

S1-Leitlinie: Management des *erwartet* schwierigen Atemwegs beim Kind

AWMF-Registernummer: 001/036

Herausgeber:

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
Roritzerstraße 27
D-90419 Nürnberg

Koordinator, Ansprechpartner, Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Sebastian G. Russo, MaHM, D.E.A.A.
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin
Schwarzwald-Baar-Klinikum
Klinikstraße 11
70852 Villingen-Schwenningen

Expertengruppe

Prof. Dr. med. Christoph Bernhard Eich, DEAA FERC
Abteilung Anästhesie, Kinderintensiv- und Notfallmedizin
Kinder- und Jugendkrankenhaus AUF DER BULT
Janusz-Korczak-Allee 12
D-30173 Hannover

Prof. Dr. med. Claudia Höhne
Klinik für Anästhesie, Schmerztherapie, Intensiv- und Notfallmedizin
DRK - Kliniken Berlin I Köpenick
Salvador Allende Str. 2-8
D-12559 Berlin

Dr. med. Joachim Stelzner
Narkose.ch
Deisrütlistrasse 7
CH-8472 Seuzach

Prof. Dr. med. Markus Weiss

Anästhesieabteilung
Universitäts-Kinderspital
Universität Zürich
Steinwiesstraße 75
CH-8032 Zürich

Dr. med. Karin Becke-Jakob
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
Klinik Hallerwiese/Cnopf'sche Kinderklinik
Diakonie Neuendettelsau
St. Johannis-Mühlgasse 19
D-90419 Nürnberg

Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas

Die Sicherung der Atemwege und die Aufrechterhaltung einer ausreichenden Oxygenierung und Ventilation sind zentrale Aufgaben während der elektiven und notfallmäßigen anästhesiologischen Versorgung von Kindern. Da die Inzidenz eines *erwartet* schwierigen Atemwegs im Kindesalter sehr gering ist, sind die individuellen und institutionellen Erfahrungen im Umgang mit diesen Kindern limitiert.

Im Jahre 2011 wurde vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der DGAI "Die Handlungsempfehlung zur Prävention und Behandlung des *unerwartet* schwierigen Atemwegs in der Kinderanästhesie" publiziert. Bis dato gibt es sowohl auf nationaler wie auch internationaler Ebene keine Empfehlungen oder Leitlinien für den *erwartet* schwierigen Atemweg bei Kindern.

Zielorientierung der Leitlinien

Diese Leitlinie soll dem unerfahrenen wie auch erfahrenen Anwender eine klinische und organisatorische Entscheidungshilfe bei der elektiven wie auch notfallmäßigen Versorgung Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg geben. Gleichzeitig soll die Leitlinie auch als Referenz dienen, um im Einzelfall Kriterien zu identifizieren, welche eine Verlegung eines Kindes mit *erwartet* schwierigem Atemweg in ein dafür ausgestattetes Zentrum rechtfertigen.

Zusammensetzung der Leitliniengruppe

Sechs vom Präsidium der DGAI mandatierte Mitglieder der Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kinderanästhesie (WAKKA) und Atemwegsmanagement (WAKA) der DGAI mit klinischen Schwerpunkten im Bereich der Kinderanästhesie und Kindernotfallmedizin, wissenschaftlicher Expertise im Themenbereich der projektierten S1-Leitlinie und Erfahrung in der Methodik von Leitlinienentwicklung und evidenzbasierter Medizin.

Art der Konsensfindung

Die Expertengruppe erarbeitete einen informellen Konsens, welcher im Rahmen der Arbeitstagungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie (WAKKA) der DGAI sowie Deutschen Anästhesie Kongressen vorgestellt, diskutiert und korrigiert wurde. Parallel zirkulierten die jeweiligen Textentwürfe innerhalb der Expertengruppe mit konsekutiv mehrfachen Überarbeitungen. Inhaltliche Abstimmungen wurden durch regelmäßige Telefonkonferenzen unterstützt. Zusätzlich erfolgte acht-wöchiger Delphi-Prozess innerhalb aller Mitglieder des WAKKA der DGAI. Der Leitlinienkoordinator wurde von der Leitliniengruppe sowohl zu Beginn der persönlichen Teilkonferenzen als auch vor der abschließenden Konsensuskonferenz bestätigt. Er übernahm die Moderation der Konsensusdiskussionen und der Konsensfindung. Die von der Expertengruppe erstellte,

präfinale Version, wurde zunächst innerhalb der Expertengruppe und schließlich durch das Präsidium der DGAI konsentiert.

Entsprechend der Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF) erfolgte die Verabschiedung und Feststellung der Stärke der Empfehlungen. Hierbei ist für S1-Leitlinien die Angabe von Empfehlungs- und Evidenzgraden nicht vorgesehen, da keine systematische Aufbereitung der Evidenz zugrunde liegt. Die Stärke einer Empfehlung wird entsprechend der AWMF-Nomenklatur sprachlich ausgedrückt („soll“, „sollte“, „kann erwogen werden“).

Interessenskonflikt

Alle Mitglieder der Expertengruppe erklären, dass kein direkter materieller oder indirekter Interessenkonflikt besteht. Die Erklärungen von Interessen aller Mitwirkenden wurden mit dem Formblatt der AWMF eingeholt. Die Bewertung der Interessenserklärungen auf thematischen Bezug zur Leitlinie erfolgte durch den Koordinator (seine Interessen wurden durch Prof. Dr. med. C. Eich bewertet). Als geringer Interessenskonflikt wurden Vortragstätigkeiten, als moderater Interessenskonflikt Advisory-Board-, Berater- und Eigentümerinteressen sowie Industrie-Drittmittel in verantwortlicher Position gewertet. Es ergab sich kein relevanter Interessenskonflikt, der eine Konsequenz wie Stimmenthaltung erforderlich gemacht hätte.

Präambel

Die vorliegende Leitlinie befasst sich mit dem Vorgehen bei elektiv oder notfallmäßig zu versorgenden Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg. Die Empfehlungen basieren auf einer systematischen Literaturrecherche, lokalen Handlungsanweisungen sowie der klinischen Erfahrung ausgewiesener Kinderanästhesisten unterschiedlicher Zentren. Analog zu den 2011 publizierten Handlungsempfehlungen zur Prävention und zum Management des *unerwartet* schwierigen Atemwegs beim Kind [1] entsprechen auch die vorliegenden Leitlinien einem Konsens, der im Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) erarbeitet wurde.

Ein besonderes Anliegen dieser Leitlinie ist, Kolleginnen und Kollegen eine klinisch-organisatorische Hilfe (Referenz) an die Hand zu geben, um im individuellen Fall zu entscheiden, ob ein betroffenes Kind in der aktuellen Einrichtung versorgt werden kann oder in ein Zentrum mit weitergehender interdisziplinärer Expertise verlegt werden sollte. Darüber hinaus werden für unaufschiebbare, lebensbedrohliche Konstellationen Atemwegstechniken beschrieben, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine überbrückende, notfallmäßige Oxygenierung von Kindern auch mit *erwartet* schwierigen Atemwegsverhältnissen ermöglichen. Schließlich wird die flexible, endoskopische geführte Intubation (FeI) dargestellt, die auch für Kinder als die Technik der Wahl zur Sicherung des *erwartet* schwierigen Atemwegs definiert werden kann.

1. Erkennen eines schwierigen Atemwegs

Definitionen

Konsentierete Empfehlung 1A:

Der *erwartet* schwierige kindliche Atemweg wird definiert als eine akut auftretende oder anatomisch fixierte Atemwegsanomalie (s. Tab. 1) mit den möglichen Folgen einer Atemwegsobstruktion, einer schwierigen Maskenbeatmung, einer schwierigen konventionellen Laryngoskopie und einer schwierigen trachealen Intubation.

Konzeptionell sollte zwischen *supra*- und *infraglottischen* Ursachen unterschieden werden. Aus praktischen und didaktischen Gründen sollte jedoch keine Differenzierung zwischen einem *zweifelsfrei* und einem *befürchtet* schwierigen Atemweg erfolgen. Zudem kann nicht jegliche denkbare Entität im Einzelnen definiert werden. Im Zweifel sollte bei entsprechender Konstellation stets von einem *erwartet* schwierigen Atemweg ausgegangen werden.

Tabelle 1: Schwieriger Atemweg im Kindesalter. Siehe auch [1].		
Einteilung	Anatomie	Ursache
Normaler Atemweg, <i>unerwartet</i> schwieriger Atemweg	Normal,	<p>Anatomische Atemwegsobstruktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • inadäquate Kopflagerung • ineffektives Offenhalten der normalen Atemwege <p>Häufig funktionelle Atemwegsobstruktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oberflächliche Anästhesie • Laryngospasmus • Bronchospasmus • Opioid-induzierter Glottisschluss • Opioid-induzierte Thoraxrigidität • Überblähung des Magens • Alvelolarkollaps
Grundsätzlich normaler, aktuell <i>erwartet</i> schwieriger Atemweg	normal	<p>Meist akute Ereignisse durch Infektion/Blutung/Ödem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Epiglottitis • Schwere Laryngotracheitis (Pseudokrupp) • Akut bakterielle (Laryngo-)Tracheitis • Pharyngeale Abszesse, Traumata • Nachblutung nach atemwegsnahen Eingriffen (z. B. Tonsillektomie/Adenotomie, Lippen-Kiefer-Gaumenspalten-Korrekturen) • Anaphylaktische Atemwegsschwellung • Supraglottischer/infraglottischer-supracarinaler (zentraler) Atemwegsfremdkörper • (Anterior) Mediastinal-Mass-Syndrom • Laryngeale Papulomatose <p>Subakute Entitäten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tonsillen- u/o Adenoidhyperplasie
Anatomisch fixierter <i>erwartet</i> schwieriger Atemweg	pathologisch	<p>Anatomische Veränderungen des Gesichts und/oder der HWS-Beweglichkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungen, Keloide, Z.n. nach Bestrahlung • Epidermiolysis bullosa • Dysmorphie-Syndrome, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ○ Pierre-Robin-Sequenz ○ Treacher-Collins-Syndrom (Franceschetti-Syndrom)

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Goldenhar-Syndrom ○ Cornelia-de-Lange-Syndrom • Speicherkrankheiten / HWS-Syndrome / andere <ul style="list-style-type: none"> ○ Mucopolysaccharidosen (MPS I-VII, insbes. M. Hurler, M. Hunter), ○ Klippel-Feil-Syndrom • Fortgeschrittene Muskeldystrophien (z.B. Typ Duchenne) • Tumore im und um den Atemweg • Narbige Trachealstenosen +/- Infekt-assoziierte Exazerbation • Z.n. Ösophagusatresie (trachealer Pouch) • Missbildungen von Trachea und Bronchien • Lymphangiome und Hämangiome (im Gesichtsbereich) • erworbene subglottische Stenosen • kongenitale Stenosen (u.a. subglottische Webs, Congenital High Airway Obstruction Syndrome (CHAOS), Bridging bronchus)

Konsentierete Empfehlung 1B:

Der *erwartet* schwierige Atemweg im Kindesalter ist bei hinreichend klinischer Sorgfalt in aller Regel vorhersehbar. Somit sollen vor jeder Anästhesie und Sedierung die kindlichen Atemwegsverhältnisse auf Hinweise eines schwierigen Atemwegs evaluiert werden.

