

## Airway management in prehospital emergency medicine

T. Piepho

► **Zitierweise:** Piepho T: Atemwegssicherung in der prähospitalen Notfallmedizin. Anästh Intensivmed 2020;61:385–393. DOI: 10.19224/ai2020.385

### Zertifizierte Fortbildung

### CME online

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

### Zusammenfassung

Die Sicherung und die Kontrolle der Atemwege bei Notfallpatienten gehören zu den zentralen Erfordernissen einer suffizienten prähospitalen Therapie. Bei spontan atmenden Patienten ist die Indikation zur Atemwegssicherung und zur Notfallnarkose sorgfältig abzuwägen. So können bei verschiedenen Erkrankungen nicht-invasive Techniken eingesetzt werden, die eine Reduzierung der Atemarbeit und verbesserte Oxygenierung erreichen. Ist ein invasives Vorgehen indiziert, soll bei spontan atmenden Patienten eine suffiziente Präoxygениierung und bei apnoeischen Patienten eine überbrückende Maskenbeatmung durchgeführt werden. Auch heute wird die endotracheale Intubation als Goldstandard der prähospitalen Notfallmedizin bezeichnet. Wichtigen Stellenwert hat inzwischen die Videolaryngoskopie. Allerdings ist keines der derzeit verfügbaren Geräte universell in jeder Situation einsetzbar oder für jede erdenkliche Konstellation zur endotrachealen Intubation geeignet. Zudem muss auch für die Verwendung eines Videolaryngoskops eine ausreichende Erfahrung mit dieser Technik vorhanden sein. In Hinblick auf eine hohe Erfolgsquote im ersten Intubationsversuch erscheint es sinnvoll, Macintosh-ähnliche Spatel zu verwenden und stark gekrümmte Spatel nur für besondere Situationen vorzuhalten. Extraglottische Atemwege (EGA) stellen eine Alternative zur Maskenbeatmung sowie zur endotrachealen Intubation

## Atemwegssicherung in der prähospitalen Notfallmedizin

dar. Sie können primär eingesetzt werden, wenn der Anwender keine ausreichende Erfahrung in der endotrachealen Intubation hat oder als Alternative nach frustranen Intubationsversuchen. Es sollen EGA mit der Möglichkeit der gastralnen Drainage verwendet und nach erfolgreicher Platzierung der Cuffdruck gemessen sowie ggf. angepasst werden. Die Koniotomie stellt das letzte Mittel dar, um einen Patienten vor einer schweren Hypoxie mit Todesfolge zu bewahren. Sie kommt immer dann zum Einsatz, wenn eine Oxygenierung und Ventilation mit anderen zur Verfügung stehenden Methoden nicht erreicht werden können („cannot intubate, cannot ventilate“).

### Summary

Securing and monitoring the airways in emergency patients are among the key requirements of appropriate prehospital therapy. For spontaneously breathing patients, the indication for airway management and prehospital anaesthesia should be checked carefully. For example, non-invasive techniques that facilitate respiratory work and improve oxygenation can be used in various diseases. Since the patient is unconscious and apnoeic bag-mask ventilation should be attempted until other techniques are available. Endotracheal intubation is still the so-called “gold standard” for airway management in a prehospital setting. Video laryngoscopes have an increasing role. However, none of the currently available devices is

### Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

### Schlüsselwörter

Atemwegsmanagement – Intubation – Videolaryngoskopie – Extraglottische Atemwege – Koniotomie

### Keywords

Airway Management – Intubation – Video Laryngoscopy – Extraglottic Airway – Cricothyrotomy

universally applicable in every situation. In addition, the use of a video laryngoscope requires sufficient experience with this technique. To achieve a high first-pass-success, Macintosh-like blades should be routinely used and strongly curved blades should be available for special situations only. Extraglottic airways devices (EGA) are an alternative to mask ventilation and endotracheal intubation. They can be used primarily if the user does not have sufficient experience in endotracheal intubation or as an alternative to failed intubation. EGA with the possibility of gastric drainage should be preferred. After successful placement, the cuff pressure should be measured and adjusted. Cricothyrotomy is the last technique for preventing a patient from severe hypoxia. It is required when oxygenation and ventilation cannot be achieved by other techniques („cannot intubate, cannot ventilate“).

