

Anaesthesiologie 2023 · 72:350–357
<https://doi.org/10.1007/s00101-023-01270-8>
 Angenommen: 10. Februar 2023
 Online publiziert: 29. März 2023
 © The Author(s), under exclusive licence to
 Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2023



Kinder brauchen Nachhaltigkeit

Katja Nickel¹ · Nicolas Leister² · Daniel Bolkenius³

¹ Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

² Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universität und Uniklinik Köln, Köln, Deutschland

³ Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland

Zusammenfassung

Die Reduktion von Treibhausgasen wie CO₂-Emissionen und deren Äquivalente (CO₂e) hat allgemein drei wesentliche Aspekte: Flüchtige direkte Emissionen (Narkosegase, Abgase), indirekte Emissionen durch Bezug von Energie (Strom, Wärme) und Emissionen in der Lieferkette (Versorgung mit Verbrauchsmaterialien, Entsorgung). Da die Kinderanästhesie traditionellerweise besonders inhalationsaffin ist, sollte hier auf dem Weg zur Netto-Nullemission neben allgemeinen Maßnahmen zur Ressourcenschonung vor allem der Gebrauch der Narkosegase immer wieder hinterfragt und wo möglich vermieden werden. Im Kindesalter sind hierfür besonders geeignet die Analgosedierung, die total intravenöse Anästhesie (TIVA) und das Anlegen des venösen Zugangs vor der Narkoseinduktion. Die genannten Verfahren bieten über die Vermeidung von Treibhausgasen hinaus weitere wesentliche medizinische Vorteile und können auch unter Aspekten der Sicherheit sowie des Komforts gewinnbringend sein. Nichtsdestotrotz werden Narkosegase in der Kinderanästhesie in einigen Situationen benötigt. Aus diesem Grund ist es wichtig, durch minimalen Frischgasfluss und ein rationelles Vorgehen bei der inhalativen Induktion Narkosegase einzusparen. Um die Umsetzung in der klinischen Praxis zu erleichtern, spricht dieser Artikel Empfehlungen zur Maskeneinleitung und zur Wahl des Narkoseverfahrens aus.

Schlüsselwörter

Kinderanästhesie · Inhalationsanästhesie · Total intravenöse Anästhesie · Analgosedierung · Klimawandel

Die Autorinnen und Autoren sind Mitglieder der Arbeitsgruppe Nachhaltigkeit des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA).

K. Nickel und N. Leister teilen sich die Erstautorenschaft.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Unsere kleinsten Patienten verstehen noch nichts von der anthropogenen Klimakrise. Sie und ihre Eltern haben im individuellen Notfall auch andere Prioritäten als den Wunsch nach Nachhaltigkeit im Gesundheitssystem: kurze Nüchternzeiten, sichere und nebenwirkungsarme Narkoseführung unter Angstfreiheit und suffizienter Analgesie, im Beisein der Eltern, inklusive kindgerechter Aufklärung und Behandlung. Mit all diesen wichtigen Themen haben sich Kinderanästhesisten weltweit in den letzten Jahrzehnten auseinandergesetzt und sehr hohe Standards entwickelt [1]. Da diese Standards allerdings nicht mit dem Ziel der Nachhaltigkeit entwickelt wurden, gehen sie vielfach mit einem enormen Ressourcenverbrauch und massiven CO₂-Emissionen einher. Dabei ist der medizinische

Vorteil des v. a. in den Industrieländern betriebenen Aufwands bisweilen gar nicht messbar [2].

Andererseits sind die Patienten in der Kinderanästhesie, global betrachtet, die Generation [3], die von den Auswirkungen der Klimakatastrophe massiver betroffen und bedroht sein wird als ihre behandelnden Ärzte – und zwar sowohl direkt an ihrem Wohnort durch die Zunahme von respiratorischen, kardiovaskulären, renalen und kognitiv-psychischen Erkrankungen [4], Infektionskrankheiten und Allergien [5, 6], Dürren und Hitzeperioden [7], mit Ernteaussfällen sowie Flächenbränden, Starkregenereignissen mit Überschwemmungen, Orkanlagen mit Verwüstungen der Infrastruktur und psychischer Traumatisierung als auch indirekt in Form globa-

ler Konflikte um Gebiete mit ausreichendem Trinkwasser, fruchtbarem Boden und mit dem Leben vereinbaren Temperaturen sowie Migration in einem bisher nicht gekannten Ausmaß. Diese Folgen der Erwärmung werden mittlerweile an anderer Stelle jährlich exzellent dokumentiert [3, 8, 9]. Die Autoren wollen im Folgenden Wege aufzeigen, wie man speziell in der Kinderanästhesie Achtsamkeit für ökologisch problematische Routinen und klinische Vorgehensweisen entwickeln kann und so auch unter Aspekten der Nachhaltigkeit Patienten optimal behandeln kann, mit dem Ziel, ihren Lebensraum zu erhalten und ihnen gemäß dem hippokratischen Eid nicht nur individualmedizinisch eine lebenswerte Zukunft zu ermöglichen.

Grundlegende Konzepte zur ökologischen Nachhaltigkeit in der Anästhesiologie werden umfassend im Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) ausgeführt [10]. In diesem Artikel soll nun erörtert werden, wie sich diese grundlegenden Konzepte in der Kinderanästhesie konkret umsetzen lassen, um eine nachhaltige und gleichzeitig qualitativ hochwertige Patientenversorgung sicherstellen zu können.

Vermeidung von Narkosegasen

Die Emissionen von Kohlendioxid-Äquivalenten (CO_2e) im OP entstehen v.a. durch den Gebrauch von Narkosegasen, durch den immensen Energieverbrauch der energieintensiven Raumluftechnik sowie die Versorgung mit und die Entsorgung von Verbrauchsmaterialien [11]. Wesentliche Ansätze zum Klimaschutz in der Anästhesiologie sind die Vermeidung von Desfluran mit hoher minimaler alveolärer Konzentration (MAC) und die generell reduzierte Nutzung von Narkosegasen. Jeder Anästhesist sollte bei jedem Patienten überlegen, ob eine inhalative Anästhesie notwendig ist, oder ob der Patient mit einer totalen intravenösen Anästhesie (TIVA) oder einer Analgosedierung ebenso gut versorgt ist. In der Kinderanästhesie kann auch hinterfragt werden, ob statt der Maskeneinleitung nicht eine intravenöse (i.v.) Einleitung angemessen ist.