Allem voran stehen die Anamnese und die körperliche Untersuchung. Es sollten folgende Informationen herangezogen werden:

- Persönliche Anamnese inkl. Schnarchen, obstruktives Schlaf-Apnoe-Syndrom und Stridor
- Familienanamnese
- kinderärztliches Untersuchungsheft
- Arztbriefe vom Kinderarzt
- Ggf. Anästhesieprotokolle vorangegangener Anästhesien, inkl. Warnhinweise im Anästhesie-internen, elektronischen Patientendatenmanagementsystem (PDMS)
- Ggf. Krankenberichte früherer Krankenhausaufenthalte, inkl. Warnhinweise im Klinik-internen PDMS
- Ggf. Anästhesie-Ausweis und gesondert vorhandene Krankenberichte zur Atemwegssicherung

Bei der körperlichen Untersuchung soll auf Zeichen eines *erwartet* schwierigen Atemwegs geachtet werden. Obgleich einzelne Autoren Prädiktoren aus der Erwachsenenversorgung auch für Kinder bestimmter Altersgruppen positiv evaluiert haben [2], sind die meisten, vor allem die kombinierten Testverfahren und Scores auf Grund der geforderten Untersuchungsmethoden, variablen Größenverhältnisse oder anatomischen Landmarken bei Kindern nicht zuverlässig anwendbar. Gleichwohl sollten ausgewählte Prädiktoren, wie z.B. Unterkieferhypoplasie, eingeschränkte Mundöffnung sowie Reklinationseinschränkung der Halswirbelsäule (HWS) im Rahmen einer präoperativen anästhesiologischen Visite beachtet werden (siehe auch Tabelle 2).

Tabelle 2: Klinische Zeichen eines mutmaßlich schwierigen Atemwegs	
Weichteilpathologien im Bereich der Atemweg	<ul style="list-style-type: none"> • Tumore • Abszesse • Narben nach Operationen • Z. n. Bestrahlung • Z. n. Verbrennung • Pterygium colli (Flügelfell)
Anomalien des knöchernen Gesichtsschädels	<ul style="list-style-type: none"> • Unterkieferhypoplasie • Retro-/Mikrognathie • Gesichtsasymmetrien (inkl. Ohrabnormalitäten/-anhängsel) • Kiefergelenksankylosen (eingeschränkte Mundöffnung)
Mund-, Zungen- und Zahnanatomie	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrostomie • Makroglossie • Überbiss
HWS-Anomalien	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Beweglichkeit und Haltung der HWS • Zerviko-thorakale Kyphose • HWS-Instabilität
Atemwegsobstruktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Stridor • Obstruktives Schlafapnoe Syndrom (OSAS)

Literaturrecherche

Bei seltenen Erkrankungen und bei dem Anwender unbekanntem Stoffwechselerkrankungen sollte grundsätzlich ein schwieriger Atemweg antizipiert werden. Neben klassischen Lehrbüchern (siehe Fußnote 1) können hierzu v.a. internetbasierte Portale empfohlen werden: Unter www.orphananesthesia.eu finden sich aktuelle, im Peer-Review-Verfahren erstellte Empfehlungen zum anästhesiologischen Management bei seltenen pädiatrischen Erkrankungen. Darüber hinaus kann die Suche nach weiterführenden wissenschaftlichen Publikationen sinnvoll sein, insbesondere nach entsprechenden anästhesiologischen Fallberichten oder ggf. Fallserien (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed). Papierbasierte Aufstellungen und Übersichten finden sich u.a. bei [3-5].

Fußnote 1:

- *Bissonette B, Dalens BJ, Luginbuehl I: Syndromes: Rapid Recognition and Perioperative Implications, 1. Auflage 2006, Mcgraw Hill Medical*
- *Baum VC, O'Flaherty: Anesthesia for Genetic, Metabolic and Dysmorphic Syndromes of Childhood, 3. Auflage 2015, Lippincott Raven*

Weiterführende Diagnostik

Vor allem bei tumorösen und/oder infektiösen Prozessen wird eine Bildgebung (z.B. Sonografie, konventionelles Röntgen, MRT, CT, flexible Endoskopie) in der Regel durch die operative bzw. interventionelle Abteilung veranlasst. Soweit sie vorliegen, sollten diese Befunde mit in die Planungen der Atemwegssicherung einfließen. Inwieweit eine primär anästhesiologisch indizierte Bildgebung - über die operativen Anforderungen hinaus – sinnvoll ist, sollte im Einzelfall entschieden werden [6].

Konsentierter Empfehlung 1C:

Eine präoperative, interdisziplinäre Risikostratifizierung soll gemeinsam mit den Kollegen der operativen bzw. interventionellen Fachabteilungen erfolgen. Entsprechend der erwarteten Schwierigkeiten und Einschränkungen soll das anästhesiologische und operative Vorgehen festgelegt werden.

2. Organisatorisches Vorgehen beim Vorliegen eines *erwartet* schwierigen Atemwegs

Die Versorgung eines Kindes mit *erwartet* schwierigem Atemweg bedarf des sorgfältigen, konsentierten Vorgehens aller beteiligten Disziplinen. Hier ist eine besonders kritische Indikationsstellung bezüglich eines operativen Eingriffs oder einer Untersuchung geboten.

Eine unmittelbare Übertragbarkeit des anästhesiologischen Vorgehens und der materiellen Logistik von Erwachsenen auf Kinder ist nicht möglich. Die Merkmale der kindlichen Physiologie, Anatomie und Psychologie fordern eine besondere personelle, infrastrukturelle und apparative Ausstattung sowie eine spezielle klinische Teamexpertise.

Beim Vorliegen eines *erwartet* schwierigen Atemwegs und klarer operativer Indikation kommen folgende Überlegungen zum Tragen:

- Ist die anästhesiologische Versorgung in der eigenen Einrichtung organisatorisch, personell und apparativ vollumfänglich möglich?
- Falls nicht, bleibt bzgl. der anästhesiologischen und/oder operativen Versorgung Zeit für eine Verlegung in eine geeignetere Klinik?

Selbst wenn die personelle und apparative Ausstattung ausreichend sein sollte, sollte das Behandlungsteam (selbst-)kritisch evaluieren, ob im individuellen Fall die aktuell vorgehaltene

klinische Expertise des Anästhesisten und Anästhesieteams ausreichend ist oder ob eine Verlegung sinnvoll wäre.

Konsentierter Empfehlung 2A:

Die Behandlung eines Kindes mit *erwartet* schwierigem Atemweg soll in einem Zentrum mit spezieller kideranästhesiologischer Expertise und altersentsprechender personeller und apparativer Infrastruktur erfolgen.

Prozessorganisation

Für den Fall einer Verlegung sollen die Versorgungsstrukturen und potentiellen Zielkrankenhäuser im näheren Umfeld im Vorfeld bekannt sein. Es wird empfohlen, die entsprechenden Handlungs- und Kommunikationsabläufe mit den chirurgischen Disziplinen verbindlich festzulegen. Dies gilt sowohl für die Kommunikation und Konsentierung innerhalb der eigenen Institution als auch für die Kommunikation mit potentiellen Zielkliniken im Sinne eines anästhesiologischen Arzt-zu-Arzt Gesprächs. Letzteres stellt eine *conditio sine qua non* vor der Verlegung dar. Darüber hinaus kann der Arzt aus der Zielklinik mit seiner Expertise das zuweisende Klinikteam unterstützend beraten.

Elektive, nicht-kompromittierte Patienten benötigen in der Regel keine weitere ärztliche Betreuung im Falle einer Sekundärverlegung. Bei Patienten mit einer beginnenden respiratorischen und/oder hämodynamischen Beeinträchtigung oder der Notwendigkeit einer Analgosedierung während des Transports ist hingegen die Präsenz eines kideranästhesiologisch und/oder kiderintensivmedizinisch erfahrenen Arztes erforderlich. Der Transport sollte dann mit einem Intensivtransportwagen (ITW), einem Intensivtransporthubschrauber (ITH) oder einem Rettungstransportwagen (RTW) mit Arztbegleitung erfolgen, ausgestattet nach DIN 75076:2012, ergänzt mit adäquater Ausrüstung zur Versorgung von Säuglingen und Kindern [6].

Konsentierter Empfehlung 2A:

Für die interdisziplinäre Versorgung von Kindern mit schwierigem Atemweg sollten innerhalb einer Einrichtung klare Kommunikations- und Handlungsabläufe erarbeitet werden. Dies gilt vor allem für Kinder mit *erwartet* schwierigen Atemwegsverhältnissen.

Konsentierter Empfehlung 2B:

Vor Verlegung eines Kindes mit schwierigem Atemweg in eine geeignete, weiterbehandelnde Zielklinik soll ein Arzt-Arzt-Gespräch der verlegenden und annehmenden Abteilung erfolgen

Konsentierte Empfehlung 2C:

Der Interhospitaltransport von Kindern mit schwierigem Atemweg und einer beginnenden respiratorischen oder hämodynamischen Beeinträchtigung oder der Notwendigkeit einer Analgosedierung während des Transports soll durch einen kinderanästhesiologisch und/oder kinderintensivmedizinisch erfahrenen Arzt begleitet werden. Der Transport soll mit einem Intensivtransportwagen (ITW), einem Intensivtransporthubschrauber (ITH) oder einem Rettungstransportwagen (RTW) mit Arztbegleitung, ausgestattet nach DIN 75076:2012 und ergänzt mit einer adäquaten Ausrüstung zur Versorgung von Säuglingen und Kindern erfolgen.