## Einleitung

**Die Sicherung der Atemwege ist eine zentrale Aufgabe der prähospitalen Versorgung von akut schwer erkrankten oder verletzten Patienten. Ein Misserfolg bei der Sicherung der Atemwege kann innerhalb kürzester Zeit die Morbidität und Mortalität der Patienten drastisch erhöhen. Als Ziel aller Maßnahmen muss der Notarzt vor allem die Oxygenierung des Patienten sicherstellen. Vielfache erfolglose Intubationsversuche gefährden den Patienten durch die zunehmende Hypoxie und eine mögliche Traumatisierung der oberen Luftwege.**

Die Bewertung von Indikationen und unterschiedlichen Techniken ist oft schwierig, da nur sehr wenige randomisierte kontrollierte Studien oder Kohortenstudien bestehen. Gründe hierfür sind die große Heterogenität der Patientenkollektive, Erkrankungen und Verletzungen sowie die örtlichen und strukturellen Gegebenheiten. Als Beispiele können hier Unterschiede zwischen den Rettungsdienstsystemen und

der Qualifikationen der Beteiligten (z. B. Paramedic System in den USA) angeführt werden. Daher muss auch die Interpretation von Studien aus anderen Ländern mit Vorsicht erfolgen, da hier meist andere Systeme zur notfallmedizinischen Versorgung existieren. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Leitlinie **Prähospitales Atemwegsmanagement** der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) „nur“ eine Handlungsempfehlung einer Expertengruppe (Klassifikation S1) darstellt.

### Indikation zur Sicherung der Atemwege

Bei verschiedenen Verletzungen oder Erkrankungen ist die Indikation zur Atemwegssicherung einfach zu stellen. So ist diese

- bei Atemstillstand,
- bei insuffizienter Atmung sowie
- bei schwerer Bewusstseinsstörung in der Regel alternativlos.

Bei Patienten mit

- respiratorischer Insuffizienz und
- erhöhtem Aspirationsrisiko

sind der Nutzen und das Risiko sorgfältig abzuwägen (Abb. 1).

**Zur Beurteilung der Indikation zur Atemwegssicherung müssen auch die Transportwege und -mittel sowie die Erfahrung des Notarztes berücksichtigt werden [1].**

Bei einer **Bewusstseinsstörung** sollte die Indikation zur prähospitalen Narkose nicht nur nach der Glasgow-Coma-Scale (GCS) erfolgen. Vielmehr sind die Bewusstseinslage vor Absetzen des Notrufs und die Gründe für die Störung zu berücksichtigen. Auch bei rasch reversiblen Ursachen einer Vigilanzstörung oder suffizienten Schutzreflexen ist die Indikation sorgfältig abzuwägen.

Nur für wenige Indikationen gibt es klare Empfehlungen, wie beispielsweise für **polytraumatisierte Patienten**. Hier ist bei Patienten mit

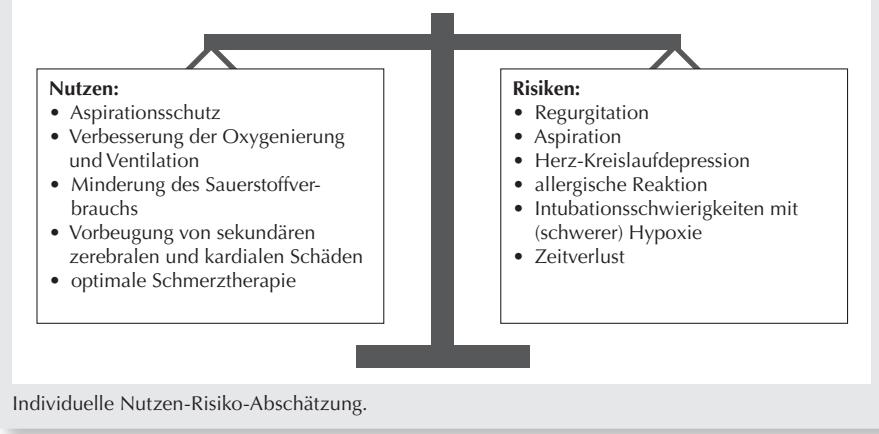
- einer peripheren Sauerstoffsättigung ( $\text{SpO}_2$ ) <90% trotz Sauerstoffgabe,
- einer häodynamischen Instabilität ( $\text{RR}_{\text{syst}} < 90 \text{ mmHg}$ ) oder
- einer respiratorischen Insuffizienz (Atemfrequenz >29/min)

