

Handlungsempfehlung für das Management des *erwartet* schwierigen Atemwegs beim Kind

Autoren: Russo, Eich, Höhne, Stelzner, Weiss, Becke

Präambel

Die vorliegende Handlungsempfehlung befasst sich mit dem Vorgehen bei Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg. Diese Empfehlungen basieren auf einer systematischen Literaturrecherche, lokalen SOPs sowie der klinischen Erfahrung ausgewiesener Kinderanästhesisten unterschiedlicher Zentren. Analog zu den 2010 publizierten Handlungsempfehlungen zur Prävention und zum Management des *unerwartet* schwierigen Atemwegs beim Kind [1] entsprechen auch die vorliegenden Handlungsempfehlungen einem Konsens, der im Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) erarbeitet wurde. Eine besonderes Anliegen dieser Handlungsempfehlung ist, Kolleginnen und Kollegen eine klinisch-organisatorische Entscheidungshilfe an die Hand zu geben, um im Einzelfall ggf. die Verlegung des betroffenen Kindes in ein Zentrum mit entsprechender interdisziplinärer Expertise zu realisieren. Darüber hinaus werden für unaufschiebbare, lebensbedrohliche Atemwegskonstellationen Techniken beschrieben, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine überbrückende notfallmäßige Oxygenierung von Kindern auch mit *erwartet* schwierigen Atemwegsverhältnissen ermöglichen. Schließlich wird die fiberoptische Intubation dargestellt, die auch für Kinder derzeit als Mittel der Wahl zur Sicherung des *erwartet* schwierigen Atemwegs definiert werden kann.

Kapitel 1: Das Erkennen eines schwierigen Atemwegs

Definitionen

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

Aus praktische und didaktischen Gründen sollte keine Differenzierung zwischen einem *zweifelsfrei* und einem *befürchtet* schwierigen Atemweg erfolgen. Im Zweifel sollte 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, ggf. Tonsillen- u/o Adenoidhyperplasie	Fast immer funktionelle oder variable Atemwegsobstruktion <ul style="list-style-type: none"> • nicht-adäquate Kopflagerung • ineffektives manuelles Offenhalten der Atemwege • Zu flache Anästhesie • Laryngospasmus • Bronchospasmus • Muskelrigidität • Überblähung des Magens • Alveolarkollaps (hohe Closing Capacity) • Tonsillen- und Adenoidhyperplasie • OSAS
Grundsätzlich normaler, aktuell <i>erwartet</i> schwieriger Atemweg	normal	Meist akute Ereignisse durch Infektion/Blutung/Ödem <ul style="list-style-type: none"> • Epiglottitis • Schwere Laryngotracheitis (Pseudokrupp) • Pharyngeale Abszesse, Trauma • Nachblutung bei Zn. Tonsillektomie/Adenotomie • Anaphylaktische Atemwegsobstruktion • (Proximaler) Atemwegsfremdkörper
Anatomisch fixierter <i>erwartet</i> schwieriger Atemweg	pathologisch	Anatomische Veränderungen des Gesichts u/o der HWS- Beweglichkeit <ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungen, Keloide, St. nach Radiotherapie • Dysmorphie-Syndrome <ul style="list-style-type: none"> ○ Pierre-Robine-Sequenz, Treacher-Collins-Syndrom (Franceschetti-Syndrom), Goldenhar-Syndrom, Cornelia de-Lange-Syndrom, u.a. • Speicherkrankheiten / HWS-Syndrome / andere <ul style="list-style-type: none"> ○ Mucopolysaccharidosen (MPS I-VII, z.B.

		M. Hurler, M. Hunter), <ul style="list-style-type: none"> ○ Klippel-Feil-Syndrom ○ Epidermiolysis bullosa Fortgeschrittene Muskeldystrophien (z.B. Typ Duchenne) <ul style="list-style-type: none"> • Tumore
--	--	---

Merke: Der *erwartet* schwierige Atemweg im Kindesalter ist bei hinreichender klinischer Sorgfalt vorhersehbar, d.h. vor jeder Anästhesie und Sedierung gilt, dass die kindlichen Atemwegsverhältnisse auf Hinweise eines schwierigen Atemwegs evaluiert werden müssen.