3. Notfallmäßige Versorgung eines Kindes mit einem *erwartet* schwierigen Atemweg

Die Inzidenz eines *erwartet* schwierigen Atemwegs bei Kindern ist selbst in spezialisierten Kliniken mit pädiatrischem Schwerpunkt mit ca. 0,5% der Fälle gering [8,9]. Umso seltener kommt es im Rettungsdienst oder in einem nicht pädiatrisch spezialisierten Krankenhaus vor, dass die Atemwege eines Kindes mit einem *erwartet* schwierigen Atemweg und einer unaufschiebbaren Interventions- oder OP-Indikationen notfallmäßig gesichert werden müssen. Im Grunde kommt dies nur vor bei akuter lebensbedrohlicher, rasch fortschreitender respiratorischer und/oder zirkulatorischer Dekompensation sowie im Falle von akuten Hämorrhagien, welche lebens-, organ- oder eine Extremität bedrohend sind. Alle anderen vorstellbaren Konstellationen erlauben in der Regel eine zeitgerechte Verlegung.

Für eine notfallmäßige respiratorische Unterstützung (überbrückend bis zur und während der Verlegung in ein Kinderzentrum mit Kinderintensivstation) kommen im Wesentlichen vier gering invasive Techniken in Frage:

- a) Binasale Hochfluss-Sauerstoff-Gabe („THRIVE“)
- b) Gesichtsmaskenbeatmung mit Einsatz eines oro- oder ggf. nasopharyngealen Tubus
- c) Direkte Ventilation über einen nasopharyngeal platzierten Tubus („Rachentubus“)
- d) Ventilation über eine supraglottische Atemwegshilfe (SGA)

Ad a: Binasale Hochfluss-Sauerstoff-Gabe (THRIVE)

Grundsätzlich sollen beim noch spontanatmenden Kind alle Möglichkeiten zur Optimierung der Oxygenierung ausgeschöpft werden. Neben der klassischen Sauerstoffgabe hat sich hierzu i.e. die binasale Applikation von Hochflusssauerstoff als praktikabel und effektiv erwiesen -

wenn irgend möglich erwärmt und angefeuchtet (Transnasal Humidified Rapid Insufflation Ventilatory Exchange, THRIVE) [10-15]. Voraussetzung ist, dass der obere Atemweg offen ist. Mit geeigneten binasalen Systemen kann zudem ein CPAP erzeugt werden, der die Oxygenierung zusätzlich verbessert. Diese Maßnahme vermag Zeit zu gewinnen, bis weitere Expertenhilfe vor Ort ist oder um den Patienten respiratorisch noch kompensiert in die Zielklinik zu bringen. Ein gutes Ansprechen auf diese wenig invasiven Maßnahmen soll jedoch nicht dazu führen, den Patienten mit *erwartet* schwierigem Atemweg verzögert oder gar nicht in eine geeignete Zielklinik zu verlegen. Verschlechterungen können jederzeit und plötzlich auftreten und je mehr respiratorische Reserven der Patient in der Zielklinik hat, umso sicherer kann die dortige Versorgung der Atemwege erfolgen.

Ad b: Gesichtsmaskenbeatmung und nicht-invasive Ventilation (NIV)

Die Gesichtsmaskenbeatmung (von Hand mit Beatmungsbeutel bzw. Kuhn-Bain-Beatmungssystem oder maschinell assistiert bzw. druckkontrolliert im Sinne einer nicht-invasiven Ventilation (NIV)) erfolgt mit optimierter Kopflagerung, ggf. mit einem beidhändigen Esmarch-Masken-Griff und ggf. mit Hilfe eines passenden Nasopharyngeal- (Wendl-) oder Oropharyngealtubus (Guedel-Tubus) [1].

Ein Nasopharyngealtubus (Wendl-Tubus) ermöglicht auch bei oberer Atemwegsobstruktion einen geöffneten Luftweg zwischen Naseneingang und Hypopharynx. Er verhindert das Zurückfallen der Zunge an die Rachenhinterwand und schafft damit einen freien Weg zum Hypopharynx. Korrekt platziert kommt die Spitze des Wendl-Tubus oberhalb der Epiglottis zu liegen. Ist er zu kurz, kann die Obstruktion weiter bestehen. Ist er zu lang, kann er in den Kehlkopf reichen, Husten oder Laryngospasmus auslösen oder gar in den oberen Ösophaguseingang gelangen. Im letzteren Fall besteht bei direkter Sauerstoffapplikation durch den Wendl-Tubus die Gefahr der Mageninsufflation/Überblähung mit konsekutiver repetitivem Singultus, gastraler Regurgitation/pulmonaler Aspiration oder gar einer Magenruptur. Die korrekte Einfüßrlänge entspricht in der Regel der Distanz vom Nasenloch bis zum Tragus (siehe Abbildung 1A). Die korrekte Lage und der freie Atemweg sollen anschließend klinisch – im besten Falle mittels positiver Darstellung einer Kapnografie - überprüft werden. Die Größe des Außendurchmessers wird so gewählt, dass er das Nasenloch problemlos passiert. Die finale Einfüßrtiefe sollte nach Lagekontrolle auf dem Tubus gekennzeichnet werden. Als Wendl-Tuben eignen sich von der Industrie angebotene weiche Tuben mit oder ohne Einfüßrtiefenbegrenzung, weiche Trachealtuben oder auch normale Trachealtuben. Die schonende, nasale Einlage eines Trachealtubus über einen dünnen Absaugkatheter reduziert bei Kindern mit großen Adenoiden, das Risiko einer zusätzlichen

Blutung. Bei längerem Einsatz sollten sie analog nasaler Trachealtuben befestigt werden, um eine Dislokation im Verlauf zu verhindern.

Der Wendl-Tubus kann i.d.R. auch beim oberflächlich anästhesierten bzw. wenig bewusstseinsgetrübten Kind eingeführt und in situ belassen werden. Wichtig: Zur Vermeidung eines Barotraumas oder einer unkontrollierten, iatrogenen Sauerstoffinsufflation in den Gastrointestinaltrakt, soll der Sauerstoff nicht direkt an den Wendl-Tubus angeschlossen werden, sondern über eine Sauerstoff- oder Gesichtsmaske vorgehalten werden.

Abbildung 1A Ausmessen der korrekten Einfühlänge eines nasopharyngealen Atemwegs durch Anlegen von Nasenloch bis Tragus.

Der Guedel-Tubus verhindert beim bewusstlosen, sedierten oder anästhesierten Kind ein Zurückfallen der Zunge mit Verlegung der oberen Atemwege. Dabei ist auf die richtige Größe zu achten. Die korrekte Länge entspricht dem Abstand zwischen Mund (Schneidezahnebene) und Kieferwinkel (Abbildung 1B). Ist er zu klein, drückt er die Zunge nach hinten; ist er zu groß, drückt er die Epiglottis vor den Kehlkopfeingang [16]. Durch eine mögliche Reizung des Guedel-Tubus an Gaumen oder Uvula können Würgen und Erbrechen ausgelöst werden. Er sollte grundsätzlich nur bei stark bewusstseinsgetrübten oder entsprechend sedierten/anästhesierten Kindern eingeführt werden.

Abbildung 1B Ausmessen der korrekten Größe eines oropharyngealen Guedel-Tubus vom Mund (Schneidezahnebene) bis zum Kieferwinkel.

Ad c: Direkte Ventilation über einen nasopharyngeal platzierten Tubus („Rachentubus“)

Bei der nasopharyngealen Beatmung wird ein altersentsprechender Trachealtubus durch die Nase in den Hypopharynx vorgeschoben, sodass er in Wendl-Position (distales Ende oberhalb der Epiglottis) zu liegen kommt. Er wird mit einer Hand so gehalten, dass diese den Mund sowie das kontralaterale Nasenloch gleichzeitig verschließt. Dies erlaubt, einen kontinuierlichen positiven Atemwegsdruck zu etablieren (CPAP) sowie eine assistierte oder eine kontrollierte Beatmung auch beim Kind mit schwierigem Atemweg durchzuführen [17].

Der Rachentubus kommt supraglottisch zu liegen, sodass eine iatrogene Luftinsufflation in den Magen nicht ausgeschlossen werden kann. Diesbezüglich ist daher die gleiche Vorsicht geboten, wie bei der Ventilation über eine Gesichtsmaske. Lageveränderungen des Kopfes können Einfluss auf die pharyngeale Position des Tubus haben.

Die finale nasale Einführtiefe soll auf dem Tubus nach Lagekontrolle gekennzeichnet werden. Bei längerem Einsatz sollten dieser analog nasaler Trachealtuben befestigt werden, um eine Dislokation im Verlauf zu verhindern.

Die nasopharyngeale Beatmung mit „Rachentubus“ bietet sich auch dann an, wenn z.B. wegen einer zu kleinen Mundöffnung ein SGA nicht einführbar bzw. nicht korrekt platzierbar ist oder bei kleinen Säuglingen, bei denen ein SGA ggf. keine adäquate Ventilation ermöglicht. Der Rachentubus kann auch während einer flexiblen, endoskopisch geführten nasalen Intubation als ipsi-laterale Führung mit gleichzeitiger Beatmung über einen Mainzer- bzw. Swiveladapter oder zur kontralateralen nasopharyngealen Sauerstoffapplikation oder Beatmung während einer fiberoptischen Intubation eingesetzt werden.

Abbildung 2: Technik der Ventilation über einen nasopharyngeal eingeführten Tubus („Rachentubus“). Beachte die Okklusion des gegenüberliegenden Nasenlochs und des Mundes für eine effektive Ventilation.

Ad d: Ventilation über eine supraglottische Atemwegshilfe (SGA)

Ist die Mundöffnung nicht oder nur unwesentlich eingeschränkt, so bietet sich als überbrückende Maßnahme der Einsatz einer SGA (z.B. Larynxmaske) an, v.a. bei anatomisch fixierten Dysmorphien oder bei Stoffwechselerkrankungen mit Einlagerungen im Bereich der Atemwege (z.B. Mukopolysaccharidosen) [18]. Bei pharyngealen und laryngealen Prozessen (Abszess, infektiöse Schwellung (Epiglottitis), Tumor) ist entsprechende Zurückhaltung mit SGA geboten. Welcher SGA eingesetzt wird, ist im Wesentlichen davon abhängig, welche Ausrüstung vorgehalten, geschult und regelmäßig verwendet wird. Aktuell sind SGAs vom Typ der „perilaryngeal sealer“ (z.B. LMA) die am meisten eingesetzten SGAs [19].