Im Folgenden wird auf die Vor- und Nachteile der kinderanästhesiologischen Verfahren mit und ohne volatile Anästhetika näher eingegangen.

Vorteile der TIVA

Bereits 2012 haben Sherman et al. Live Cycle Assessments (LCA) für die gängigen Narkosegase mit denen von Propofol verglichen und gezeigt, dass der CO_2 -Footprint einer Propofolnarkose gegenüber den gängigen Fluranen (mit oder ohne Lachgas) praktisch vernachlässigbar gering ist [12]. Verbrauchsmaterialien (Herstellung, Entsorgung) und Perfusor (Wartung, Stromverbrauch) sind bei diesen LCA bereits berücksichtigt und werden daher weiter unten nicht gesondert diskutiert. Abgesehen von der Gruppe der Früh- und Neugeborenen, für die Propofol keine Zulassung hat, bietet eine TIVA auch im Kindesalter darüber hinaus zahlreiche weitere wesentliche Vorteile. So kommt es signifikant seltener zum Aufwachdelir [13–15], welches insbesondere in der Altersgruppe von 6 Monaten bis etwa 6 Jahren auftreten kann. Auch die Inzidenz von postoperativer Übelkeit und Erbrechen (PONV, das v.a. ab 2 Jahren in jeder Altersgruppe und insbesondere nach HNO- und Augenmuskeloperationen vorkommt), kann durch die Vermeidung von inhalativen Anästhetika zugunsten von Propofol signifikant gesenkt werden [15, 16]. Es gibt auch Hinweise darauf, dass nach einer TIVA der postoperative Analgetikabedarf reduziert sein kann [16]. Sehr hilfreich ist die Unterdrückung der im Kindesalter besonders gefährdeten laryngealen und bronchialen Reflexe (Laryngospasmus und Bronchospasmus) [17]. Die Unbedenklichkeit von Propofol bei möglicher Suszeptibilität für maligne Hyperthermie z.B. bei Schieloperationen, anästhesiologischem Erstkontakt oder neuromuskulären Erkrankungen ist ein weiterer Vorteil [18]. Von großer Bedeutung ist auch die fehlende Arbeitsplatz- und Operationsfeldbelastung. Diese wird in Deutschland aus Gründen des Mutter-schutzes bei dem Einsatz von schwangeren Mitarbeiterinnen im OP, aber auch bei der Anwesenheit von begleitenden Müttern, die schwanger sind, regelhaft gefordert. Auch bei Undichtigkeiten im System, etwa in der Atemwegschirurgie, bei der Nut-

zung einer supraglottischen Atemwegshilfe oder einem ungecufftem Endotrachealtubus wird dies relevant [19].

Nicht nur in der ambulanten Anästhesie wird die TIVA auch aufgrund geringerer Kosten und einfacherer Logistik geschätzt, da inhalative Anästhetika, inklusive Vapor, Gasabsaugung und Gasmessung, nicht mehr vorgehalten werden müssen [19]. Zerebroprotektion und eine Erhöhung der Krampfschwelle werden v.a. in der Neuroanästhesie und bei entsprechend disponierten Kindern geschätzt [20, 21].

Vorteile der Analgosedierung

Durch Analgosedierungen können bei Kindern Prozeduren schmerz- und stressfrei erfolgen und Traumatisierungen vermieden werden – ohne eine Narkose durchführen zu müssen. Für längere Untersuchungen (CT, MRT, Szintigraphien, Endoskopien) und Behandlungen (Strahlentherapie) bleiben die Kinder ruhig liegen, mit qualitativ guten Untersuchungsergebnissen. Eine Analgosedierung muss nicht zwingend i.v. verabreicht werden; auch über orale, nasale und seltener rektale oder ausnahmsweise i.m.-Gaben ist diese möglich [22, 23]. Die Analgosedierung ist aber immer ein Verfahren ohne direkte Emission von Treibhausgasen.

Im Vergleich zur Allgemeinanästhesie findet bei einer Analgosedierung meist keine invasive Atemwegssicherung statt, da die Patienten spontan atmen. Peck et al. wiesen im Rahmen einer sehr ambitionierten Studie sogar nach, dass bei 44 Säuglingen unter 6 Monaten für perkutane endoskopische Gastrostomien bei Analgosedierungen seltener Hypoxämien auftraten als bei Intubationsnarkosen von 105 Säuglingen [24]. Weder praktizieren noch empfehlen die Autoren dieses Artikels eine solche Vorgehensweise in dieser Risikokonstellation. Das Extrembeispiel soll nur illustrieren, dass nicht – wie teilweise immer noch üblich – reflexartig bei Interventionen in (fast) jeder Altersgruppe ein Endotrachealtubus platziert werden sollte, ohne allerdings die Altersgrenzen in der Praxis so weit nach unten verschieben zu wollen. Die Anästhesiezeiten werden bei Analgosedierung verringert, da die Kinder die Sedierung im Aufwachraum ausschla-

fen können und keine Narkoseausleitung stattfinden muss. Somit ist eine Analgosedierung kostengünstiger und nachhaltiger als eine Allgemeinanästhesie, da weniger Material und Zeit benötigt werden [25–28].

Der Übergang in das nächsttiefere Sedierungsstadium erfolgt fließend, und die Sedierungstiefe entspricht im BIS-Monitoring bei ca. 93 % der Patienten der Tiefe einer Narkose [29, 30]. Daher sollten die Vorbereitung und Ausstattung des Arbeitsplatzes, Monitoring und Dokumentation dem Vorgehen bei einer Intubationsnarkose entsprechen [31, 32]. Hierbei sollte aber darauf geachtet werden, dass Verbrauchsmaterialien – sofern medizinisch und organisatorisch vertretbar – möglichst nur bereitliegen und nicht schon vor Gebrauch angebrochen oder geöffnet werden.

Eine starke Immobilisation wird nur durch eine tiefe Sedierung erreicht. Mit zunehmender Tiefe der Sedierung steigt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Hypoxämien, Bradypnoen, Bradykardien und auch von Kreislaufstillständen [33–35]. Die Komplikationsrate nimmt mit der Anzahl der Sedativa, zunehmender Sedierungstiefe und der Schwere von Vorerkrankungen des Kindes zu, mit zunehmendem Alter des Kindes und zunehmender Erfahrung des Sedierenden dagegen ab [33, 35, 36]. Bei Untersuchungen großer Patientenkollektive gab es keine Todesfälle [37–39]. Insbesondere bei patienten- oder eingriffseitigen Risikokonstellationen sollte die Analgosedierung durch einen kindererfahrenen Anästhesisten erfolgen oder durch Pädiatern mit Sedierungserfahrung und Kompetenz im Umgang mit dem Atemweg und bei der Behandlung speziell von respiratorischen Komplikationen [37, 40]. Hypoxämien können durch die nichtinvasive Überwachung der Atmung mithilfe der Kapnographie [41] und durch die prophylaktische Sauerstoffgabe vermieden bzw. frühzeitig erkannt werden [23, 30].