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

- Anamnese des Kindes
- Familienanamnese
- Gelbes kinderärztliches Untersuchungsheft, Arztbriefe (Kinderarzt und evtl. Voroperationen)
- Ggf. Anästhesieprotokolle vorangegangener Anästhesien
- Ggf. Anästhesieausweis und gesondert vorhandene Krankenberichte zur Atemwegssicherung

Bei der körperlichen Untersuchung muss 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 kombinierten Testverfahren und Scores auf Grund der geforderten Untersuchungsmethoden oder anatomischen Landmarken nicht bei Kindern anwendbar. Ausgewählte Prädiktoren, wie z.B. die Unterkieferhypoplasie oder die maximal mögliche Mundöffnung können und müssen selbstverständlich im Rahmen einer präoperativen anästhesiologischen Visite beachtet werden (siehe auch Tabelle 2).

Tabelle 2: Klinische Zeichen eines mutmaßlich schwierigen Atemwegs	
Weichteilpathologien	<ul style="list-style-type: none"> • Tumoren • Abszesse • Narben nach Operationen • Z. n. Bestrahlung • Z. n. Verbrennung
Anomalien des	<ul style="list-style-type: none"> • Unterkieferhypoplasie

knöchernen Gesichtsschädels	<ul style="list-style-type: none"> • Retro-/Mikrognathie • Gesichtsasymmetrien (inkl. Ohr-Abnormalitäten) • Kiefergelenkankylosen (eingeschränkte Mundöffnung)
Mund-, Zungen- und Zahnanatomie	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrostomie • Makroglossie • Überbiss
HWS-Anomalien	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Flexion bzw. Beweglichkeit der HWS • Zerviko-thorakale Kyphose • HWS-Instabilität
Atemwegsobstruktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Stridor • Tonsillenhypertrophie • Obstruktives Schlafapnoe Syndrom (OSAS)

Literaturrecherche

Bei seltenen Erkrankungen und bei dem Anwender unbekanntem Stoffwechselerkrankungen sollte ein schwieriger Atemweg grundsätzlich antizipiert werden. Neben klassischen Lehrbüchern (siehe Fußnote 1) können hierzu v.a. internetbasierte Portale empfohlen werden: Unter www.orphananesthesia.eu oder auch www.orpha.net finden sich aktualisierte, evidenzbasierte Handlungsempfehlungen zum anästhesiologischen Management bei seltenen pädiatrischen Erkrankungen. Darüber hinaus 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:

- *Biro P, Vagts DA, Emming U, Pasch T: Anästhesie bei seltenen Erkrankungen, 4.Auflage 2011, Springer*
- *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*
- *Katz J, Steward DL: Anesthesia and uncommon pediatric diseases, 2. Auflage 1993, Saunders (W.B.) Co Ltd*

Weiterführende Diagnostik

Vor allem bei tumorösen und/oder infektiologischen Prozessen wird eine Bildgebung (z.B. Sonographie, konventionelles Röntgen, MRT, CT) in der Regel durch die operative bzw. interventionelle Abteilung veranlasst. In wie weit eine anästhesiologisch indizierte Bildgebung - über die operativen Anforderungen hinaus – sinnvoll ist, muss im Einzelfall entschieden werden [6].

MERKE: Eine präoperative interdisziplinäre Risikostratifizierung mit den Kollegen der operativen bzw. interventionellen Fachabteilungen wird dringend empfohlen. Entsprechend der erwarteten Schwierigkeiten und Einschränkungen wird das gemeinsame anästhesiologische und operative Vorgehen festgelegt.

Kapitel 2: Organisatorisches Vorgehen beim Vorliegen eines erwartet schwierigen Atemweges

Die Versorgung eines Kindes mit *erwartet* schwierigem Atemweg bedarf des sorgfältigen und konsentierten Vorgehens aller beteiligten Disziplinen. Vor allem aber ist eine besonders kritische Indikationsstellung bezüglich eines operativen Eingriffs geboten, insbesondere, wenn dieser in (Analgo-)Sedierung oder Allgemeinanästhesie durchgeführt werden muss.