Fußnote 2: Cave: Eine iatrogene Luftinsufflation kann vor allem während der Gesichtsmaskenbeatmung und während der Ventilation über einen Rachentubus auftreten. Bei Patienten mit PEG-Sonde oder Gastrostomie soll diese gegen Atmosphäre geöffnet werden und offen belassen werden, ggf. die Luft aktiv evakuiert werden.

Konsentierete Empfehlung 3A:

Für eine notfallmäßige respiratorische Unterstützung soll primär eine der vier nachfolgend genannten Techniken zum Einsatz kommen: 1. Binasale Hochfluss-Sauerstoff-Gabe („THRIVE“), 2. Optimierte Gesichtsmaskenbeatmung (inkl. NIV), 3. Direkte Ventilation über einen nasopharyngeal platzierten Tubus („Rachentubus“), 4. Ventilation über eine supraglottische Atemwegshilfe (SGA) unter Beachtung der Kontraindikationen.

Konsentierete Empfehlung 3B:

Sämtliche Notfalltechniken können in der täglichen Routine geübt werden und sollen daher regelmäßig unter elektiven Bedingungen bei gegebener Indikation angewendet werden.

Bewertung der vier Atemwegstechniken

Die binasale Applikation von erwärmtem und angefeuchtetem Hochfluss-Sauerstoff (THRIVE) ist technisch einfach, erfordert in der Regel keine Sedierung und wird vom respiratorisch kompromittierten, spontanatmenden Kind meist gut toleriert. Für die Insertion und erfolgreiche Ventilation über eine SGA bedarf es einer tieferen Bewusstlosigkeit bzw. einer tieferen Sedierung (Sedierungsgrad 3-4 nach van Aken [20]). Im Gegensatz dazu ist die Anwendung der Gesichtsmaskenbeatmung und des „Rachentubus“ auch bei geringerer Bewusstseinstrübung / Sedierungsgraden (z.B. Grad 2 nach [20]) möglich. Oberstes Ziel, auch im Rahmen einer Notfallsituation, ist die Aufrechterhaltung der Oxygenierung. Dies ist mit allen vier genannten Methoden – auch unter der Applikation eines PEEPs – möglich.

Erlauben diese vier Atemwegsmanipulationen/-techniken, ggf. in sequentieller Reihenfolge, nicht, den Patienten zu oxygenieren (d.h. Eskalation in die cannot ventilate/oxygenate Situation), so soll eine funktionelle Atemwegsobstruktion (insbesondere ein Laryngospasmus) als häufigste Ursache einer Cannot-ventilate/oxygenate-Situation beim Kind in Erwägung gezogen werden. Ohne dass es diesbezüglich bisher eine wissenschaftlich dokumentierte Evidenz gibt, besteht Konsens unter den Autoren, dass der Patient i.d.R. tiefer sediert, anästhesiert und/oder auch relaxiert werden soll, um eine funktionelle Atemwegsobstruktion auszuschließen, einen direkt- oder indirekt-laryngoskopischen Intubationsversuch zu erleichtern/optimieren bevor dann bei drohendem Herzkreislaufstillstand zu einem invasiven (chirurgischen) weitergegangen wird (1). Auf die Fortsetzung einer suffizienten Sedierung und ggf. Relaxation für und während des Transportes ist ebenfalls zu achten, um funktionellen Atemwegsobstruktionen sowie Regurgitation von Magensaft in die Atemwege durch Husten, Würgen und Pressen vorzubeugen.

Wichtig: Eine funktionelle Atemwegsobstruktion soll als Ursache einer Cannot ventilate/oxygenate Situation ausgeschlossen bzw. behandelt werden, bevor man sich - wenn überhaupt - für einen transtrachealen Atemwegszugang („eFONA“) entscheidet (s.u.) [21].

4. Rahmenbedingungen für Zentren zur Versorgung von Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg

Die anästhesiologische Versorgung – allem voran die Atemwegssicherung – soll, wann immer möglich, am Ort mit entsprechender Infrastruktur durchgeführt werden. Im Allgemeinen handelt es sich hierbei um den OP-Bereich, da hier nebst entsprechenden gängigen Instrumenten zur Atemwegssicherung und Erfahrung damit auch die operativen Kollegen unter idealen Rahmenbedingungen tätig werden können.

Patientensicherheit und Versorgungsqualität hängen unmittelbar von der Expertise des Behandlungsteams ab. Hierbei ist es weniger entscheidend, welche Technik individuell beherrscht wird, sondern vielmehr, dass eine ausreichende Erfahrung mit der verwendeten Technik zur Sicherung schwieriger kindlicher Atemwege besteht. Gleichwohl lassen sich Strukturen definieren, deren Vorhaltung für die Übernahme der Behandlung für Kinder mit *erwartet* schwierigem Atemweg empfohlen wird. Dazu zählen:

- Eine begleitende chirurgische Disziplin (z.B. HNO, MKG oder Kinderchirurgie), die hinreichende Erfahrung mit einem chirurgischen trachealen Zugang bei Kindern jeden Alters hat.
- Stationäre Versorgungsstrukturen mit spezieller Kinderexpertise (Kinderintensivstation, interdisziplinäre Intensivstation mit regelhafter Kinderversorgung).
- Logistik für die Postextubationsphase.

Konsentierter Empfehlung 4A:

Die anästhesiologische Versorgung von Kindern mit einem *erwartet* schwierigen Atemweg soll durch ein kinderanästhesiologisch besonders erfahrenes Team aus ärztlichen und pflegerischen Kollegen bestehen. Ausgehend von einer geplanten Versorgung sollten während der Narkoseein- und -ausleitung jeweils zwei ärztliche und pflegerische Kollegen präsent sein.

Konsentierter Empfehlung 4B:

Ein Zentrum für die Versorgung von Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg soll Versorgungsstrukturen einen besonderem Fokus auf die Behandlung von Kindern und Säuglingen mit Atemwegsproblemen (Kinderintensivstation, Logistik für die Extubationsphase) haben. Dazu gehört eine chirurgische Disziplin, welche hinreichende Erfahrung mit einem chirurgisch-trachealen Zugang bei Kindern hat.

5. Training und Ausbildung

In einem Zentrum zur Versorgung von Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg soll für eine adäquate Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie für einen kontinuierlichen Erhalt der Expertise Sorge getragen werden. Die für die Beherrschung eines *erwartet* schwierigen Atemwegs notwendigen Techniken und Instrumentariums können aufgrund der geringen Fallzahlen nicht primär nur bei diesen Kindern erlernt werden. Das gilt insbesondere für die Fel. Denn selbst in großen Zentren ist die Inzidenz eines *erwartet* schwierigen Atemwegs in der Regel so gering, dass ein regelhaftes Praxistraining bei Kindern mit schwierigem Atemweg nicht oder nur in geringem Umfang möglich ist.

Grundsätzlich können jedoch nahezu alle notwendigen Atemwegstechniken auch am normalen Atemweg regelhaft angewendet und damit geübt werden. Dies gilt sowohl für häufig angewendete Methoden, wie die inhalative Einleitung eines Kindes mit initial assistierter und im Verlauf zunehmend kontrollierender Maskenbeatmung, die direkt-laryngoskopische tracheale Intubation und die Insertion einer supraglottischen Atemwegshilfe (SGA), als auch für seltenere Techniken, wie die Ventilation über einen nasalen Rachentubus, die fiberoptische Intubation via Larynxmaske (siehe hierzu auch Tabelle 3) und die nasale bzw. orale fiberoptisch geführte tracheale Intubation.

Für die Ausbildung und das Management des *erwartet* schwierigen Atemwegs bei Kindern sollte eine klinikinterne Handlungsanweisung in schriftlicher Form vorliegen. Diese sollte folgende Aspekte beinhalten:

- Vorgehen bei grundsätzlich normalem, aktuell *erwartet* schwierigem Atemweg
- Vorgehen bei anatomisch fixiertem, *erwartet* schwierigem Atemweg
- Checkliste(n) zur präoperativen Vorbereitung und zur Ausrüstung, inkl. der notwendigen Medikamente sowie personelle Besetzung
- Extubationsstrategie
- Postoperative Versorgung

Konsentierter Empfehlung 5:

Für die Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie das Management des *erwartet* schwierigen Atemwegs sollten klinikinterne Handlungsanweisung in schriftlicher Form vorliegen.

6. Strategien für den anatomisch fixierten, *erwartet* schwierigen Atemweg

Weniger die gewählte Strategie, als vielmehr die damit bestehende Fertigkeit und Erfahrung sind der Schlüssel zum Erfolg für eine erfolgreiche Atemwegssicherung [22]. Es existiert keine ausreichende Evidenz bezüglich der Eignung oder Überlegenheit einzelner Techniken (z.B. Form der Anästhesieeinleitung, Wahl der verwendeten Medikamente und Beatmungsstrategien, Durchführung einer Probelaryngoskopie etc.), um ein verbindliches und einheitlich konsentiertes Vorgehen der Wahl festzulegen. Die gewählten Behandlungsstrategien unterscheiden sich zwischen einzelnen Kinderzentren erheblich. Die Zentren sollten daher ihre lokal bewährten Vorgehensweisen sowie die Abweichungen davon je nach patientengegebener Ausgangssituation formulieren. Grundsätzlich gilt als Methode der Wahl zur Platzierung eines Trachealtubus beim *erwartet* schwierigen Atemweg auch bei Kindern die Fel [9,23]. Sie kann sowohl nasal als auch oral durchgeführt werden.

Die *wach*-endoskopische Intubation („Gold-Standard“ im Erwachsenenalter [24]) ist auf Grund einer unvorhersehbaren oder oft fehlenden Kooperation bei Kindern in der Regel schwierig bis gar nicht möglich, sodass eine (Analgo-)Sedierung , ggf. mit zusätzlicher topischer Anästhesie, oder gar eine Allgemeinanästhesie benötigt wird. Hierbei soll die Spontanatmung auch bei zunehmender Sedierungstiefe erhalten bleiben. Sollte eine tiefere Sedierung bzw. eine Allgemeinanästhesie bei gegebener Indikation angestrebt werden oder im Verlauf notwendig werden, dann soll die Spontanatmung erhalten bleiben bis durch eine initial assistierte Atmungsunterstützung und nachfolgend graduelle Übernahme der Beatmung über eine Gesichtsmaske, einen „Rachentubus“ oder eine supraglottische Atemwegshilfe sichergestellt ist, dass eine kontrollierte Ventilation nach Sistieren der Spontanatmung gelingt. In diesem Fall kann für die weiteren Atemwegsmanipulationen eine Muskelrelaxation erwogen werden. Besonders im letzteren Falle kann noch vor der Fel die direkt- und ggf. auch indirekt laryngoskopischen Sicht erhoben und dokumentiert werden.