Vorteile des vor Induktion angelegten i.v.-Zugangs

Die Narkose kann bei Kindern inhalativ über eine Maske oder intravenös über einen i.v.-Zugang eingeleitet werden. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile, und die Entscheidung für das eine oder

andere Verfahren hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab [42]. In der Kinderanästhesie wird sehr häufig die inhalative Einleitung mit Sevofluran genutzt, da Kinder Angst vor Nadelstichen haben und eine schmerzhafteste, vielleicht auch mehrfache Punktion traumatisieren kann [43]. Durch eine gute Prämedikation, die Lokalanästhesie der Einstichstelle mit EMLA®, die Anwesenheit der Eltern sowie die Nutzung von Hilfsmitteln wie Sonographie, Transluminierung oder Nahinfrarottechnik lässt sich meistens auch bei kleinen Kindern schon gut ein i.v.-Zugang legen [44]. Eine Maskeneinleitung ist schmerzfrei, aber auch sie kann traumatisieren und ist obsolet, wenn die Kinder unprämediziert mit dicht aufgesetzter Maske niedergerungen werden müssten [43].

Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist eine i.v.-Einleitung wünschenswert, da kein Narkosegas (also kein Treibhausgas) genutzt wird. Die Anlage eines i.v.-Zuganges sollte bei nichtnüchternen Kindern, kritisch kranken Kindern und einem erwarteten schwierigen Atemweg vorzugsweise vor der Narkoseeinleitung erfolgen [45, 46]. Konstellationen, bei denen die geplante Zugangsanlage im Anschluss an eine kompetent durchgeführte inhalative Narkoseeinleitung erfolgt, sind in der Kinderanästhesie durchaus üblich. Durch sonographisch unterstützte Punktionen kann die Punktionszeit häufig kurz gehalten werden. Das Material für eine umgehende intraossäre Kanülierung als Notfallmaßnahme sollte unmittelbar zur Verfügung stehen [45, 47]. Auch wenn ein i.o.-Zugang, inklusive Bohrmaschine und Fixierung (ungespült und verpackt), während einer Maskeneinleitung bereit liegt, ergibt sich eine zeitliche Verzögerung von der Indikationsstellung bis zur Möglichkeit einer Bolusgabe, was in einem Sättigungsabfall von 30 % Punkten resultieren kann [48]. Die schnellere Handlungsfähigkeit auch bei Regurgitation, Hypotension, Hypoxämie, Bradykardie, Krampfanfällen oder einem unerwarteten schwierigen Atemweg während der Einleitung spricht für eine Induktion bei einem liegenden i.v.-Zugang.

Atemwegsobstruktionen, Laryngospasmus oder Bronchospasmus häufen sich in der Exzitationsphase der Narkoseeinleitung. Da die Exzitationsphase der

i.v.-Einleitung im Vergleich zur Maskeneinleitung kaum eine Rolle spielt [49], treten respiratorische Zwischenfälle bei der Maskeneinleitung im Vergleich zur i.v.-Einleitung signifikant häufiger auf [44, 50]. Das Aspirationsrisiko ist bei beiden Verfahren vergleichbar [51].

Auch hämodynamische Veränderungen sind bei beiden Verfahren gleich häufig [52–54].

Anästhesiegase in der Kinderanästhesie und das Klima

Historisch haben Narkosegase in der Kinderanästhesie ihren festen Platz [15]. Dabei ist zu beachten, dass alle volatilen Anästhetika hochpotente Treibhausgase sind [55, 56]. Halothan besitzt ein Bromatom sowie ein Fluoratom, somit zählt es wie Isofluran zu den Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW). Zu den Fluorkohlenwasserstoffen (FKW) zählen ebenfalls die beiden in Deutschland momentan gebräuchlichsten Narkosegase: Desfluran und Sevofluran. Lachgas (N_2O) wird seit über 150 Jahren in der Anästhesie und speziell bei Kindern aufgrund der Induktion einer Anosmie, der Verminderung des MAC-Werts der halogenierten volatilen Anästhetika und wegen des Second-Gas-Effekts insbesondere bei der inhalativen Einleitung genutzt [57, 58]. Es hat lediglich eine sehr geringe anästhetische Potenz [56]. Die hieraus resultierende notwendige hohe Dosis und die atmosphärische Lebensdauer von 114 Jahren machen N_2O besonders problematisch [55, 59]. Durch die hohe alveoläre Ventilation und die kurze Kreislaufzeit bei kleinen Kindern dauert es aber bei der Induktion mit 6–8 Vol.-% Sevofluran ohnehin nur wenige Atemzüge bis zum Bewusstseinsverlust [60, 61]. In der Beobachtung der Autoren sind nach Stilllegung der Lachgasversorgung im OP-Trakt weder die Induktionszeiten relevant länger geworden, noch hat der beobachtbare „discomfort“ bei den kleinen Patienten zugenommen, auch wenn in Studien nachgewiesen werden konnte, dass in der Gruppe mit Sevofluran und Lachgas bei inhalativer Induktion der Verlust des Lidreflexes etwas früher eintrat [62, 63]. In den anästhesiologischen Abteilungen wird N_2O zunehmend seltener verwendet, was auch an den hohen Kosten zur Wartung der Lachgasanlagen und