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

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

- Ist die anästhesiologische Versorgung in der eigenen Einrichtung personell, infrastrukturell und apparativ vollumfänglich möglich?
- Wenn 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, obliegt es dem Behandlungsteam zu entscheiden, ob im individuellen Fall die aktuell vorgehaltene klinische Expertise ausreichend ist oder ob eine Verlegung sinnvoll wäre.

Merke: Grundsätzlich muss die Behandlung eines Kindes mit *erwartet* schwierigem Atemweg in einem Zentrum mit spezieller kideranästhesiologischer Expertise und altersentsprechender personeller und apparativer Ausrüstung erfolgen.

Prozessorganisation

Für den Fall einer Verlegung müssen die Versorgungsstrukturen und potentiellen Zielkrankenhäuser im näheren Umfeld im Vorfeld bekannt sein. Es wird empfohlen, die 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 Gespräches. Letzteres stellt eine *conditio sine qua non* vor der Verlegung dar.

Elektive Patienten benötigen in der Regel keine weitere ärztliche Betreuung im Falle einer Sekundärverlegung. Bei Patienten mit einer beginnenden Kompromittierung oder der Notwendigkeit einer Analgosedierung während des Transports ist hingegen die Präsenz eines kinderanästhesiologisch und/oder kinderintensivmedizinisch erfahrenen Arztes zu fordern. Der Transport sollte dann mit einem Intensivtransportwagen (ITW) oder Intensivtransporthubschrauber (ITH) erfolgen, ausgestattet nach DIN 75076:2012, ergänzt mit adäquater Kinderausrüstung.

ENTWURF

Kapitel 3: Notfallmäßige Versorgung eines *erwartet* schwierigen Atemweges

Die Inzidenz eines Kindes mit einem *erwartet* schwierigen Atemweg ist selbst in spezialisierten Kliniken mit pädiatrischem Schwerpunkt äußerst gering und scheinen bei ca. 0.5% zu liegen [7,8]. Um so seltener kommt es im Rettungsdienst oder Krankenhaus vor, dass die Atemwege eines Kindes mit einem *erwartet* schwierigen Atemweg und einer unaufschiebbaren Interventions- oder OP-Indikationen gesichert werden müssen - ohne dass die dafür eigentlich notwendigen personellen und apparativen Ressourcen vor Ort vorhanden wären. Im Grunde kommt dies nur bei akuter lebensbedrohlicher oder rasch fortschreitender respiratorischer Dekompensation sowie im Falle von akuten Hämorrhagien, welche Lebens- oder Extremitäten-bedrohend sind, in Betracht. Alle anderen vorstellbaren Konstellationen erlauben in der Regel eine Verlegung.

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

1. Gesichtsmaskenbeatmung
2. Direkte Ventilation über einen nasopharyngeal platzierten Tubus („Rachentubus“)
3. Ventilation über eine supraglottische Atemwegshilfe (SGA)

ad 1: Gesichtsmaskenbeatmung

Die Gesichtsmaskenbeatmung erfolgt ggf. mit einem beidhändigen Masken-Esmarch-Griff, ggf. mit Hilfe eines passenden Oropharyngealtubus (Guedel Tubus) oder Nasopharyngealtubus (Wendl-Tubus) [1]. Der Guedel-Tubus verhindert beim bewusstlosen, sedierten oder anästhesierten Kind ein Zurückfallen der Zunge mit Verlegung der oberen Atemwege. Die richtige Größe ist zu beachten (siehe Abbildung 1a). Die korrekte Größenauswahl erfolgt durch Anlegen des Guedel von Mund (Schneidezahnebene) bis zum Kieferwinkel. Ist er zu klein, drückt er die Zunge nach hinten; ist er zu groß, drückt er die Epiglottis vor den Kehlkopfeingang (siehe Abbildung 1b). Durch eine mögliche Reizung des Guedel an Gaumen oder Ovula kann Würgen und Erbrechen ausgelöst werden. Er sollte grundsätzlich nur bei stark bewusstseinsgetrübten oder adäquat sedierten/anästhesierten Kindern eingeführt werden.