Sollte es im Rahmen der graduellen Sedierungsvertiefung auf Grund einer klinischen Fehleinschätzung zu einem medikamentös induzierten oder funktionellen Atemstillstand kommen, dann besteht innerhalb der Autorengruppe Konsens, dass der Weg „zurück“ keine valide Option darstellt. In Analogie zum oben beschriebenen Vorgehen (siehe „Bewertung der vier Atemwegstechniken“) sollten die Rahmenbedingungen für die weiteren Maßnahmen der Atemwegssicherung durch eine neuromuskuläre Blockade optimiert werden [25]

Für die geordnete Fel können insbesondere drei Techniken empfohlen werden.

1. Die FI über eine dazu dimensional geeignete Larynxmaske mit oder ohne assistierter bzw. kontrollierter Beatmung mittels Mainzer oder Swiveladapter [26, 27]. Vor allem bei Kindern mit Mukopolysacharidose oder anderen mit Weichteileinlagerungen einhergehenden Stoffwechselerkrankungen ist diese Technik sehr erfolgreich.
2. Die Fel über eine Endoskopiemaske nach Frei (bzw. eine Gesichtsmaske mit Mainzer- oder Swivel-Adapter) mit assistierter bzw. kontrollierter Maskenbeatmung [24].
3. Die Fel über den Rachentubus als ipsi-laterale Führung mit assistierter bzw. kontrollierter Beatmung über den Rachentubus mittels Mainzer oder Swiveladapter. Alternativ kommt auch eine FEI über den kontralateralen Nasengang in Frage, während über den Rachentubus
4. in einen Nasengang der Patient assistiert oder kontrolliert beatmet wird.

Kann ein Kind mit obigen Techniken nicht flexibel endoskopisch intubiert werden, und kann der Eingriff weder mit einer Larynxmaske noch einer anderen Atemwegstechnik durchgeführt werden, sollte in der elektiven Situation die Anästhesie beendet werden und eine chirurgische Tracheotomie erwogen werden [28].

Situationen, die in einer chirurgischen Tracheotomie zur definitiven Sicherung des Atemwegs enden, sind meist absehbar, insbesondere bei Ungewissheit, ob eine Maskenbeatmung möglich ist (u.a. bei Schwellungszuständen der Atemwege, fehlender Mundöffnung, Blutung und Sekretion in den Atemwegen mit Behinderung der endoskopischen Intubation). Bei diesen Konstellationen soll das operative Tracheotomie-Team (z.B. HNO, MKG), inkl. OP-Pflegepersonal und Tracheotomie-Instrumentarium bereits zur Narkoseeinleitung unmittelbar einsatzbereit sein.

Ebenso sollte bei Kindern, die bei vorbestehenden oder infolge einer Operation entstehenden Schwellungszuständen mit großer Mühe gerade noch endoskopisch intubiert werden konnten, erwogen werden, den Atemweg für die intra- und/oder postoperative Phase mittels chirurgischer Tracheotomie zu sichern. Die Einwilligung zu einer Tracheotomie sollte bei diesen Kindern bereits beim Aufklärungsgespräch eingeholt werden.

Fußnote 3: Bei Patienten mit deutlich reduzierter Mundöffnung oder anatomischen Veränderungen in Oropharynx und/oder Larynx sind Schwierigkeiten bei der Insertion eines supraglottischen Atemwegs (SGA) bzw. bei der Ventilation via SGA zu erwarten. Daher stellt bei diesen Patienten ein SGA keine hinreichend sichere Option dar.

Konsentierete Empfehlung 6A:

Für die Sicherung des *erwartet* schwierigen Atemwegs im Kindesalter gilt eine flexibel-endoskopisch geführte Intubation (FeI) als Goldstandard.

Konsentierete Empfehlung 6 B

Auf Grund einer oft fehlenden Kooperation des Kindes kann situationsgerecht eine (Analgo-) Sedierung bis hin zur Allgemeinanästhesie durchgeführt werden.

Konsentierete Empfehlung 6C:

Bei zunehmender Sedierungstiefe oder einem geplanten Übergang zur Allgemeinanästhesie soll die Spontanatmung erhalten bleiben, bis zweifelsfrei sichergestellt ist, dass eine kontrollierte Ventilation gelingt.

Während der Insertion eines Tubus über ein flexibles Endoskop besteht grundsätzlich die Gefahr des Verhakens der Tubusspitze an den laryngealen Strukturen. Meist wird dies am rechten Aryknorpel oder an der Epiglottis beobachtet. Bei genauerer Betrachtung hängt dies auch davon ab, welcher Tubus (Form der Tubusspitze) verwendet wird, ob es sich um eine oro- oder nasotracheale Intubation handelt und/oder ob das flexible Endoskop mittig im Larynx zentriert ist. Bezüglich der optimalen Positionierung der Tubusspitze in Relation zum

Glottiseingang während der Insertion werden in der Literatur uneinheitliche Empfehlungen gegeben [29]. Zweifelsohne sollte zwischen dem Außendurchmesser des flexiblen Endoskops und dem Innendurchmesser des Tubus ein möglichst kleiner Kalibersprung sein. Auch eine Rotationsbewegung des Tubus entgegen dem Uhrzeigersinn während der Insertion kann helfen, eine Verletzung der Weichteile durch den vorzuschiebenden Tubus zu vermeiden.

Jedes anästhesiologische Zentrum mit regelhafter Versorgung von Kindern mit schwierigem Atemweg sollte eine aktuelle Liste mit dem zur Verfügung stehenden Atemwegsmaterial für die flexibel-geführte endoskopische (fiberoptische) Intubation vorhalten, da Tuben und Endoskope verschiedener Hersteller in ihren Maßen bei gleichen Angaben voneinander abweichen können (Produktionstoleranzen). In der Folge kann die technische Umsetzung der Intubation auf Grund unterschiedlicher Dimensionen erschwert werden [30].

Subglottische Stenosen

Bei *subglottischen* Stenosen kann – unter der hinreichend sicheren Annahme der Möglichkeit einer erfolgreichen Gesichtsmaskenbeatmung oder Ventilation über eine SGA und der problemlosen Laryngoskopie – der Verzicht auf eine Spontanatmung vorteilhaft sein. Eine zügige intravenöse Einleitung inkl. Relaxation und die unmittelbare Durchführung einer Beatmung mit einem PEEP und anschließender Intubation sind hier erfahrungsgemäß zuführend. Wird die Spontanatmung erhalten, dann sollten die oft forcierten Inspirationsbemühungen des Kindes durch die Applikation eines CPAPs und/oder eine assistierte Beatmung atemsynchron unterstützt werden.

Bei erwarteten subglottischen Pathologien (ausgenommen Pseudokrapp) sollte die Anwesenheit eines in der starren Bronchoskopie erfahrenen Untersuchers erwogen werden (visualized care), welche sich in den Hände des Erfahrenen auch bei Unterkieferhypoplasien, supraglottischen und glottischen Schwellungszuständen als erfolgversprechend gezeigt hat [31-33]

Kleinere Trachealtuben bzw. kleinlumige Ventilationskatheter sollten unmittelbar verfügbar sein. Bei glottischen/subglottischen Stenosen, welche auch das Einführen eines kleineren Trachealtubus nicht erlauben, haben sich kleinlumige Ventilationskatheter (Frova 8Fr; AEC Cook 8 Fr) bewährt, welche unmittelbar verfügbar sein [34,35].

Bei Verwendung von kleinlumigen Ventilationskathetern in Kombination mit einer totalen oder subtotalen Atemwegsobstruktion besteht die Gefahr eines Barotraumas und/oder einer pulmonalen Hyperinflation mit hämodynamischer Kompromittierung. Die Verwendung von neuartigen Ventilationskonzepten [35-37], die über kleinste Lumina nicht nur eine Insufflation,

sondern auch eine aktive Expiration ermöglichen (Ventrain®), erscheint auf Grund einzelner Fallberichte als eine vielversprechende Option, um sekundäre Schäden auf Grund einer Hyperinflation zu vermeiden. Aus Sicht der Autoren stellt dieses Konzept eine potentiell sinnvolle Erweiterung des Atemwegsequipments zur kinderanästhesiologischen Versorgung dar.

7. Art der Narkoseeinleitung beim erwartet schwierigen Atemweg

Zur Technik der optimalen Narkoseeinleitung (intravenös oder inhalativ) beim Vorliegen eines *erwartet* schwierigen Atemwegs ist eine allgemeingültige Empfehlung nicht möglich. Unabhängig von der gewählten Form der Anästhesieeinleitung wird jedoch empfohlen, frühzeitig einen intravenösen Zugang – vorzugsweise vor Narkoseeinleitung - zu etablieren. Im Falle der geplanten Zugangsanlage im Anschluss an eine kompetent durchgeführte inhalative Narkoseeinleitung soll das Material für eine umgehende intraossäre Kanülierung als Notfallmaßnahme unmittelbar zur Verfügung stehen [38].

Konsentierter Empfehlung 7:

Ein intravenöser Zugang sollte frühzeitig – vorzugsweise vor Narkoseeinleitung – etabliert werden. Im Falle einer Anlage im Anschluss an eine inhalative Narkoseeinleitung, soll das Material für eine umgehende intraossäre Kanülierung unmittelbar zur Verfügung stehen.