Infobox 1

Beispielhaftes Vorgehen bei inhalativer Induktion

- **Bewusste Indikationsstellung**
- Induktionsgas: **Sevofluran**. *Keine* Nutzung von N₂O
- Größtmögliche Patienten-Compliance (medikamentöse Prämedikation?)
- **Dichtsitzende Maske**
- **Frischgasfluss zur Induktion maximal 4 l/min** (adaptiert an die Bedürfnisse des Kindes)
- Maskenbeatmung idealerweise als druckkontrollierte Beatmung (2 Hände an der Maske)
- **Minimierung des Frischgasflusses auf bis zu 1 l/min** während der Induktion [89]
- Wiederkehrende Kontrolle: **Narkosegasfluss reduzierbar?**
- Vor dem Absetzen der Maske Gasfluss beenden
- Ist nach erfolgreicher Induktion eine **TIVA möglich?**
- Aufrechterhaltung ansonsten: **Sevofluran in Minimalflussnarkose ($\leq 0,5$ l/min)**

der weiterhin nicht zu unterschätzenden Gefahr der Verwendung von hypoxischen Gasgemischen liegt, wenn es zu einem akzidentellen fehlerhaften Anschluss von Lachgas am Narkosegerät kommt. Dahingegen wird es weiterhin in fixer Mischung (50 % N₂O mit 50 % O₂) in der Pädiatrie und Kinderchirurgie, bei Zahnärzten und in der Geburtshilfe angewendet, insbesondere wenn kein Anästhesist verfügbar ist [64–66]. Das aktuelle Konsensuspapier des Weltverbandes der Anästhesiengesellschaften fordert von Anästhesisten allerdings nicht nur den Umbau von klinischer Versorgung, Forschung und Lehre hin zu einer höheren Nachhaltigkeit in ihrem Bereich, sondern auch, dass sie innerhalb ihres nationalen Gesundheitswesens dabei eine Führungsrolle übernehmen sollen [67]. Die Einwirkung auf andere Fachbereiche ist aufgrund der speziellen anästhesiologischen Expertise in diesem Fall wünschenswert.

Die jeweiligen individuellen Gaseigenschaften führen zu unterschiedlichen Einflüssen auf die Umgebung. So hat das zusätzliche Chloratom im Isofluran beispielsweise eine ozondepletierende Wirkung [68]. Nach dem Beschluss von Montreal im Jahr 1987 sind solche FCKW daher nur noch im medizinischen Bereich bis 2030 zugelassen. Obwohl Sevofluran und Desfluran beide zu den FKW zählen,

müssen sie sehr unterschiedlich dosiert werden, um den gleichen anästhetischen Effekt zu erreichen: die minimale alveoläre Konzentration (MAC₅₀) von Sevofluran liegt bei 2 Vol.-% und von Desfluran bei 6 Vol.-% [55]. Resultierend ergibt sich aus den unterschiedlichen Gaseigenschaften, dass eine balancierte Anästhesie mit Desfluran auch unter Minimalfluss (Minimal-Flow)-Bedingungen (0,5 l Frischgas/min) bis zu 50fach stärker zur globalen Erwärmung beiträgt als eine sevoflurangeführte balancierte Anästhesie [55]. Zur direkten Emissionswirkung kommt der Stromverbrauch des Desfluranvaporis, welcher durchgehend auf über 39 °C geheizt werden muss, um jederzeit einsatzbereit zu sein. Würde man die Sevoflurananästhesie mit N₂O ergänzen, wie es bis vor einiger Zeit auch in Europa üblich war und in Nordamerika immer noch gängige Praxis ist, können sich die Emissionen um bis zu dem Faktor 5 erhöhen, in Abhängigkeit vom Syntheseweg des Sevoflurans und vom Frischgasfluss [69]. Plastischer wird dies noch, wenn man betrachtet, dass eine einstündige Inhalationsanästhesie mit Sevofluran (MAC₅₀) und einem Frischgasfluss von 1 l/min dem CO₂-Äquivalent einer Autofahrt von 6,5 km entspricht. Unter den gleichen Bedingungen ergibt sich bei der Wahl von Isofluran eine Fahrstrecke von 14 km und bei Desfluran von 320 km [70]. Der Gesundheitssektor erzeugt weltweit über 5 % der Emissionen an CO₂-Äquivalenten und emittiert somit mehr als Flug- und der Schiffsverkehr zusammen. Davon entstammt ein großer Teil dem OP und der Intensivmedizin, wovon wiederum volatile Anästhetika einen ganz bedeutenden Anteil ausmachen können [68].

Sehr relevant bei der Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen in der Anästhesie ist die konsequente Nutzung von Minimalfluss während der Aufrechterhaltung der Anästhesie, da die Menge an verbrauchtem VA direkt proportional zum Frischgasfluss ist. Somit verdoppelt sich der Ausstoß, wenn der Frischgasfluss von 0,5 l/min auf 1 l/min erhöht wird.

Zusammenfassend ist, unter Betrachtung der individuellen Gaseigenschaften sowie der Klimaeffekte, für eine verantwortungsvolle balancierte Anästhesie Sevofluran mit möglichst niedrigem Frischgasfluss (d. h. Minimalfluss im Steady State) das vo-

latile Anästhetikum der Wahl [56, 68]. Die Bildung von Compound A und etwaige im Tiermodell resultierende nephrotoxische Effekte spielen auf Basis der großen Erfahrungen der letzten Jahrzehnte und den in Deutschland gebräuchlichen kalziumhydroxidhaltigen Absorbersubstanzen keine Rolle [71]. Systeme zum Recycling der volatilen Anästhetika sind mittlerweile auch in Deutschland für Desfluran und Sevofluran erhältlich [72]. Allerdings steht eine valide Berechnung des Lebenszyklusaufwands (LCA) der Filter noch aus. Und die Effizienz der Filter im Sinne des Anteils von eingefangenen VA an dem während der Anästhesie eingesetzten VA ist insbesondere bei langen Operationen, bei denen es zu erheblicher Einlagerung von VA in tiefere Kompartimente kommt, eher enttäuschend [73]. Dass die Filter ökologisch trotzdem sinnvoll sein könnten, liegt an einem anderen Effekt: Bei der Verwendung der Filter können ggf. die Atemgasfortleitungssysteme – und damit die sehr erheblichen Energiemengen zum Betrieb derselben – eingespart werden [74].

Vorteile der Anästhesiegase in der Kinderanästhesie

Einer der größten Vorteile der inhalativen Anästhetika ist, dass balancierte Anästhesien in jedem Alter (von frühgeboren bis geriatrisch) durchgeführt werden können [71, 75]. Insgesamt liegen in der modernen Anästhesie für dieses Verfahren die größte Erfahrung weltweit und somit die sicherste Datenbasis vor [15]. Die Möglichkeit der einfachen Dosierung mittels Vapor am Narkosegerät und die direkte Messung der Gaskonzentration in der In- und Expirationsluft führen zu guter Steuerbarkeit der Narkosetiefe [15, 71]. Hierbei verhindert das Monitoring des endexpiratorisch gemessenen MAC (0,7–1,3) suffizient Awareness [76, 77].