die **Notfallnarkose** indiziert [2]. Bei Patienten mit einem **Schädel-Hirn-Trauma** ist dies bei einem GCS <9 der Fall [3].

### Nicht-invasive Maßnahmen

Nicht-invasive Maßnahmen zur Atemwegssicherung beinhalten die Gabe von **Sauerstoff**, den Einsatz von **Atemwegshilfsmitteln** sowie die **nicht-invasive Ventilation (NIV)**. Zu den Atemwegshilfsmitteln zählen in diesem Kontext oro- bzw. nasopharyngeale Tuben nach Guedel bzw. Wendl. Die NIV kann durch eine inspiratorische Druckunterstützung die Atemarbeit des Patienten deutlich reduzieren und ermöglicht zudem eine Rekrutierung von Atelektasen.

Abbildung 1





**Patienten, die keine schwere Bewusstseinstörung aufweisen, aber respiratorisch insuffizient sind, sollten möglichst nicht-invasiv beatmet werden.**

Vor allem bei einem akuten **hyperkapnischen Lungenversagen** ist die NIV oft ausreichend. Diese Form der Atemwegsstörung ist z.B. bei Patienten mit exazerbierter chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) zu beobachten. Die absoluten und relativen Kontraindikationen der NIV sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

### Präoxygenierung und Gesichtsmaskenbeatmung

Bevor eine Narkoseeinleitung erfolgt, muss eine suffiziente **Präoxygenierung** sichergestellt sein. Hierzu wird über eine auf dem Gesicht des Patienten dicht aufgesetzte **Beatungsmaske** 100% Sauerstoff verabreicht. Bei der Verwendung von **Beatmungsbeuteln** müssen der eingestellte **Sauerstofffluss mindestens 15 l/min** betragen und ein Reservoirbeutel angeschlossen sein, um eine

**Tabelle 1**

Absolute und relative Kontraindikationen der NIV (modifiziert nach [4]).

<b>Absolut</b>	fehlende Spontanatmung
	Schnappatmung
	Verlegung der Atemwege
	gastrointestinale Blutung, Ileus
	nicht-hyperkapnisches Koma
<b>Relativ</b>	hyperkapnisches Koma
	massive Agitation
	massiver Sekretverhalt
	schwere Hypoxämie oder Azidose ( $\text{pH} < 7,1$ )
	Hämodynamische Instabilität (kardiogener Schock)
	anatomische und/oder subjektive Interface-Inkompatibilität
	Z. n. Operation am oberen Gastrointestinaltrakt

möglichst hohe Sauerstoffkonzentration zu erreichen (>90%). Das Reservoir dient dabei der Sauerstoffanreicherung im Beatmungsbeutel. Eine Alternative stellen Beatmungsbeutel dar, die mit einem Demandssystem konnektiert werden können [5]. Hiermit ist schon nach kurzer Zeit die Versorgung mit einer hohen inspiratorischen Sauerstofffraktion ( $F_{\text{O}_2}$ ) möglich. Die Anwendung einer Nasensonde oder einer **Sauerstoffreservoirmaske** ist nicht für eine adäquate Präoxygenierung geeignet. Diese Systeme dienen lediglich der Sauerstoffanreicherung und sind somit hinsichtlich der maximal erreichbaren inspiratorischen Sauerstoffkonzentration selbst bei hohem Gasfluss limitiert ( $F_{\text{O}_2}$  je nach verwendetem System max. 0,3 – 0,75).