8. Videolaryngoskopie und Intubationsendoskope

Die sich seit ca. einem Jahrzehnt immer stärker verbreitende Videolaryngoskopie (VL) stellt zweifelsohne einen großen Fortschritt im Bereich der Atemwegsicherung von Erwachsenen und Kindern dar. Verschiedene Studien konnten auch für Kinder zeigen, dass die Visualisierung der laryngealen Strukturen im Vergleich zur direkten Laryngoskopie bei schwierigen Atemwegsverhältnissen besser gelingt [39-41]. Auch auf Grund der raschen Einsatzbereitschaft wird die Videolaryngoskopie im klinischen Alltag auch bei Kindern mit *erwartet* schwierigen Atemwegsverhältnissen zunehmend und auch erfolgreich eingesetzt [43]. Dies führt jedoch zum Verlust der Schulung und des Trainings in der flexibel-endoskopischen Intubation dieser Kinder sowie technische Handhabung der Ausrüstung. Trotz der ersten Berichte auch die erfolgreiche Anwendung videolaryngoskopischer Verfahren mit stark angulierten Spatelformen auch bei Kinder unter erhaltener Spontanatmung [42], ergeben sich für die Anwendung der Videolaryngoskopie (incl. der Intubationsendoskope)

verschiedene – vor allem methodisch bedingte – Einschränkungen. Hierzu gehören vor allem eine kleine Mundöffnung als auch Abszesse oder Tumore sowie Blutungen im oropharyngealen Bereich [24]. Insgesamt bieten auch bei Kindern mit erwartet schwierigem Atemweg weder Videolaryngoskope noch Intubationsendoskope Aussicht auf einen garantierten Erfolg, so dass bei Kindern mit erwartet schwierigem Atemweg die Fel priorisiert werden sollte [43].

Videolaryngoskope oder Intubationsendoskope können jedoch ergänzend zur primär flexibel-endoskopischen Intubation zum Einsatz kommen. Bezüglich der Anwendung von Videolaryngoskopen und/oder Intubationsendoskopen bei einem erwartet schwierigen Atemweg gelten die identischen Kautelen bezüglich der Spontanatmung wie oben für die Fel beschrieben.

Bei der *unerwartet* schwierigen Intubation mittels direkter Laryngoskopie stellt die Videolaryngoskopie zweifelsohne eine primär sinnvolle Alternative dar. Aber auch andere Techniken wie z.B. die Intubation über Intubationsendoskop (nach Bonfils oder Brambrink) oder die Fel selbst sind im Falle einer unerwartet schwierigen Atemwegssicherung in der Hand des Geübten erfolgsversprechende Alternativen [1, 44]. Abteilungsinterne Standards sollen hierzu formuliert werden.

9. Notfalltracheotomie

Nach frustranter Anwendung aller Maßnahmen und nach Ausschluss einer funktionellen Atemwegsobstruktion ist als Ultima ratio für den extrem seltenen Fall einer Cannot oxygenate/cannot intubate-Situation ein notfallmäßiger transtrachealer Zugang (emergency front of the neck access, eFONA) denkbar. Aufgrund der anatomischen Gegebenheiten (kleine und weiche Strukturen) erscheint hier, zumindest bei Säuglingen und Kleinkindern, die chirurgische Technik mit vertikaler Schnitfführung und Trachealeröffnung, Spreizung, Bougierung und Tubuseinlage erfolgsversprechender als die perkutane Punktion [45-48].

10. Extubation und Postextubationsphase

Bei Patienten mit schwierigen Atemwegsverhältnissen soll auch auf die Extubations- und Postextubationsphase großes Augenmerk gelegt werden. Neben einem adäquaten alveolären Gasaustausch soll sichergestellt werden, dass ein Relaxanzienüberhang ausgeschlossen ist, die Kinder über ausreichende Schutzreflexe sowie eine suffiziente Spontanatmung verfügen. Im Falle einer topischen Anästhesie Kehlkopf, Hypopharynx und/oder Trachea sollte mit einer erhöhten Aspirationsgefahr gerechnet werden und die postoperative Nüchternheit angepasst werden. Eine evtl. notwendige Re-Intubation soll personell und apparativ jederzeit antizipiert werden. Bei Patienten mit Schwellungszuständen des Kehlkopfes (primär oder sekundär) empfiehlt sich vor Extubation eine laryngoskopische Kontrolle, die Gabe von abschwellenden Medikamenten, Beachtung einer Tubusleckage sowie das Bereithalten von Geräten zu Inhalation von Adrenalin nach Extubation.

Derzeit besteht keine Evidenz, welche Extubationsstrategie unter welchen Bedingungen am erfolgsversprechendsten ist. Gestaltete sich die Atemwegssicherung als besonders herausfordernd, dann sollte die Extubation des wachen Kindes mit zweifelsfrei vollständig wiederhergestellten Schutzreflexen erwogen werden. Eine direkte Extubation erscheint unter den o.g. Kautelen in vielen Fällen sicher möglich [49]. Als alternative Strategien kommen in Frage [50]:

- Die Extubation über einen Tubuswechsler oder über spezielle Extubation-Sets mit Verwendung eines Teflon-beschichteten Führungsdrahts ggf. unter topischer Lokalanästhesie der Atemwege und leichter Sedation
- Die passagere Insertion einer supraglottischen Atemwegshilfe (ggf. auch noch vor Entfernung eines oral liegenden Trachealtubus) oder eines Rachentubus
- Die Extubation mit unmittelbar anschließender Etablierung einer nicht-invasiven Beatmung (NIV).

Liegt ein schwieriger Atemweg gepaart mit weiteren, erschwerenden Risikofaktoren (z.B. Trauma bzw. atemwegsnahe Operation, Schleimhautödem, kardiopulmonale Einschränkungen etc.) vor, sollte die Extubation nach Meinung der Autoren über einen in der Trachea verbleibenden Tubuswechsler (Airway Exchange Catheter) bzw. mit entsprechenden Extubations-Sets als „Reversible Extubation“ erwogen werden. Dies kann entweder direkt postoperativ im OP oder auch als verzögerte Extubation durchgeführt werden [31]. Es sei ebenfalls nochmals die Möglichkeit einer chirurgischen Tracheotomie erwähnt, um einer fatalen akzidentiellen Extubation oder Verlust eines Tubuswechslers vorzubeugen.

Die Extubation eines Kindes mit einem schwierigen Atemweg – unabhängig davon, ob sich dieser als *erwartet* oder *unerwartet* schwierig darstellte – soll unter adäquaten Rahmenbedingungen erfolgen. Eine geplante Extubation soll daher zu den Kernarbeitszeiten bei möglichst optimaler personeller und apparativer Infrastruktur (z.B. als „Extubationsversuch im OP“) stattfinden. Diese Kinder sollten anschließend für mindestens zwei bis drei Stunden im Aufwachraum oder auf der Intensivstation überwacht werden. Wurde eine topische Anästhesie der Atemweg durchgeführt, so soll im Falle einer noch bestehenden Restanästhesie eine erhöhte Aspirationsgefahr bezüglich der postoperativen Nüchternheitszeiten beachtet werden.

Nach kleineren Eingriffen ohne traumatische Schädigung der Atemwege und bei sicherem Vorliegen aller üblichen Entlassungskriterien können Kinder mit schwierigen Atemwegsverhältnissen grundsätzlich auch ambulant versorgt werden.

Nach einer Notfallversorgung in einer Klinik, welche die oben genannten Ausstattungsmerkmale nicht erfüllt, sollte auch zur Extubation eine Verlegung des intubierten Kindes erwogen werden. Als besonders gefährdete Gruppe für eine komplikationsbehaftete, potentiell fehlschlagende Extubation scheint die Altersgruppe unter 10 kg Körpergewicht zu sein, insbesondere mit der Gefahr der oberen Atemwegsverlegung [49].

Konsentierete Empfehlung 9A:

Die Extubation nach erfolgreicher Atemwegssicherung im Falle schwieriger Atemwegsverhältnisse soll innerhalb der Kernarbeitszeiten und in einer Umgebung stattfinden, welche optimale Bedingungen für eine sofortige Re-Intubation bietet. Nach einer notfallmäßigen Intubation beim Patienten mit schwierigem Atemweg sollte daher auch die Verlegung in ein Zentrum mit entsprechender Ausstattung erwogen werden.

Konsentierte Empfehlung 9B:

Bestehen Zweifel, dass eine suffiziente Oxygenierung und Ventilation nach einer Extubation gelingt, sollte eine Extubation als „reversible Extubation“ unter Zuhilfenahme von entsprechenden Tubuswechslern oder Extubations-Sets erwogen werden.

11. Dokumentation

Wurden die Atemwege mit Hilfe eines flexiblen Endoskops gesichert, sollte, wenn nicht vorzugsweise bereits vorher erhoben, im Anschluss sowohl der direkt-laryngoskopische als auch der videolaryngoskopische Befund atraumatisch erhoben und sorgfältig dokumentiert werden. Obwohl die Limitationen des Cormack-Lehane-Befundes bei liegendem Trachealtubus bekannt sind, können diese Informationen für nachfolgende Atemwegssicherungen hilfreich sein. Es empfiehlt sich daher, nebst einer detaillierten Dokumentation im Anästhesieprotokoll, dem Patienten (den Eltern) einen Anästhesie-Ausweis mit möglichst detaillierten Informationen zur Atemwegspathologie und die gewählten Lösungsstrategie mitzugeben.

Nach erfolgreicher Sicherung von schwierigen Atemwegen bzw. Beendigung derer perioperativen Versorgung sollte das gewählte Vorgehen sowie die damit verbundenen Ergebnisse strukturiert dokumentiert werden. Inhaltlich sollten sich die nachfolgenden Aspekte wiederfinden:

Versorgung:	Notfall- oder elektive Versorgung?
Narkoseeinleitung	inhalativ oder intravenös; Medikamente, neuromuskuläre Blockade
Maskenbeatmung?	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgeführt ja/nein Wenn ja: <ul style="list-style-type: none"> • assistiert oder kontrolliert • Einhand- oder Zweihandbeatmung • +/- Guedeltubus • erschwert nein/ ja Wenn ja, Lösung:
Supraglottische Atemwegshilfe oder Rachentubus	verwendet ja/nein Wenn verwendet, welche? Insertion: leicht / erschwert / nicht möglich Ventilation: problemlos / insuffizient / nicht möglich
Laryngoskopie	durchgeführt ja/nein Wenn durchgeführt, wie und was gesehen Direkte Laryngoskopie

	Gerader Spatel (Größe?) Macintosh-Spatel (Größe?) Videolaryngoskopie Macintosh-ähnlicher Spatel (welcher?) Gerader Spatel (welcher?) stark angulierter Spatel (welcher?) Flexibles Endoskop <ul style="list-style-type: none"> • oral / nasal / über supraglottischen AW / Endoskopiemaske / Rachentubus ipsi/kontralateral
	Bester Modifizierter Cormack & Lehane Grad +/- BURP
Tracheale Intubation	nicht durchgeführt Wenn durchgeführt: erschwert nein / ja Wenn ja, Lösung
Endgültiger Tubus	Größe und Angabe mit oder ohne Cuff
Extubation	unter Spontanatmung tiefer Sedierung beim wachen Kind Medikamente (Steroide, NSAID, Adrenalin Inhalation) Wo (OP, Intensivstation) Spezielle Techniken (Extubationskatheter, o.a.) erschwert nein / ja Wenn ja, Lösung?
Spezielle Vorkommnisse	Wenn ja, welche?