Insbesondere auch in Entwicklungsländern kann mit der Hilfe von volatilen Anästhetika eine sichere Anästhesie in allen Altersklassen gewährleistet werden, da stabile Anästhesiebedingungen geschaffen werden können, ohne dass weitere Gerätschaften (Narkosetiefe-Monitoring, Spritzenpumpen, Kühlung etc.) notwendig sind [15, 71, 78, 79]. Moderne Narkosegase wie Sevofluran werden kaum

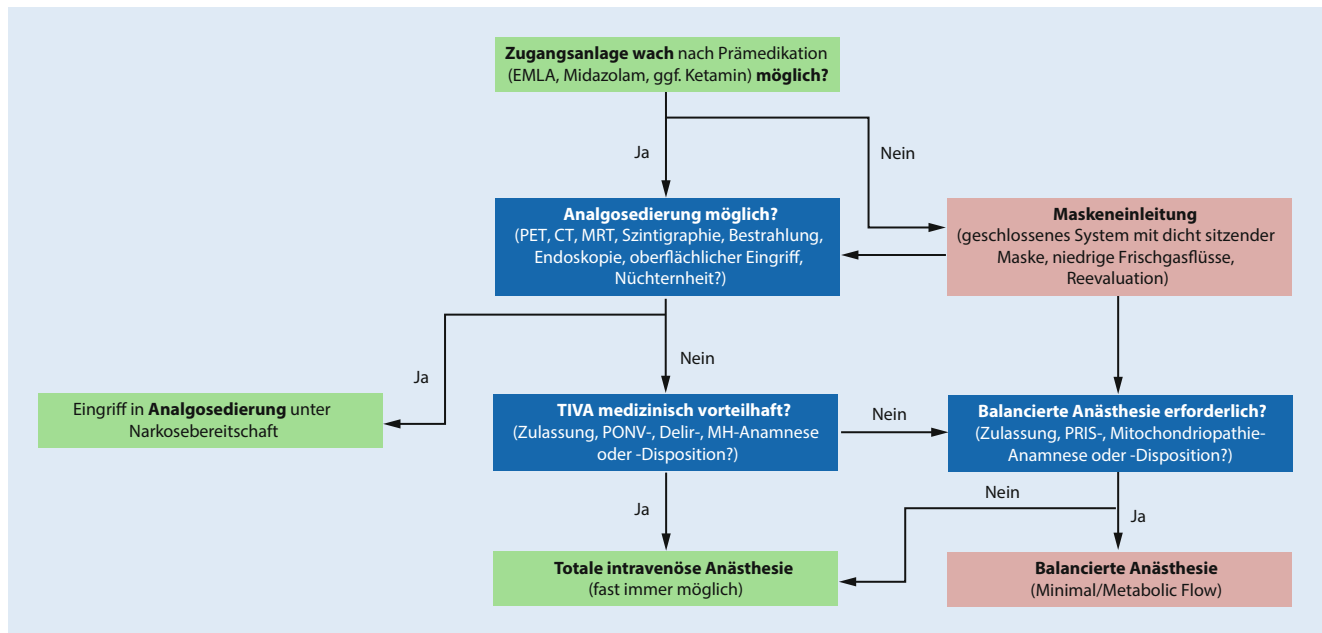


Abb. 1 ▲ Grundlage für die Entscheidungsfindung zum Narkoseverfahren

metabolisiert und weitgehend organunabhängig eliminiert, was die zielgenaue Steuerung der Narkosetiefe auch bei tiefen Organinsuffizienzen ermöglicht und Aufwachzeiten kalkulierbar macht [71].

Mittlerweile ist belegt, dass balancierte Anästhesien in Kombination mit einem Antiemetikum hinsichtlich PONV gleichwertig zur TIVA sind [80]. Eine Präkonditionierung mit gesteigerter Ischämietoleranz konnte für die volatilen Anästhetika insbesondere in der Kardiochirurgie nachgewiesen werden [71, 81].

Eine der wichtigsten Eigenschaften der volatilen Anästhetika bei der Nutzung in der Kinderanästhesie ist die Möglichkeit der inhalativen Einleitung [15, 71]. Hierbei kann das Anästhesieteam den Erhalt der Spontanatmung trotz tiefer Anästhesie in besonderen Situationen (*beachte*: schwieriger Atemweg) nutzen [45, 82].

Volatile Anästhetika können sicher bei Patienten mit mitochondrialer Grunderkrankung oder bei vorliegenden Risikofaktoren für ein Propofolinfusionssyndrom (PRIS) angewendet werden [83, 84].

Die inhalative Einleitung in der Kinderanästhesie

Die inhalative Anästhesieeinleitung ist traditionell ein sehr häufig durchgeführtes

Verfahren in der Kinderanästhesie [85, 86], da die periphere Venenpunktion hier besonders anspruchsvoll sein kann [87]. Viele Kinder sind erleichtert, wenn die Narkoseeinleitung ohne Venenpunktion ablaufen kann [15]. Selbst in Hochzeiten der COVID-19-Pandemie wurden weltweit über 50 % der Kinder inhalativ eingeleitet [88]. Die Gründe hierfür sind vielfältig: Frühgeborene/Neugeborene, schlechter Venenstatus, Wunsch des Kindes/der Eltern, schwieriger Atemweg oder auch die Erfahrung des betreuenden Anästhesieteams.

Empfehlungen für die Praxis

Viele Kliniken und Anästhesisten haben ihre eigene, standardisierte Vorgehensweise, um Kinder erfolgreich inhalativ zu anästhesieren. Mit Blick auf die potenziell negativen Effekte der volatilen Anästhetika auf das Klima unseres Planeten sollte jedoch jeder persönlich seine bisher erprobte Vorgehensweise auf mögliches Adaptationspotenzial überprüfen (Abb. 1).

Die Autoren dieses Artikels agieren bei der inhalativen Induktion beispielsweise wie in der Infobox dargestellt.