**Eine Präoxygenierung vor Einleitung einer Narkose soll wann immer möglich bei einem spontan atmenden Patienten über einen Zeitraum von 3–4 Minuten erfolgen [6].**

Eine Verlängerung des Zeitraums über 4 Minuten scheint keine weiteren Vorteile zu bringen [7].

Die Beatmung mit Hilfe von **Beutel-Masken-Systemen** stellt eine weltweit verbreitete Technik dar, die regelmäßig zur Ventilation und Oxygenierung von Patienten eingesetzt wird. Über einen Beatmungsbeutel mit angeschlossener Maske kann sowohl eine assistierte als auch kontrollierte Beatmung des Patienten durchgeführt werden. Aufgrund anatomischer oder pathologischer Gegebenheiten kann eine Maskenbeatmung jedoch erschwert oder ganz unmöglich sein. Eine **Optimierung der Kopfposition** des Patienten, die **Beatmung mit zwei Helfern**, um die Maske mit zwei Händen halten zu können, oder aber die Insertion eines **Oro- bzw. Nasopharyngealtubus** erleichtern die Beatmung häufig.

Aufgrund der Abnahme des Tonus des unteren Ösophagussphinkters bei bewusstlosen Patienten [8] besteht im Rahmen der Maskenbeatmung, insbesondere bei Patienten mit Herzstillstand,

ein erhöhtes **Regurgitations- und Aspirationsrisiko**. Die akzidentelle Insufflation von Luft in den Magen während der Maskenbeatmung erfolgt spätestens bei einem Ösophagusdruck von 15–18 cm H<sub>2</sub>O (bei Reanimationspatienten bereits bei deutlich niedrigeren Werten) und ist bei präklinisch beatmeten Patienten regelmäßig nachweisbar [9]. Gefährliche Spitzen des Beatmungsdrucks werden vor allem durch zu große Hubvolumina und eine zu hohe Beatmungsfrequenz, zum Teil in Kombination mit einer partiellen Obstruktion der oberen Luftwege, verursacht (Tab. 2). Um einer Regurgitation von Mageninhalt mit konsekutiver Aspiration flüssiger oder fester Stoffe in die Trachea oder tieferen Atemwege vorzubeugen, sollten Atemzugvolumina von ca. 400–500 ml (6 ml/kg Körpergewicht) gewählt werden [10].

**Die Beatmung per Maske ist bei Atemstillstand indiziert als überbrückende Maßnahme, bis eine extraglottische Atemwegshilfe plaziert bzw. die endotracheale Intubation durchgeführt werden kann oder aber als Rückfalltechnik nach gescheitertem Intubationsversuch.**

Auch zur kurzfristigen Beatmung, z.B. bei kurzen Interventionen, kann die Maskenbeatmung eingesetzt werden.

### Endotracheale Intubation

Die endotracheale Intubation per Laryngoskopie gilt als **Goldstandard zur Atemwegssicherung**. So gibt es für

**Tabelle 2**

Maßnahmen zur Reduktion der Mageninsufflation bei der Maskenbeatmung.

Reduktion des inspiratorischen Flows durch Verabreichung des Beatmungshubs über eine Zeit von 1,0 bis 1,5 Sekunden
Vermeidung von CPAP oder PEEP
Begrenzung des Hubvolumens unter Sauerstoffgabe auf eben sichtbar ausgelöste Thoraxexkursionen
sofortige Korrektur einer Verlegung der Atemwege