Konsentierete Empfehlung 10:

Spätestens nach erfolgreicher Atemwegssicherung sollte soweit möglich die bestmögliche Sicht auf die laryngealen Strukturen unter direkter und video-laryngoskopischer Sicht dokumentiert werden. Die gewählten Strategien sollen möglichst detailliert klinikintern dokumentiert werden und dem Patienten (Eltern) ein entsprechender Ausweis ausgehändigt werden.

Fazit

Die *elektive* operative Behandlung eines Kindes mit *erwartet* schwierigem Atemweg soll in einem Zentrum mit adäquater kinderanästhesiologischer Expertise und altersentsprechender organisatorischer, personeller und apparativer Ausstattung und Infrastruktur erfolgen. Falls die Strukturen der eigenen Einrichtung nicht den Anforderungen entsprechen, ist die Überweisung in ein entsprechendes Zentrum indiziert.

Die Inzidenz eines *erwartet* schwierigen Atemwegs bei Kindern ist gering, sodass derzeit evidenzbasiert kein eindeutig überlegenes Verfahren zur perioperativen Versorgung von Kindern mit *erwartet* schwierigen Atemwegen genannt werden kann. Die Intubation mit Hilfe von flexiblen Endoskopen, ggf. über eine primär platzierte supraglottische Atemwegshilfe, gilt auf Grund der aktuellen Datenlage und der weitreichenden klinischen Erfahrung als der zu empfehlende Standard.

Als Notfalltechniken gelten die binasale Hochflusssauerstoff-Gabe (THRIVE), die optimierte Gesichtsmaskenbeatmung, incl. NIV, die Ventilation über einen nasalen „Rachentubus“ und die Einlage einer supraglottischen Atemwegshilfe. Tritt unter Sedierung/Anästhesie bei den Atemwegsmanipulationen eine Cannot-ventilate-Situation auf, sollte an eine funktionelle Atemwegsobstruktion mit der Notwendigkeit einer raschen Narkosevertiefung und ggf. einer Muskelrelaxierung gedacht werden („Weg nach vorn“). Sämtliche Techniken, sowohl für die elektive Versorgung als auch für die Notfallversorgung, können und sollen unter kontrollierten Bedingungen regelhaft während Anästhesien bei Kindern angewendet und geübt werden.

Transtracheale Techniken (eFONA) gelten allenfalls als Ultima ratio, nachdem sämtliche anderen Atemwegstechniken erfolglos blieben und funktionelle Atemwegsobstruktionen sicher ausgeschlossen wurden (siehe auch Flow-Chart Abbildung 3).

Aufgrund der Notwendigkeit einer zuverlässigen Informationsweitergabe, sollen die gewählten Strategien sorgfältig und strukturiert klinikintern dokumentiert sein. Dem Patienten (Eltern) soll ein entsprechender Ausweis ausgehändigt werden.

Literaturverzeichnis

1. Weiss M, Schmidt J, Eich C, et al. DGAInfo - Handlungsempfehlung zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemweges in der Kinderanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2011;52:54–63
2. Santos AP, Mathias LA, Gozzani JL, et al. Difficult intubation in children: applicability of the Mallampati index. *Revista brasileira de anesthesiologia* 2011; 61:156–158,159–162,184–157
3. Frei FJ, Ummenhofer W. Difficult intubation in paediatrics. *Paediatric anaesthesia* 1996;6:251–263
4. Laschat M, Kaufmann J, Wappler F. [Difficult airway management in paediatric patients]. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. AINS* 2009;44:728–734; quiz 735
5. Höhne C, Haack M, Machotta A et al. [Airway management in pediatric anesthesia]. *Der Anaesthesist* 2006;55:809–819
6. Rosenblatt W, Lanus AI, Sukhupragarn W et al. Preoperative endoscopic airway examination (PEAE) provides superior airway information and may reduce the use of unnecessary awake intubation. *Anesthesia and analgesia* 2011;112:602–607
7. Hoffmann F, Deanovic D, Becker A, Weiss M, Nicolai T. *Der Kindernotarztckoffer. Notfall Rettungsmedizin* 2007;10:124–134
8. Valois-Gomez T, Oofuvong M, Auer G, et al. Incidence of difficult bag-mask ventilation in children: a prospective observational study. *Paediatric anaesthesia* 2013;23:920–926
9. Jagannathan N, Sequera-Ramos L, Sohn L, et al. Elective use of supraglottic airway devices for primary airway management in children with difficult airways. *British journal of anaesthesia* 2014;112:742–748
10. Humphreys S, Rosen D, Housden T, Taylor J, Schibler A. Nasal high-flow oxygen delivery in children with abnormal airways. *Paediatr Anaesth* 2017;27:616–620
11. Patel A, Nouraei SA. Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia* 2015;70:323–329
12. Humphreys S, Lee-Archer P, Reyne G, Long D, Williams T, Schibler A. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE) in children: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2017;118:232–238
13. Caruso TJ, Sidell DR, Lennig M, Menendez M, Fonseca A, Rodriguez ST, Tsui B. Transnasal Humidified Rapid Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE) augments oxygenation in children with cyanotic heart disease during microdirect laryngoscopy and bronchoscopy. *J Clin Anesth* 2019;25;56:53–54
14. Baker PA, Rankin L. Successful Application of Optiflow THRIVE to Restore Oxygenation and Facilitate Retrieval of an Aspirated Nut in a Severely Hypoxic Child: A Case Report. *A A Pract* 2019;15;13:130–132
15. Vukovic AA, Hanson HR, Murphy SL, Mercurio D, Sheedy CA, Arnold DH. Apneic oxygenation reduces hypoxemia during endotracheal intubation in the pediatric emergency department. *Am J Emerg Med* 2019;37:27–32
16. Eich C, Funke OR. The Guedel airway: too large is too bad. *Paediatric anaesthesia* 2015;25:1298
17. Panadero A, Monedero P, Olavide I et al. Inflation of the endotracheal tube cuff in the pharynx for ventilation of paralyzed patients with unanticipated difficult airway. *Anesthesiology* 1999;91:1178–1179
18. Walker RW, Allen DL, Rothera MR. A fiberoptic intubation technique for children with mucopolysaccharidoses using the laryngeal mask airway. *Paediatric anaesthesia* 1997;7:421–426
19. Keil J, Jung P, Schiele A et al. [Interdisciplinary consensus statement on alternative airway management with supraglottic airway devices in pediatric

- emergency medicine: Laryngeal mask is state of the art]. *Der Anaesthesist* 2016; 65:57–66
20. van Aken H, Biermann E, Martin J, et al. Supplement Nr. 4 - 2010 - Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen bei Erwachsenen. *Anästh Intensivmed* 2010;51:s598–s602
 21. Cook TM, Woodall N, Frerk C, et al. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J anaesth* 2011;106:617–631
 22. Weiss M, Bissonnette B, Engelhardt T, et al. Anesthetists rather than anesthetics are the threat to baby brains. *Paediatric anaesthesia* 2013;23:881–882
 23. Nykiel-Bailey SM, McAllister JD, Schrock CR, et al. Difficult airway consultation service for children: steps to implement and preliminary results. *Paediatric anaesthesia* 2015;25:363–371
 24. Russo SG, Weiss M, Eich C. [Video laryngoscopy ole! Time to say good bye to direct and flexible intubation?]. *Der Anaesthesist* 2012;61:1017–1026
 25. Weiss M, Engelhardt T. Cannot ventilate--paralyze! Weiss M, Engelhardt T. *Paediatr Anaesth* 2012;22:1147–1149
 26. Kleine-Brueggeney M, Kotarlic M, Theiler L, Greif R. Limitations of pediatric supraglottic airway devices as conduits for intubation - an in vitro study. *Can J Anaesth* 2018;65:14–22
 27. Weiss M, Mauch J, Becke K, Schmidt J, Jöhr M. Fibre optic-assisted endotracheal intubation through the laryngeal mask in children. *Anaesthesist*. 2009;58:716–721
 28. Wrightson F, Soma M, Smith JH. Anesthetic experience of 100 pediatric tracheostomies. *Paediatric anaesthesia* 2009;19:659–666
 29. Kemper M, Haas T, Imach S, et al. [Intubation with a tube exchanger on an intubation trainer. Influence of tube tip position on successful intubation]. *Der Anaesthesist* 2014;63:563–567
 30. Elfgen J, Buehler PK, Thomas J, et al. Patency of paediatric endotracheal tubes for airway instrumentation. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 2017;61:46–52
 31. Hoewe H. Het acuut benauwde kind, laryngitis subglottica en epiglottitis *Nederlands Tijdschrift voor Keel-Neus-Oorheelkunde* 2014,20e
 32. Meyer HJ, Vor- und Nachteile des Intubationstracheoskops („Notrohr“), Notfallkoniotomie, Notfalltracheotomie, *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1995;30:178–180
 33. Mohyuddin N, et al. Management of the difficult pediatric airway: efficacy of airway exchange catheters with rigid bronchoscopy." *Ear Nose Throat J* 2009:964
 34. de Wolf MW, Gottschall R, Preussler NP, Paxian M, Enk D. Emergency ventilation with the Ventrain® through an airway exchange catheter in a porcine model of complete upper airway obstruction. *Can J Anaesth* 2017;64:37–44
 35. Willemsen MG, Noppens R, Mulder AL et al. Ventilation with the Ventrain through a small lumen catheter in the failed paediatric airway: two case reports. *Brit J Anaesth* 2014;112:946–947
 36. Hamaekers AE, van der Beek T, Theunissen M, et al. Rescue ventilation through a small-bore transtracheal cannula in severe hypoxic pigs using expiratory ventilation assistance. *Anesthesia and analgesia* 2015;120:890–894
 37. Borg PA, Hamaekers AE, Lacko M et al. Ventrain(R) for ventilation of the lungs. *Brit J Anaesth* 2012;109:833–834
 38. Eich C, Weiss M, Neuhaus D, et al. DGAInfo: Handlungsempfehlung zur intraossären Infusion in der Kinderanästhesie *Anästh Intensivmed* 2011;52:S46–S52
 39. Armstrong J, John J, Karsli C. A comparison between the GlideScope Video Laryngoscope and direct laryngoscope in paediatric patients with difficult airways - a pilot study. *Anaesthesia* 2010;65:353–357