Fazit

In der Kinderanästhesie hat die Vermeidung von Narkosegasen einen sehr

großen Effekt im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit. Die Abkehr von lange bewährten Routinen wie der inhalativen Induktion ist zwar eine Herausforderung, aber Kinder entscheiden sich ab dem Grundschulalter häufig selbst für die Alternative „kleiner Pieks“ gegenüber der „Stinkemaske“. Eine Analgesedierung ist bei fast allen interventionell-diagnostischen und kleinen oberflächlichen operativen Eingriffen möglich, also bei Eingriffen, die bei Erwachsenen ohne Anästhesieeteiligung (ggf. in Lokalanästhesie) funktionieren (Abb. 1). Eine TIVA hat, wie oben beschrieben, neben der Emissionsarmut auch zahlreiche medizinische Vorteile und kaum Kontraindikationen.

Allerdings gibt es neben der Vermeidung von Narkosegasen noch weiteres Optimierungspotenzial: Beispielsweise lässt sich durch die Optimierung von Lüftungstechnik in OP sowie die Auswahl und Entsorgung von Verbrauchsmaterialien sehr viel Energie einsparen. Müllvermeidung, optimierte Mülltrennung und Recycling sollten ebenfalls im Fokus sein.

Aufgrund der deutlich höheren Fallzahlen besteht bei Erwachsenen bezüglich Verbrauchsmaterialien ein höheres Einsparpotenzial, denn Kinder sind deutlich seltener im OP (Säuglingsalter 0,4 %, Kleinkindalter 1 %, Schulkinder und Jugendliche jeweils knapp 1 %), und invasive Techni-

ken werden anteilig deutlich seltener, aber mit einer größeren Anzahl unterschiedlicher Materialien durchgeführt. Wenn man nun noch berücksichtigt, dass uns in Deutschland keine LCA von den Medizinprodukteherstellern zur Verfügung gestellt werden, wird klar, dass sich hier konkrete Empfehlungen aufgrund unzuverlässiger Datenlage kaum aussprechen lassen. Generell gilt natürlich auch bei Kindern, was in der Handlungsempfehlung der DGAI geraten wird (Verwurf minimieren, Müll trennen, auf Einwegmaterial verzichten). Die Regionalanästhesie als Monoverfahren wird im Kindesalter zwar zahlenmäßig keine relevante Treibhausgaseinsparung mit sich bringen, kann aber in ausgewählten Einzelfällen und bei entsprechender Expertise des gesamten Teams beispielsweise bei der Leistenhernie des Frühgeborenen durchaus erwogen werden.

Jedes an der Anästhesiedurchführung beteiligte Teammitglied kann durch bewusste Durchführung der jeweiligen Tätigkeit den Einfluss der einzelnen Narkose auf das Klima reduzieren, indem achtsam mit den Ressourcen umgegangen und jede Maßnahme auf ihre Notwendigkeit überprüft wird.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Daniel Bolkenius

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Augsburg
Stenglinstraße 2, 86156 Augsburg, Deutschland
daniel.bolkenius@uk-augsburg.de

Dr. med. Daniel Bolkenius Facharzt für Anästhesiologie – Notfallmedizin, Stellvertretender Bereichsleiter Kinderanästhesie, Stellvertretender Sprecher UMAGG (University Medicine Augsburg goes green), Klimanager (KlikGreen)

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. K. Nickel, N. Leister und D. Bolkenius geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

- Weiss M et al (2015) Safe Anesthesia For Every Tot—The SAFETOTS initiative. *Curr Opin Anaesthesiol* 28(3):302–307
- Bhopal A, Norheim OF (2021) Priority setting and net zero healthcare: how much health can a tonne of carbon buy? *BMJ* 375:e67199
- Watts N et al (2019) The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet* 394(10211):1836–1878
- Bein T et al (2020) New challenges for intensive care medicine due to climate change and global warming. *Anaesthesist* 69(7):463–469
- Keesing F et al (2010) Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468(7324):647–652
- Eguiluz-Gracia I et al (2020) The need for clean air: the way air pollution and climate change affect allergic rhinitis and asthma. *Allergy* 75(9):2170–2184
- Winklmayr C et al (2022) Heat-related mortality in Germany from 1992 to 2021. *Dtsch Arztebl Int*. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0202>
- Romanello M et al (2021) The 2021 report of the Lancet countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *Lancet* 397(10269):1619–1662
- Watts N et al (2021) The 2020 report of The Lancet countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet* 397(10269):129–170
- Schuster M, Pecher S, Koch S, Coburn M (2020) Ecological sustainability in anaesthesiology and intensive care medicine. A DGAI and BDA position paper with specific recommendations. *Anasth Intensivmed* 61:329–339
- MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ (2017) The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *Lancet Planet Health* 1(9):e381–e388
- Sherman J et al (2012) Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. *Anesth Analg* 114(5):1086–1090
- Dahmani S, Delivet H, Hilly J (2014) Emergence delirium in children: an update. *Curr Opin Anaesthesiol* 27(3):309–315
- Key KL et al (2010) Use of propofol and emergence agitation in children: a literature review. *AANA J* 78(6):468–473
- Johr M (2016) Inhalation and intravenous anesthesia in pediatric patients. *Anaesthesist* 65(6):415–422
- Miller TE, Gan TJ (2015) Total intravenous anesthesia and anesthetic outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 29(Suppl 1):S11–S15
- Nathan N, Odin I (2007) Induction of anaesthesia: a guide to drug choice. *Drugs* 67(5):701–723
- Roback MG et al (2016) Update on pharmacological management of procedural sedation for children. *Curr Opin Anaesthesiol* 29(Suppl 1):S21–S35
- Lauder GR (2015) Total intravenous anesthesia will supercede inhalational anesthesia in pediatric anesthetic practice. *Paediatr Anaesth* 25(1):52–64
- Kotani Y et al (2008) The experimental and clinical pharmacology of propofol, an anesthetic agent with neuroprotective properties. *CNS Neurosci Therap* 14(2):95–106
- Fan W et al (2015) Propofol: an anesthetic possessing neuroprotective effects. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 19(8):1520–1529
- Krauss B, Green SM (2000) Sedation and analgesia for procedures in children. *N Engl J Med* 342(13):938–945
- American Society of Anesthesiologists Task Force on Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists (2002) Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology* 96(4):1004–1017
- Peck J et al (2022) Comparison of general endotracheal anesthesia versus sedation without endotracheal intubation during initial percutaneous endoscopic gastrostomy insertion for infants: A retrospective cohort study. *Paediatr Anaesth*. <https://doi.org/10.1111/pan.14539>
- Milnes AR (2003) Intravenous procedural sedation: an alternative to general anesthesia in the treatment of early childhood caries. *J Can Dent Assoc* 69(5):298–302
- Krauss BS, Krauss BA, Green SM (2014) Procedural sedation and analgesia in children. *N Engl J Med* 371(1):91
- Ibrahim H et al (2022) Comparison of Procedures, Time and Fees Associated with Procedural Sedation and General Anesthesia in a Pediatric Dentistry Residency Program. *J Dent Child (Chic)* 89(2):104–109
- Glaser ZA et al (2021) Pediatric female genital trauma managed under conscious sedation in the emergency department versus general anesthesia in the operating room—a single center comparison of outcomes and cost. *J Pediatr Urol* 17(2):236.e1–236.e8
- Reeves ST, Havidich JE, Tobin DP (2004) Conscious sedation of children with propofol is anything but conscious. *Pediatrics* 114(1):e74–e76
- Barbi E et al (2006) Deep sedation with propofol for upper gastrointestinal endoscopy in children, administered by specially trained pediatricians: a prospective case series with emphasis on side effects. *Endoscopy* 38(4):368–375
- Gozal D, Gozal Y (2008) Pediatric sedation/anesthesia outside the operating room. *Curr Opin Anaesthesiol* 21(4):494–498
- Philippi-Höhne C (2010) Entschließung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten: Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter. *Anasth Intensivmed* 51:603–614
- Cote CJ et al (2000) Adverse sedation events in pediatrics: a critical incident analysis of contributing factors. *Pediatrics* 105(4 Pt 1):805–814
- Dial S et al (2001) Pediatric sedation for procedures titrated to a desired degree of immobility results in unpredictable depth of sedation. *Pediatr Emerg Care* 17(6):414–420
- Green SM, Mason KP (2011) Stratification of sedation risk—a challenge to the sedation continuum. *Paediatr Anaesth* 21(9):924–931
- Cote CJ et al (2000) Adverse sedation events in pediatrics: analysis of medications used for sedation. *Pediatrics* 106(4):633–644
- Couloures KG et al (2011) Impact of provider specialty on pediatric procedural sedation complication rates. *Pediatrics* 127(5):e1154–e1160
- Cravero JP et al (2009) The incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia with propofol for procedures outside the operating room: a report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Anesth Analg* 108(3):795–804
- Kerkhofs L et al (2022) Pediatric procedural sedation and analgesia (PROSA) in the Leuven

