F, et al: Pre-hospital analgesia in pediatric trauma and critically ill patients – An analysis of a German air rescue service. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2023;31:5
- Maio RF, Garrison HG, Spaite DW, Desmond JS, Gregor MA, Stiell IG, et al: Emergency Medical Services Outcomes Project (EMSOP) IV: pain measurement in out-of-hospital outcomes research. Ann Emerg Med 2002;40:172–179
- Büttner W, Finke W, Hilleke M, Reckert S, Vsianska L, Brambrink A: Entwicklung eines Fremdbeobachtungsbogens zur Beurteilung des postoperativen Schmerzes bei Säuglingen. Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1998;33:353–361
- Pansini V, Curatola A, Gatto A, Lazzareschi I, Ruggiero A, Chiaretti A: Intranasal drugs for analgesia and sedation in children admitted to pediatric emergency department: a narrative review. Ann Transl Med 2021;9:189
- Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e. V. (EGK): S2k-Leitlinie Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen. AWMF-Registernr. 027/071, Version 1.0. [www.awmf.org/leitlinien/detail/II/027-071.html](http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/027-071.html) (Zugriffsdatum: 01.08.2025)

11. Zink W, Bernhard M, Keul W, Martin E, Völk A, Gries A: Invasive Techniken in der Notfallmedizin – I. Praxisorientierte Ausbildungskonzepte für die Sicherung der notärztlichen Qualifikation. *Anaesthesia* 2004;53:1068–1092
12. Hoyle JD, Davis AT, Putman KK, Trytko JA, Fales WD: Medication dosing errors in pediatric patients treated by emergency medical services. *Prehosp Emerg Care* 2012;16:59–66
13. Kozer E, Berkovitch M, Koren G: Medication errors in children. *Pediatr Clin North Am* 2006;53:1155–1168
14. Clark E, Plint AC, Correll R, Gaboury I, Passi B: A randomized, controlled trial of acetaminophen, ibuprofen, and codeine for acute pain relief in children with musculoskeletal trauma. *Pediatrics* 2007;119:460–467
15. Wirtz S, Eich C, Becke K, Brenner S, Callies A, Harding U et al: Anwendung kognitiver Hilfsmittel im Kindernotfall: Interdisziplinär konseitierte Stellungnahme. *Anaesthesia* 2017;66:340–346
16. Romano F, Wendelspiess M, Mansour R, Abplanalp-Marti O, Starvaggi C, Holzner F, et al: Safety of nurse-directed triage intranasal fentanyl protocol for acute pain management in a European pediatric emergency department: A retrospective observational analysis. *Front Pediatr* 2023;11:1070685
17. Borland ML, Clark LJ, Esson A: Comparative review of the clinical use of intranasal fentanyl versus morphine in a paediatric emergency department. *Ped Emerg Med Australas* 2008;20:515–520
18. Borland M, Jacobs I, King B, O'Brien D: A randomized controlled trial comparing intranasal fentanyl to intravenous morphine for managing acute pain in children in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2007;49:335–340
19. Yeaman Y, Oakley E, Meek R, Graudins A: Sub-dissociative dose intranasal ketamine for limb injury pain in children in the emergency department: A pilot study. *Emerg Med Australas* 2013;25:161–167
20. Nemeth M, Jacobsen N, Bantel C, Fiebler M, Sümpelmann R, Eich C: Intranasal Analgesia and Sedation in Pediatric Emergency Care–A Prospective Observational Study on the Implementation of an Institutional Protocol in a Tertiary Children's Hospital. *Pediatr Emerg Care* 2019;35:89–95
21. Nielsen BN, Friis SM, Rømsing J, Schmiegelow K, Anderson BJ, Ferreira N, et al: Intranasal sufentanil/ketamine analgesia in children. *Paediatr Anaesth* 2014;24:170–180
22. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin: DIVI-Kindernotfallkarte. <https://www.divi.de/aktuelle-meldungen/divi-entwickelt-kindernotfallkarte-fuer-leichtere-anwendung-von-medikamenten-im-kindernotfall> (Zugriffssdatum: 01.08.2025)
23. Alanazi E: The Effectiveness of Ketamine Compared to Opioid Analgesics for management of acute pain in Children in The Emergency Department: systematic Review. *Am J Emerg Med* 2022;61:143–151
24. Gliwitzky B, Olivieri M, Bathe J, Landsleitner B, Hoffmann F, Hossfeld B et al: Intranasale Analgesie bei Säuglingen und Kleinkindern. *Notfall Rettungsmed* 2022;25:53–57
25. Reifferscheid F, Gretenkort P, Beneker J: BAND-Statement zur intranasalen Medikamentenapplikation in der prähospitalen Notfallmedizin. *Notarzt* 2019;35:248–253
26. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, de Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, et al: Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern (Paediatric Life Support, PLS) Leitlinien des European Resuscitation Council 2021. *Not Rett Med* 2021;24:650–719
27. Universitätsklinikum Erlangen, Kinder- und Jugendklinik, Zentrale für Klinische Studien in der Pädiatrie: Kinderformularium.DE. <https://kinderformularium.de> (Zugriffssdatum: 01.08.2025)
28. Clark E, Plint AC, Correll R, Gaboury I, Passi B: A randomized, controlled trial of acetaminophen, ibuprofen, and codeine for acute pain relief in children with musculoskeletal trauma. *Pediatrics* 2007;119:460–467
29. Pfiffner M, Berger-Olah E, Vonbach P, Pfister M, Gotta V: Pharmacometric Analysis of Intranasal and Intravenous Nalbuphine to Optimize Pain Management in Infants. *Front Pediatr* 2022;10:837492
30. Borland ML, Clark LJ, Esson A: Comparative review of the clinical use of intranasal fentanyl versus morphine in a paediatric emergency department. *Ped Emerg Med Australas* 2008;20:515–520
31. Ihmsen H, Saari TI: Dexmedetomidin – Pharmakokinetik und Pharmakodynamik. *Anaesthesia* 2012;61:1059–1066
32. Nestler N, Portsteffen A: Schmerzeinschätzung. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L (Hg.) Thiemes Pflege. 13. Aufl. Stuttgart 2017, Thieme-Verlag.

## Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. med.  
Bernd Landsleitner**

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin  
DIAKONEO Klinik Hallerwiese – Cnopsche Kinderklinik  
St.-Johannis-Mühlgasse 19  
90419 Nürnberg, Deutschland  
Tel.: 0911 3340-4900  
E-Mail:  
bernd.landsleitner@diakoneo.de  
ORCID-ID: 0000-0002-7939-318X