Patienten mit einem Herzstillstand retrospektive Studien, die einen Vorteil der endotrachealen Intubation im Vergleich zu extraglottischen Atemwegshilfen zeigen [11,12]. Allerdings stellt ein **unerwartet schwieriger Atemweg** oftmals auch den Erfahrenen vor große Probleme und ist im Vergleich zur Routineanästhesie in der Notfallmedizin überproportional häufig mit Komplikationen assoziiert. Die Inzidenz für eine mangelhafte Sicht auf den Larynx ist in der Notfallmedizin im Vergleich zur klinischen Anästhesie erhöht (Cormack und Lehane (CL)-Grad 3: 13% vs. 5%, CL-Grad 4: 7% vs. 1%). Es besteht eine erhöhte Rate an Fehlintubationen (2% vs. 0,3%) und Mehrfachversuchen (4% vs. 2%) bei der prähospitalen Atemwegssicherung [13]. Dabei ist ein schneller Erfolg der Intubation wichtig. So haben verschiedene Studien in den letzten Jahren gezeigt, dass eine hohe Erfolgsquote im ersten Intubationsversuch mit einer deutlich geringeren Inzidenz an Komplikationen verbunden ist. Dies betrifft insbesondere die Hypoxie, Fehlintubation, Aspiration und Hypotonie [14,15]. Schon bei einem zweiten Intubationsversuch ist das Komplikationsrisiko verdreifacht [16,17]. Daher ist ein hoher **first-pass-success** – also eine hohe Erfolgsrate im ersten Intubationsversuch – notwendig. Ein alleiniges Vorhalten von Hilfsmitteln oder Alternativen ist nicht ausreichend, um dies zu erreichen.

#### **Um eine Atemwegssicherung erfolgreich durchzuführen, ist das Zusammenspiel zwischen ärztlicher Erfahrung, pharmakologischem Wissen und der regelmäßigen Anwendung der vorgehaltenen Techniken entscheidend.**

Die Möglichkeit einer **Verletzung der Halswirbelsäule (HWS)** muss bei bestimmten Unfallmechanismen immer in Betracht gezogen werden. Hierzu zählen Unfälle von Zweiradfahrern, Stürze oder Sprünge mit einem Anpralltrauma der Kopf-Halsregion sowie Traumata von Fußgängern nach Verkehrsunfällen. Bis zum radiologischen Ausschluss muss

die **prophylaktische Immobilisation der HWS** aufrechterhalten werden. Ist bei diesen Patienten eine endotracheale Intubation erforderlich, wird zur Atemwegssicherung der **ventrale Anteil des Immobilisationskragens** geöffnet und mit einem Helfer die Halswirbelsäule achsengerecht stabilisiert. Hierdurch können Intubationsschwierigkeiten infolge der deutlich eingeschränkten Mundöffnung vermieden werden. Unmittelbar im Anschluss an die Intubation wird der HWS-Immobilisationskragen wieder geschlossen [1].

#### **Indirekte Laryngoskopie**

Eine indirekte Visualisierung der Glottisebene kann prinzipiell auf zwei Arten erreicht werden:

- Eine kleine Digitalkamera, analog zu verwendeten Kameras in z.B. Mobiltelefonen, befindet sich an der Spitze eines Spatels. Das Bild wird elektronisch an einen Bildschirm übermittelt. Dabei kann der Bildschirm direkt in das Gerät integriert oder über ein Kabel mit dem Laryngoskopgriff verbunden sein.
- Mittels eines optischen Systems kann die Sicht über fiberoptische Fasern oder über Prismen zu einem Okular übertragen werden. Über das Okular kann dann entweder direkt visualisiert werden oder es wird das Bild mittels einer Kamera auf einen externen Monitor übertragen.

Einen hohen Stellenwert in der Notfallmedizin hat in den letzten Jahren die **Videolaryngoskopie** bekommen. Vor allem für unerfahrene Anwender ist der Intubationserfolg höher als für die direkte Laryngoskopie beschrieben [18,19]. Zudem ist eine geringere HWS-Reklination notwendig [20,21]. Bei aller Euphorie muss jedoch klar betont werden, dass keines der derzeit verfügbaren Geräte universell in jeder Situation einsetzbar oder für jede erdenkliche Konstellation zur endotrachealen Intubation geeignet ist. Zudem muss bedacht werden, dass auch die Verwendung eines Videolaryngoskops eine ausreichende Erfahrung in der Sicherung von schwierigen Atemwegen nicht ersetzen und die Visualisierung

der Stimmwandebene unmöglich sein kann. In Abhängigkeit vom verwendeten Instrument ist eine gute Sicht auf die Stimmbänder nicht mit einer erfolgreichen Platzierung des Endotrachealtubus gleichzusetzen.