Abbildung 1 (Anmerkung: wird für die Publikation neu und mit Einwilligungen der Eltern fotografiert): Auswahl eines passenden oropharyngealen Atemwegs (Guedel Tubus) durch Anlegen von Mund (Schneidezahnebene) bis Kieferwinkel.

Ein Nasopharyngealtubus (Wendl-Tubus) ermöglicht auch bei oberer Atemwegsobstruktion einen 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 eine Obstruktion weiter bestehen; ist er zu lang, kann er in den Kehlkopf reichen und Husten auslösen oder in den oberen Ösophaguseingang gelangen. Im letzteren Fall besteht bei Sauerstoffapplikation durch den Wendl-Tubus die Gefahr der Regurgitation/Aspiration von Mageninhalt durch insufflierte Luft oder gar einer Magenruptur. Die korrekte Einfühlänge entspricht in der Regel der Distanz vom Nasenloch bis zum Tragus (siehe Abbildung 2). Die Größe des Außendurchmessers wird so gewählt, dass er die Nasenlöcher bei Einführung gerade nicht berührt. Der Wendl-Tubus kann auch beim oberflächlich anästhesierten bzw. wenig bewusstseinsgetrübten Kind eingeführt und in situ belassen werden.

Abbildung 2 (Anmerkung: wird für die Publikation neu und mit Einwilligungen der Eltern fotografiert): Ausmessen der korrekten Einfühlänge eines nasopharyngealen Atemwegs (Wendl-Tubus) durch Anlegen von Nasenloch bis Tragus.

ad 2: Direkte Ventilation über einen nasopharyngeal platzierten Tubus („Rachentubus“)

Bei der nasopharyngealen Beatmung wird ein altersentsprechender Trachealtubus durch die Nase in den Oropharynx vorgeschoben, so dass er in Wendl-Position (distales Ende oberhalb der Epiglottis) zu liegen kommt. Er wird dann mit einer Hand so gehalten, dass diese den Mund sowie das kontralaterale Nasenloch gleichzeitig verschließt (siehe Abbildung 3). Dies erlaubt, eine CPAP-, eine assistierten oder einer kontrollierten Beatmung auch beim Kind mit schwierigem Atemweg durchzuführen [9].

Die nasopharyngeale Beatmung mit „Rachentubus“ bietet sich 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 erlaubt. Sie kann auch bei einer im ersten Anlauf nicht gelungenen nasalen Intubation als Überbrückung sowie bei der fiberoptischen nasalen Intubation als ipsilaterale Führung oder zur kontralateralen nasopharyngealen Sauerstoffapplikation oder Beatmung eingesetzt werden.

Abbildung 3 (Anmerkung: wird für die Publikation neu und mit Einwilligungen der Eltern fotografiert): Technik der Ventilation über einen nasopharyngeal eingeführten Tubus („Rachentubus“). Beachte die Okklusion des gegenüberliegenden Nasenloches sowie des Mundes für eine effektive

Ventilation. Der Tubus kommt supraglottisch zu liegen, so dass eine iatrogene Ventilation des Magens nicht ausgeschlossen werden kann. Diesbezüglich ist daher die gleiche Vorsicht wie während der Ventilation über eine Gesichtsmaske zu beachten. Lageveränderungen des Kopfes können Einfluss auf die pharyngeale Position des Tubus haben

ad 3: Ventilation über eine supraglottische Atemwegshilfe (SGA)

Ist die Mundöffnung nicht wesentlich eingeschränkt, so bietet sich als überbrückende Maßnahme der Einsatz eines SGA (z.B. Larynxmaske) an, v.a. bei anatomisch fixierten Dysmorphien oder bei Stoffwechselerkrankungen mit Einlagerungen im Bereich der Atemwege (z.B. MPS, Hyalinosen) [10]. Welcher SGA eingesetzt wird, ist im Wesentlichen davon abhängig, welche Ausrüstung vorgehalten, geschult und regelmäßig verwendet wird. Aktuell sind SGA vom Typ der „perilaryngeal sealer“ (z.B. LMA) die am meisten eingesetzten SGA.