Children need sustainability

The reduction of greenhouse gases such as CO₂ emissions and their equivalents (CO₂e) generally has three aspects: Fugitive direct emissions (anesthetic gases, exhaust gases), indirect emissions through the purchase of energy (electricity, heat) and emissions in the supply chain (supply of consumables, disposal). Since pediatric anesthesia has a traditional affinity with inhalation, the use of anesthetic gases should be repeatedly questioned and, if possible, avoided on the way to net zero emissions in addition to general measures to conserve resources. In children, analgosedation, total intravenous anesthesia (TIVA) and establishment of venous access prior to the induction of anesthesia are particularly suitable for this purpose. In addition to avoiding greenhouse gases, the methods mentioned offer other significant medical advantages and can also be profitable in terms of safety and comfort. Nevertheless, anesthetic gases are required in pediatric anesthesia in some situations. For this reason, it is important to save anesthetic gases through minimal fresh gas flow and a rational approach to inhalation induction. To facilitate implementation in clinical practice, this article provides recommendations for mask induction and choice of anesthetic procedure.

Keywords

Pediatric anesthesia · Inhalational anesthesia · Total intravenous anesthesia · Analgosedation · Climate change

university hospitals: an audit on efficacy and safety. *Child (Basel)* 9(6):776

40. Pitetti RD, Singh S, Pierce MC (2003) Safe and efficacious use of procedural sedation and analgesia by nonanesthesiologists in a pediatric emergency department. *Arch Pediatr Adolesc Med* 157(11):1090–1096
41. Askar H et al (2020) Capnography monitoring in procedural intravenous sedation: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 24(11):3761–3770
42. Davidson AJ (2018) Induction of anesthesia for children: should we recommend the needle or the mask? *Anesthesiology* 128(6):1051–1052
43. Lerwick JL (2016) Minimizing pediatric healthcare-induced anxiety and trauma. *World J Clin Pediatr* 5(2):143–150
44. Ramgolam A et al (2018) Inhalational versus intravenous induction of anesthesia in children with a high risk of perioperative respiratory adverse events: a randomized controlled trial. *Anesthesiology* 128(6):1065–1074
45. Russo SG, Eich CB, Höhne C, Stelzner J, Weiss M, Becke-Jacob K (2021) S1-Leitlinie: Management des erwartet schwierigen Atemwegs beim Kind (AWMF-Registernummer: 001/036)
46. Becke K (2010) Anaesthesia induction in children. *Anasth Intensivmed* 51:347–360
47. Neuhaus D et al (2010) Semi-elective intraosseous infusion after failed intravenous access in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 20(2):168–171
48. Hardman JG, Wills JS (2006) The development of hypoxaemia during apnoea in children: a computational modelling investigation. *Br J Anaesth* 97(4):564–570
49. Moore JK et al (2003) Propofol and halothane versus sevoflurane in paediatric day-case surgery: induction and recovery characteristics. *Br J Anaesth* 90(4):461–466
50. von Ungern-Sternberg BS et al (2010) Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet* 376(9743):773–783
51. Borland LM et al (1998) Pulmonary aspiration in pediatric patients during general anesthesia: incidence and outcome. *J Clin Anesth* 10(2):95–102
52. Guard BC et al (1998) Maintenance and recovery characteristics after sevoflurane or propofol during ambulatory surgery in children with epidural blockade. *Can J Anaesth* 45(11):1072–1078
53. Cohen IT et al (2004) Clinical and biochemical effects of propofol EDTA vs sevoflurane in healthy infants and young children. *Paediatr Anaesth* 14(2):135–142
54. Thwaites A, Edmonds S, Smith I (1997) Inhalation induction with sevoflurane: a double-blind comparison with propofol. *Br J Anaesth* 78(4):356–361
55. Gaya da Costa M, Kalmar AF, Struys M (2021) Inhaled anesthetics: environmental role, occupational risk, and clinical use. *J Clin Med* 10(6):1306
56. Devlin-Hegedus JA et al (2022) Action guidance for addressing pollution from inhalational anesthetics. *Anaesthesia* 77(9):1023–1029
57. Singer H (1953) Application of laughing gas in pediatric surgery. *Dtsch Med Wochenschr* 78(5):163–165
58. Schmitt EL, Baum VC (2008) Nitrous oxide in pediatric anesthesia: friend or foe? *Curr Opin Anaesthesiol* 21(3):356–359
59. Sulbaek Andersen MP et al (2012) Medical intelligence article: assessing the impact on global climate from general anesthetic gases. *Anesth Analg* 114(5):1081–1085