Grundsätzlich können **drei unterschiedliche Spatelformen** unterschieden werden:

- **Spatel mit Tubusleitschiene:** Diese ist in den Spatel integriert. Der Tubus wird meist vor Einbringen des Instrumentes in die Schiene eingelegt und nach Identifizierung der Stimmritze unter Sicht in die Trachea vorgeschnitten. Spatels mit integrierter Führungsschiene sollen das Platzieren des Tubus vor die Stimmbandebene erleichtern. Durch die Führungsschiene ist es allerdings nicht möglich, den Tubus bzw. die Tubusspitze allein zu kontrollieren. Zur Änderung der Richtung muss das Instrument entsprechend gekippt oder gedreht werden. Beim Vorschlieben des Endotrachealtubus aus der Führungsschiene kann die Tubusspitze durch die materialbedingte Biegung in verschiedene Richtungen abweichen. Dies macht eine Nachpositionierung des Gerätes während der endotrachealen Intubation notwendig. Während der Ausrichtung des Instrumentes ist es hilfreich, die Glottisebene im Sichtbereich zu zentrieren. Trotzdem ist eine korrekte Positionierung nicht immer möglich [22,23].
- **Spatel mit Macintosh-ähnlicher Krümmung:** Hierbei sind die Spatels ähnlich dem Macintosh-Laryngoskop gebogen. Neben dem direkten Bild per Monitor ist bei diesem Spateltyp weiterhin auch eine direkte Sicht auf die Glottisebene möglich. Zudem ist das Platzieren des Tubus bei diesen Instrumenten oftmals nicht sehr schwierig: Der Tubus muss um keine sehr starke Krümmung geführt werden und die Spitze liegt nach Passage der Stimmbandebene nicht an der Tracheavorderwand an.
- **Spatel mit starker Krümmung:** Durch die indirekte Laryngoskopie erfolgt quasi ein „Blick um die Ecke“.

Ein direktes Einsehen der Stimm-  
bandebene ist mit diesem Spateltyp  
nicht möglich. Der Tubus muss daher  
zuerst über einen steilen Winkel ge-  
führt werden, um ihn anschließend tracheal zu platzieren. Verschiedene Möglichkeiten sind beschrieben, mit denen der Tubus sicherer oder schneller tracheal platziert werden kann: Durch die Vorbiegung des Tubus um 90° mit Hilfe eines biegbaren Mandrins in die sogenannte **Hockeyschläger-Form** konnte im Vergleich zu einer 60°-Vorbiegung der Tubus nach subjektiver Einschätzung der Anwender besser endotracheal platziert werden [24]. Spezielle Führungsstäbe mit einer Vorbiegung von ca. 60° sind verfügbar. Laut einer Untersuchung bringt die Verwendung dieses starren Mandrins allerdings keinen Vorteil gegenüber eines entsprechend vorbereiteten konventionellen Führungsstabs [25]. Auch nach Passage der Stimmbänder sind weitere Probleme möglich. So kann ein weiteres Vorschieben des Tubus durch dessen teilweise extreme Vorbiegung durch den einliegenden Führungsstab behindert sein. Dies ist oftmals dadurch bedingt, dass der Tubus in Richtung des ventralen Anteils des Larynx weist. Hier kann ein Vorschieben des Tubus unter gleichzeitigem Zurückziehen des Führungsstabs hilfreich sein [26,27]. Ein Rotieren des Tubus um 180° kann ebenfalls zu einem Intubationserfolg führen. Zudem kann es hilfreich sein, die Spatelspitze des Videolaryngoskops ein wenig nach hinten (oralwärts) zu positionieren. Hierdurch wird mehr Platz im Bereich der Stimmwandebene geschaffen und der Tubus kann einfacher tracheal platziert werden. Die Anwendung eines **Gum Elastic Bougie** oder **Frova Intubation Stylet** kann ebenfalls bei der endotrachealen Platzierung hilfreich sein. Die Einführhilfe kann unter videolaryngoskopischer Sicht in die Glottis dirigiert werden, und der Tubus wird im Anschluss tracheal platziert [28].