Merke: Alle beschriebenen Techniken lassen sich in der täglichen Routine trainieren, so dass sie im Bedarfsfall korrekt und erfolgreich angewendet werden können.

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

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 Versorgungsverantwortung für Kinder mit *erwartet* schwierigem Atemweg empfohlen wird. Dazu gehören:

- Eine begleitende chirurgische Disziplin (z.B. HNO, MKG oder Kinder-/Allgemeinchirurgie), welche hinreichende Erfahrung mit einem chirurgischen trachealen Zugang bei Kindern hat.
- Versorgungsstrukturen mit spezieller Kinderexpertise (Kinderintensivstation (PICU), interdisziplinäre Intensivstation mit regelhafter Kinderversorgung und/oder Kinderaufwachraum. .
- Logistik für die Postextubationsphase.

Training und Ausbildung

In einem Zentrum zur Versorgung von Kindern mit *erwartet* schwierigem Atemweg muss für eine adäquate Ausbildung und einen kontinuierlichen Erhalt der Expertise Sorge getragen werden. Die für die Beherrschung eines *erwartet* schwierigen Atemwegs notwendigen Techniken können nicht primär bei diesen Kindern erlernt werden. Das gilt nicht zuletzt für die fiberoptische Intubation. 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 nahezu alle notwendigen Atemwegstechniken 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 direkte Laryngoskopie 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 endotracheale Intubation.

Für die Ausbildung und das Management des *erwartet* schwierigen Atemwegs bei Kindern sollte eine klinikinterne SOP 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 präoperative Vorbereitung, zum Equipment, incl. Medikamente
- Extubationsstrategie
- Postoperative Versorgung

Strategien für den anatomisch fixierten, erwartet schwierigen Atemweg

Weniger die gewählte Strategie, als die darin bestehende Fertigkeit und Erfahrung [11] sind der Schlüssel zum Erfolg für eine erfolgreiche Atemwegssicherung. Es existiert keine ausreichende Evidenz bezüglich der Eignung oder Überlegenheit einzelner Techniken (z.B. die Form der Anästhesieeinleitung, die Wahl der verwendeten Medikamente, die Durchführung einer Probelaryngoskopie etc.), um ein verbindliches Vorgehen der Wahl festzulegen. Die gewählten Behandlungsstrategien unterscheiden sich zwischen einzelnen spezialisierten Zentren erheblich. Die Zentren sollten daher ihre lokal bewährten Vorgehensweisen festlegen.

Die fiberoptische Intubation in Allgemeinanästhesie gilt als Goldstandard zur Sicherung des *erwartet* schwierigen Atemwegs im Kindesalter. Hierbei gilt, dass die Spontanatmung so lange erhalten bleiben sollte, bis der Beweis einer erfolgreichen Ventilation über eine Gesichtsmaske oder eine supraglottische Atemwegshilfe zweifelsfrei erbracht ist.

Unabhängig von der gewählten Form der Anästhesieeinleitung muss frühzeitig ein intravenöser (i.v.) Zugang – vorzugsweise vor Narkoseeinleitung - etabliert werden. Im Falle einer geplanten Anlage im Anschluss an eine inhalative Narkoseeinleitung muss das Material für eine umgehende intraossäre Kanülierung als Notfallmaßnahme unmittelbar bereit liegen [12].