40. Serocki G, Bein B, Scholz J, et al. Management of the predicted difficult airway: a comparison of conventional blade laryngoscopy with video-assisted blade laryngoscopy and the GlideScope. *Eur J Anaesth* 2010;27:24–30
41. Kim JT, Na HS, Bae JY, et al. GlideScope video laryngoscope: a randomized clinical trial in 203 paediatric patients. *Brit J Anaesth* 2008;101:531–534
42. Fraser-Harris E, Patel Y. Awake GlideScope intubation in a critically ill pediatric patient. *Paediatric anaesthesia* 2012;22:408–409
43. Fiadjoe JE, Nishisaki A, Jagannathan N, et al. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. *Lancet Resp Med* 2016;4:37–48
44. Engelhardt T, Fiadjoe JE, Weiss M, Baker P, Bew S, Echeverry Marín P, von Ungern-Sternberg BS. A framework for the management of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2019;29:985–992
45. Holm-Knudsen RJ, Rasmussen LS, Charabi B, Bottger M, Kristensen MS. Emergency airway access in children - transtracheal cannulas and tracheotomy assessed in a porcine model. *Paediatr Anaesth* 2012;22:1159–1165
46. Weiss M, Walker RWM, Eason HA, Engelhardt T. Cannot oxygenate, cannot intubate in small children Urgent need for better data! *Eur J Anaesth* 2018;35: 556–557
47. Johansen K, Holm-Knudsen RJ, Charabi B, Kristensen MS, Rasmussen LS. Cannot ventilate-cannot intubate an infant: surgical tracheotomy or transtracheal cannula? *Pediatr Anesth* 2010;20:987–993
48. Both CP, Diem B, Alonso E, Kemper M, Weiss M, Schmidt AR, Deisenberg M, Thomas J. Rabbit training model for establishing an emergency front of neck airway in children. *Br J Anaesth* 2021;29:S0007–0912(20)31054-0. DOI: 10.1016/j.bja.2020.12.032
49. Jagannathan N, Shivazad A, Kolan M. Tracheal extubation in children with difficult airways: a descriptive cohort analysis. *Paediatr Anaesth* 2016;26:372–377
50. Loudermilk EP, Hartmannsgruber M, Stoltzfus DP, et al. A prospective study of the safety of tracheal extubation using a pediatric airway exchange catheter for patients with a known difficult airway. *Chest* 1997;111: 660–1665.

Abbildungen

Abbildung 1A:



Abbildung 1B:



Abbildung 2:

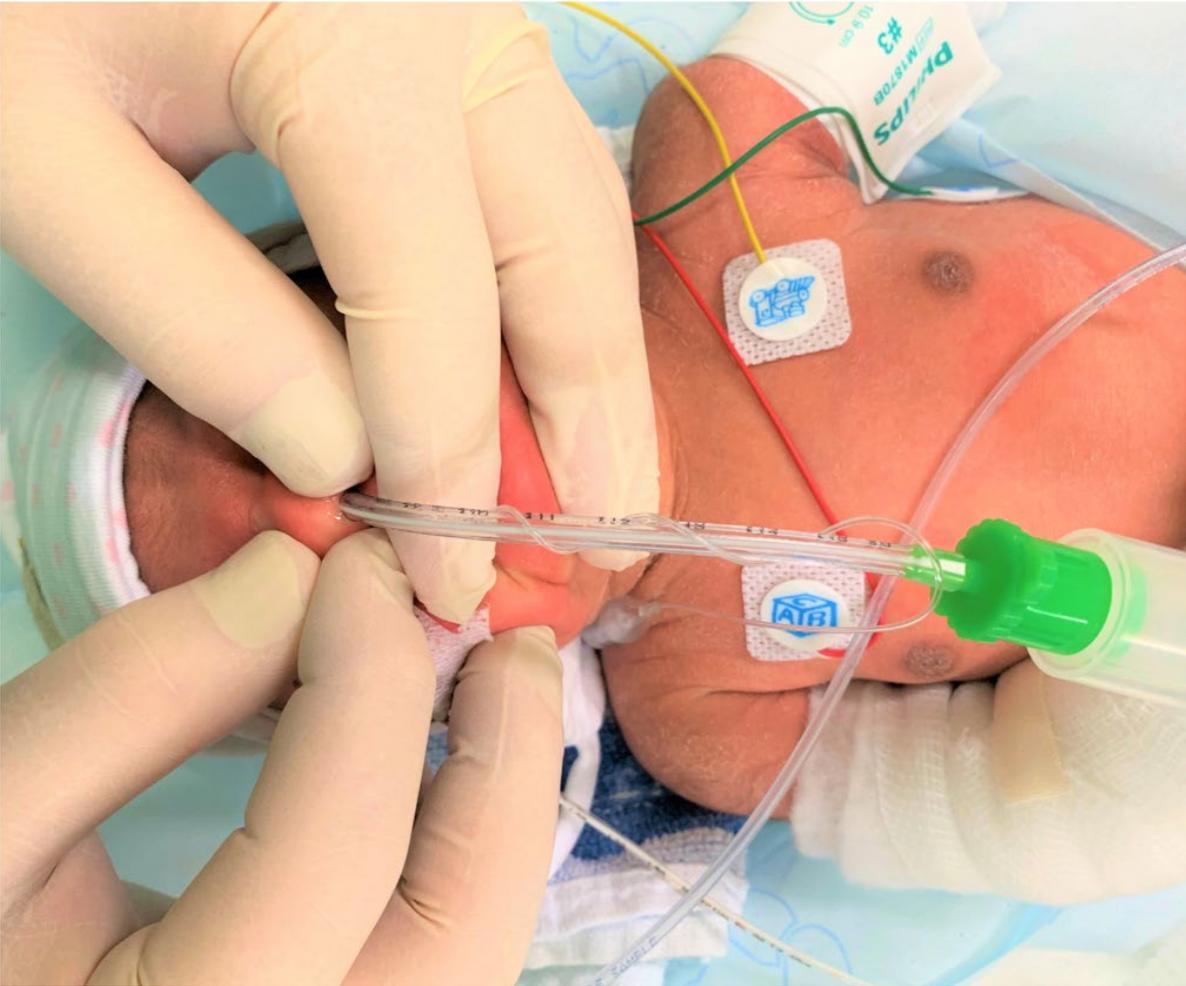
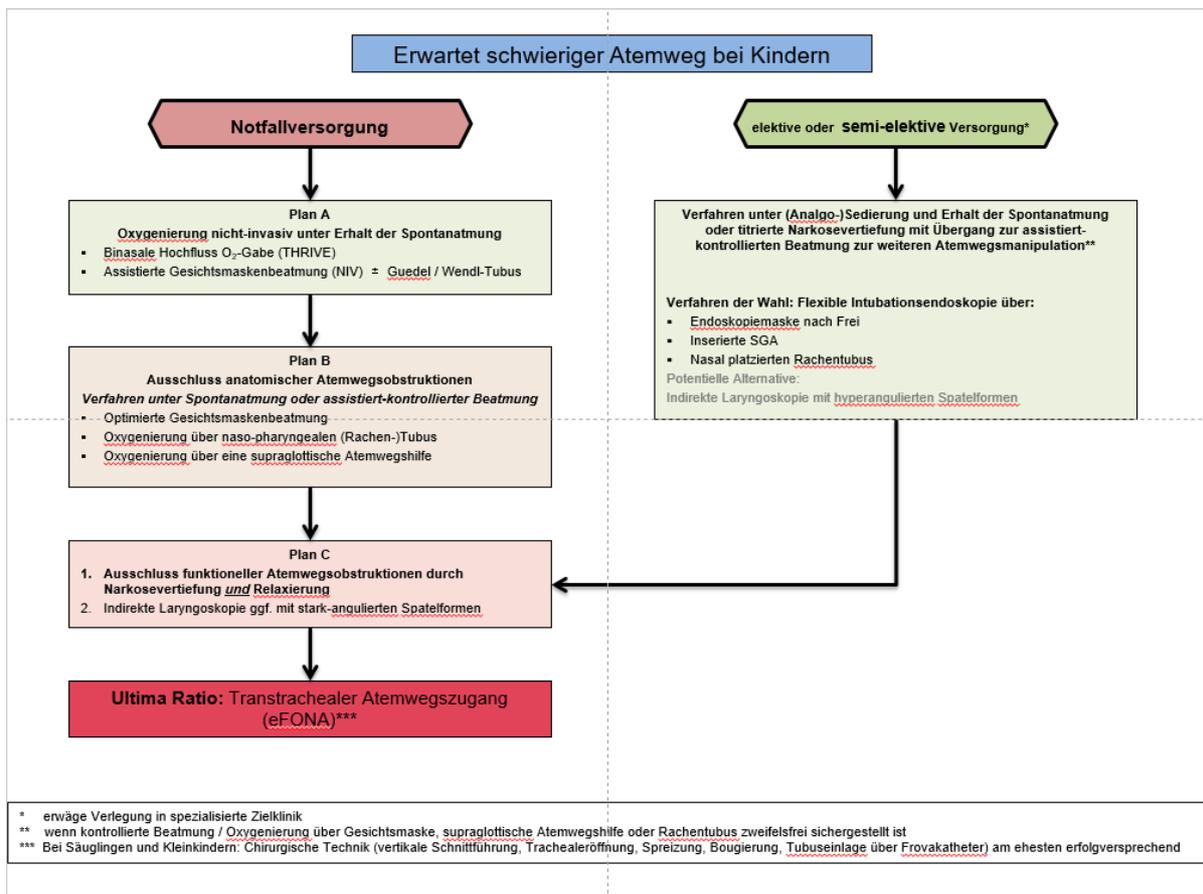


Abbildung 3:



Versions-Nummer: 1.0

Erstveröffentlichung: 03/2021

Nächste Überprüfung geplant: 03/2026

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

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online