60. Dale O, Brown BR Jr. (1987) Clinical pharmacokinetics of the inhalational anaesthetics. *Clin Pharmacokinet* 12(3):145–167
61. Goa KL, Noble S, Spencer CM (1999) Sevoflurane in paediatric anaesthesia: a review. *Paediatr Drugs* 1(2):127–153
62. Lee SY et al (2013) Single-breath vital capacity high concentration sevoflurane induction in children: with or without nitrous oxide? *Br J Anaesth* 110(1):81–86
63. Agnor RC, Sikich N, Lerman J (1998) Single-breath vital capacity rapid inhalation induction in children: 8% sevoflurane versus 5% halothane. *Anesthesiology* 89(2):379–384
64. Mourad MS et al (2022) Potential for nitrous oxide sedation in pedodontics practice to reduce the need for dental general anesthesia. *Quintessence Int* 53(7):598–606
65. Nanji JA, Carvalho B (2020) Pain management during labor and vaginal birth. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 67:100–112
66. Galeotti A et al (2016) Inhalation conscious sedation with nitrous oxide and oxygen as alternative to general anesthesia in preoperative, fearful, and disabled pediatric dental patients: A large survey on 688 working sessions. *Biomed Res Int* p:7289310
67. White SM et al (2022) Principles of environmentally-sustainable anaesthesia: a global consensus statement from the World Federation of Societies of Anaesthesiologists. *Anaesthesia* 77(2):201–212
68. Koch S, Pecher S (2020) New challenges for anesthesia due to the climate change. *Anaesthesist* 69(7):453–462
69. Ryan SM, Nielsen CJ (2010) Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use. *Anesth Analg* 111(1):92–98
70. Hanna M, Bryson GL (2019) A long way to go: minimizing the carbon footprint from anesthetic gases. *Can J Anaesth* 66(7):838–839
71. Jedlicka J et al (2021) Inhalational anesthetics. *Anaesthesist* 70(4):343–355
72. Kochendorfer IM et al (2022) Environmentally friendly absorption of anesthetic gases: First experiences with a commercial anesthetic gas capture system. *Anaesthesiologie* 71(11):824–833
73. Hinterberg J et al (2022) Efficiency of inhaled anaesthetic recapture in clinical practice. *Br J Anaesth* 129(4):e79–e81
74. Schuster M, Coburn M (2022) On the path to capturing and recycling of volatile anaesthetics. *Anesthesiologie* 71(11):821–823
75. Davidson AJ et al (2016) Neurodevelopmental outcome at 2 years of age after general anaesthesia and awake-regional anaesthesia in infancy (GAS): an international multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 387(10015):239–250
76. Gao WW et al (2018) BIS monitoring on intraoperative awareness: a meta-analysis. *Curr Med Sci* 38(2):349–353
77. Avidan MS et al (2011) Prevention of intraoperative awareness in a high-risk surgical population. *N Engl J Med* 365(7):591–600
78. Kabre YB et al (2017) Anesthesia for ambulatory pediatric surgery in sub-saharan africa: A pilot study in Burkina Faso. *Anesth Analg* 124(2):623–626
79. Zoumenou E et al (2010) Pediatric anesthesia in developing countries: experience in the two main university hospitals of Benin in West Africa. *Paediatr Anaesth* 20(8):741–747
80. Schaefer MS et al (2017) Total intravenous anesthesia vs single pharmacological prophylaxis to prevent postoperative vomiting in children: a systematic review and meta-analysis. *Paediatr Anaesth* 27(12):1202–1209
81. Buchinger H, Grundmann U, Ziegeler S (2005) Myocardial preconditioning with volatile anesthetics. General anesthesia as protective intervention? *Anaesthesist* 54(9):861–870
82. Hsu G, von Ungern-Sternberg BS, Engelhardt T (2021) Pediatric airway management. *Curr Opin Anaesthesiol* 34(3):276–283
83. Rafique MB et al (2013) Anesthesia for children with mitochondrial disorders: a national survey and review. *J Anesth* 27(2):186–191
84. Kam PC, Cardone D (2007) Propofol infusion syndrome. *Anaesthesia* 62(7):690–701
85. Disma N et al (2021) Difficult tracheal intubation in neonates and infants. *NEonate and Children audit*

- of Anaesthesia pRactice IN Europe (NECTARINE): a prospective European multicentre observational study. *Br J Anaesth* 126(6):1173–1181
86. Habre W et al (2017) Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med* 5(5):412–425
87. Cuper NJ et al (2012) Predictive factors for difficult intravenous cannulation in pediatric patients at a tertiary pediatric hospital. *Paediatr Anaesth* 22(3):223–229
88. Peterson MB et al (2022) Complications associated with paediatric airway management during the COVID-19 pandemic: an international, multicentre, observational study. *Anaesthesia*. <https://doi.org/10.1111/anae.15716>
89. Singh A et al (2019) Comparison of low-fresh gas flow technique to standard technique of sevoflurane induction in children—A randomized controlled trial. *Paediatr Anaesth* 29(4):304–309



Gratis-Kurse rund ums Publizieren

Die ersten Veröffentlichungen oder die Einladung zur ersten Begutachtung sind für viele ein wichtiger Schritt in der Karriere und zugleich oft eine große Herausforderung.

Hier finden Sie Antworten auf die essentiellen Fragen

Was sind die wichtigsten Schritte? Worauf muss ich achten? Welche Formate und Vorgaben gilt es einzuhalten? Was muss rein und wie? Mit wem darf ich was besprechen?

Kurs 1: Wie verfasse ich ein Manuskript?

Kurs 2: Tipps für Ihr englischsprachiges Manuskript

Kurs 3: Leitfaden zur Peer-Review-Begutachtung



Registrieren Sie sich auf [SpringerMedizin.de](https://www.springermedizin.de) oder [SpringerMedizin.at](https://www.springermedizin.at) und lernen Sie! [SpringerMedizin.de/ Kurse-rund-ums-Publizieren](https://www.springermedizin.de/kurse-rund-ums-publizieren)