Die fiberoptische endotracheale Intubation (FOI)

Methode der Wahl zur Platzierung eines Endotrachealtubus beim *erwartet* schwierigen Atemweg ist auch bei Kindern die fiberoptische Intubation [8,13]. Sie kann sowohl nasal als auch oral durchgeführt werden. Die *wach*-fiberoptische Intubation („Gold-Standard“ im Erwachsenenalter [14]) ist auf Grund einer unvorhersehbaren oder fehlenden Kooperation bei Kindern in der Regel nicht möglich, sodass eine Allgemeinanästhesie, ggf. mit zusätzlicher topischer Anästhesie benötigt wird (siehe oben). Für die fiberoptische Intubation bei Kindern können insbesondere zwei Techniken empfohlen werden:

1. Die FOI über eine geeignete Larynxmaske (Tabelle 3). Vor allem bei Kindern mit Mukopolysaccharidose oder anderen mit Weichteileinlagerungen einher gehenden Stoffwechselerkrankungen ist diese Technik sehr erfolgreich [10].
2. Die FOI über die Endoskopiemaske nach Frei mit assistierter bzw. kontrollierter Maskenbeatmung [14].

Merke: 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.

Zwischen dem Außendurchmesser des flexiblen Endoskops und dem Innendurchmesser des Tubus sollte ein möglichst kleiner Kalibersprung liegen, um nach trachealer Positionierung der flexiblen Optik eine Verletzung der Weichteile durch den vorzuschiebenden Tubus zu vermeiden. Weiterhin sollte die Tubusspitze beim Vorschieben durch den Larynx nach anterior gedreht sein, um die Gefahr eines Verhakens der Tubusspitze an den laryngealen Strukturen zu reduzieren.

Videolaryngoskopie und Intubationsendoskope

Die sich seit ca. einem Jahrzehnt immer stärker verbreitende Videolaryngoskopie (VL) stellt einen großen Fortschritt im Bereich der Atemwegsicherung von Erwachsenen und Kindern dar. Verschiedene Studien konnten auch für den kindlichen Atemweg zeigen, dass die damit Visualisierung der laryngealen Strukturen im Vergleich zur direkten Laryngoskopie bei Kindern mit schwierigem Atemweg besser gelingt [15-17]. Obgleich erste Berichte auch die Anwendung videolaryngoskopischer Verfahren unter Spontanatmung beschreiben [18], ergeben sich für die Anwendung der VL sowie der Intubationsendoskope verschiedene – vor allem methodische – Einschränkungen. Hierzu gehören vor allem eine kleine Mundöffnung, Abszesse oder Tumore sowie Blutungen im oropharyngealen Bereich [14]. Insgesamt bieten Videolaryngoskope (VL) und Intubationsendoskope beim *erwartet* schwierigen Atemweg auch bei Kindern keine garantierte Erfolgsaussicht, können jedoch ergänzend zur primär fiberoptischen Intubation zum Einsatz kommen.

Gleichwohl kann konstatiert werden, dass die Videolaryngoskopie erfolgreich ist und im klinischen Alltag zunehmend eingesetzt wird. Ob und bei welchen Indikationen ein videolaryngoskopisches System die flexible Fiberoptik ersetzen könnte, kann noch nicht abschließend beurteilt werden.

Extubation und Postextubationsphase

Bei Patienten mit schwierigen Atemwegsverhältnissen muss auch auf die Extubations- und Postextubationsphase großes Augenmerk gelegt werden. Neben einem adäquaten alveolären Gasaustausch muss sichergestellt werden, dass ein Relaxanzienüberhang ausgeschlossen ist und die Kinder über ausreichende Schutzreflexe verfügen. Im Falle einer topischen Anästhesie des Kehlkopfs muss mit einer erhöhten Aspirationsgefahr gerechnet werden. Eine evtl. notwendige Re-Intubation muss personell und apparativ jederzeit antizipiert werden. Eine geplante Extubation sollte daher unbedingt zu den üblichen Kernarbeitszeiten bei möglichst optimaler personeller Infrastruktur stattfinden. Die Kinder sollten für mindestens 2 bis 3 Stunden im Aufwachraum oder auf der Intensivstation überwacht werden. Nach kleineren Eingriffen ohne traumatische Schädigung der Atemwege und bei sicherem Vorliegen aller üblichen Entlassungskriterien können sie grundsätzlich auch ambulanter versorgt werden.

Merke: Liegt ein schwieriger Atemweg gepaart mit weiteren, erschwerenden Risikofaktoren (z.B. Trauma bzw. Operation an den Atemwegen, Schleimhautödeme, kardio-pulmonale Einschränkung) vor, dann sollte die Extubation über einen in der Trachea verbleibenden Tubuswechsler (Airway Exchange Catheter) bzw. mit entsprechenden Extubations-Sets als „Reversible Extubation“ erfolgen. Dies kann entweder direkt postoperativ im OP oder auch als verzögerte Extubation auf der Intensivstation durchgeführt werden.

Tabelle 3: Larynxmasken zur Ventilation und Intubation[#] von Kindern		
Körpergewicht (kg)	Größe der Larynxmaske^{*§}	maximal ID Tubus <u>mit</u> Cuff (mm)[§]
<5 kg	1	(Anmerkung: wird für die Publikation erhoben)
5-10	1,5	
10-20	2	
20-30	2.5	
30-50	3	
	Intubationslarynxmaske #3	7.5

* beim Übergang von einer Größe zur nächsten, stets die größere Größe wählen.
keine blinde Intubation über eine Larynxmaske. Insertion eines Tubus oder eines Führungsstabes stets mittels flexibler Optiken anstreben. Ausnahme: Intubationslarynxmaske (hier erscheinen bis zu zwei blinde Intubationsversuche sinnvoll).
§ Für die Intubation bieten sich Larynxmasken mit einem kurzen Atemwegsschlauch sowie einer breiten Atemwegsöffnung innerhalb der Maskenschale an.
§ Möglichst geringen Kalibersprung zwischen dem Außendurchmesser der flexiblen Optik und dem Innendurchmesser des Tubus wählen (siehe auch Haupttext).

Dokumentation

Nach erfolgreicher Sicherung der Atemwege, bzw. Beendigung der perioperativen Versorgung muss das gewählte Vorgehen sowie die damit verbundenen Ergebnisse strukturiert dokumentiert werden. Inhaltlich sollten sich die nachfolgenden Aspekte wiederfinden:

Versorgung:	Notfallversorgung/elektive Versorgung
Narkoseinduktion	inhalativ oder intravenös +/- neuromuskuläre Blockade
Maskenbeatmung?	Nicht durchgeführt Einhand- oder Zweihandbeatmung +/- Guedeltubus erschwert nein/ ja Wenn ja, Lösung:
Supraglottische Atemwegshilfe	nicht verwendet wenn verwendet welche? Insertion: leicht / erschwert / nicht möglich Ventilation:

	problemlos / insuffizient / nicht möglich
Laryngoskopie;	Nicht durchgeführt Gerader Spatel Macintosh-Spatel Videolaryngoskopie Macintosh-ähnlichem Spatel mit stark anguliertem Spatel Flexibles Endoskope oral / nasal / über supraglottisch AW Bester Cormack & Lehane Grad +/- BURP
Intubation	nicht durchgeführt erschwert nein / ja. Wenn ja, Lösung
endgültige Tubusgröße	mit / ohne Cuff
Extubation?	unter spontanatmung tiefer Sedierung beim wachen kind erschwert nein / ja. Wenn ja, Lösung?

Wurden die Atemwege mit Hilfe einer flexiblen Fiberoptik gesichert, dann sollte im Anschluss daran sowohl der direkt-laryngoskopische als auch - soweit vorhanden - videolaryngoskopische Befund atraumatisch erhoben und dokumentiert werden. Obwohl die Limitationen eines C&L-Befundes bei liegendem Trachealtubus bekannt sind, können diese Informationen für nachfolgende Atemwegssicherungen nichts desto trotz hilfreich sein.

Fazit

Die Behandlung eines Kindes mit erwartet schwierigem Atemweg muss in einem Zentrum mit spezieller Kinderanästhesiologischer Expertise und altersentsprechender personeller und apparativer Ausrüstung erfolgen. Die Verlegung in ein entsprechendes Zentrum wird daher eindeutig empfohlen, sollten die Strukturen der eigenen Klinik nicht entsprechend sein.

Die Inzidenzen eines erwartet schwierigen Atemweges sind äußerst gering, so dass 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 supraglottischen Atemwegshilfe, gilt auf Grund der aktuellen Datenlagen als der zu empfehlende Standard. Hierbei wird der Erhalt der Spontanatmung bis zum zweifelsfreien Beweis der Möglichkeit zur Ventilation und Oxygenierung über eine Gesichtsmaske oder eine supraglottische Atemwegshilfe wird dringend angeraten.

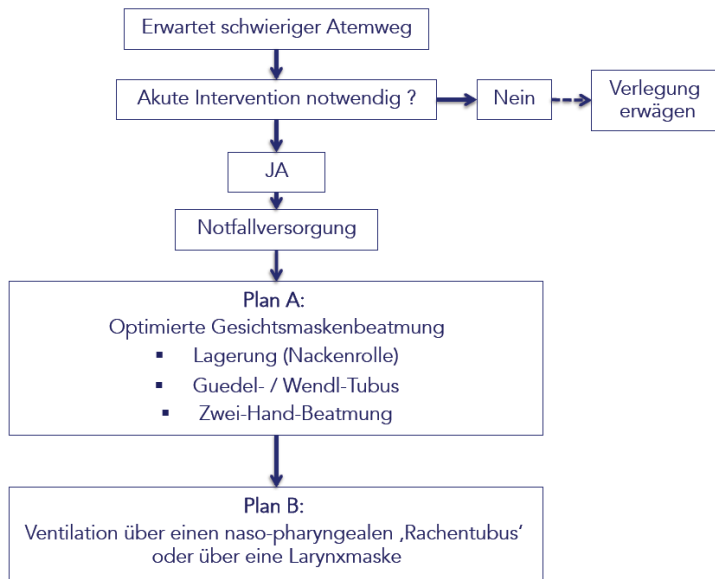
Als Notfalltechniken gelten die optimierte Gesichtsmaskenbeatmung, die Ventilation über eine supraglottische Atemwegshilfe oder die Ventilation über einen naso-pharyngealen positionierten „Rachentubus“. Sämtliche Techniken – sowohl für die elektive Versorgung als auch für die Notfallversorgung – können und sollten unter kontrollierten Bedingungen regelhaft angewendet und geübt werden.

Nicht nur aus akademischen Gründen sondern vor allem auf Grund der klinischen Notwendigkeit einer Informationsweitergabe, müssen die gewählten Strategien sorgfältig und strukturiert dokumentiert werden.

Literatur

1. Weiss M, Schmidt J, Eich C et al. DGAInfo - Handlungsempfehlungen zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemweges in der Kinderanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2011, DOI: S54-S63
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]. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 2009; 44: 728-734; quiz 735
5. Hohne C, Haack M, Machotta A et al. [Airway management in pediatric anesthesia]. *Der Anaesthesist* 2006; 55: 809-819; quiz 820
6. Rosenblatt W, Ianus 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. 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
8. 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
9. 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
10. 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
11. Weiss M, Bissonnette B, Engelhardt T et al. Anesthetists rather than anesthetics are the threat to baby brains. *Paediatric anaesthesia* 2013; 23: 881-882
12. Eich C, Weiss M, Neuhaus D et al. DGAInfo: Handlungsempfehlung zur intraossären Infusion in der Kinderanästhesie *Anästh Intensivmed* 2011; 52: S46-S52
13. 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
14. 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
15. 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
16. 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. *European journal of anaesthesiology* 2010; 27: 24-30
17. Kim JT, Na HS, Bae JY et al. GlideScope video laryngoscope: a randomized clinical trial in 203 paediatric patients. *British journal of anaesthesia* 2008; 101: 531-534
18. Fraser-Harris E, Patel Y. Awake GlideScope intubation in a critically ill pediatric patient. *Paediatric anaesthesia* 2012; 22: 408-409

Schema/Algorithmus „Erwartet schwieriger Atemweg bei Kindern“



ENTWURF