Erst nach ausreichender Erfahrung unter kontrollierten innerklinischen Bedingungen ist der Einsatz der Videolaryngoskopie auch im prähospitalen Bereich mit hoher Erfolgsrate möglich. Erste Studien beschrieben, dass die Anwendung der Videolaryngoskopie schnell erlernt werden kann [26,29,30]. Die Anzahl der Anwendungen bis zum sicheren Umgang auch mit stark gekrümmten Spateln wurde im Rahmen von Phantomstudien mit 5–8 angegeben [31,32]. Inzwischen zeigt eine klinische Arbeit, dass mehr als 70 Intubationen mit der Videolaryngoskopie und stark gekrümmten Spateln notwendig sind, um eine hohe Erfolgsrate zu erzielen [33].

**In Hinblick auf einen hohen First-Pass-Success erscheint es sinnvoll, in der Notfallmedizin Macintosh-ähnliche Spatel zu verwenden und stark gekrümmte Spatel nur für besondere Situationen vorzuhalten.**

Zudem ist es unbedingt notwendig, über ausreichende Erfahrung im Umgang mit den Instrumenten zu verfügen. Die Anzahl der Intubationsversuche mit dem Videolaryngoskop soll auf 2 mit jeweils maximal 30 Sekunden Dauer begrenzt werden. Dabei ist zu beachten, dass während einer kardiopulmonalen Reanimation Thoraxkompressionen lediglich für 5 Sekunden unterbrochen werden dürfen [34].

### Extraglottische Atemwege

#### Allgemeines

Extraglottische Atemwege (EGA), in der Literatur auch supraglottische oder pharyngeale Atemwegshilfen genannt, stellen eine Alternative zur Maskenbeatmung sowie zur endotrachealen Intubation dar. Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Indikationen:

- **Primäre Verwendung von EGA**, wenn keine ausreichende Erfahrung in der endotrachealen Intubation besteht.
- **Sekundärer Einsatz der EGA** bei erfolgloser Intubation als Alternative zur Atemwegssicherung.

**Im Vergleich zur Beatmung per Gesichtsmaske sind bei der Beatmung mit extraglottischen Hilfsmitteln größere Tidalvolumina erzielbar, Mageninsufflationen weniger ausgeprägt und die Inzidenz von Aspirationen geringer [35]. Im Gegensatz zur Intubation kann die Verwendung von EGA schneller erlernt werden [36].**

Zwei unterschiedliche Gruppen von EGA können unterschieden werden, nämlich **Instrumente** vom Larynxmaskentyp sowie **ösophageale Verschlusstuben**. Dabei werden die Atemwegshilfen anhand der Möglichkeit, eine Magensonde zu platzieren, weiter differenziert. Während dies bei Modellen der 1. Generation nicht möglich war, verfügen Modelle der 2. Generation über einen separaten Schenkel, der die Drainage des Magens erlaubt. Grundsätzlich sollten in der prähospitalen Notfallmedizin nur noch EGA der 2. Generation vorgehalten und eingesetzt werden, da somit das Aspirationsrisiko gesenkt werden kann [37].

#### Larynxmaskentyp

EGA vom Larynxmaskentyp dichten mit einem Cuff den Kehlkopf von dorsal ab und ermöglichen somit eine Beatmung, ohne einen Tubus durch die Glottis zu führen. Die Spitze des Cuffs muss auf dem oberen Ösophagussphinkter aufliegen, um eine bestmögliche Dichtheit zu erreichen und gleichzeitig die Gefahr einer Mageninsufflation zu verringern. Eine Larynxmaske kann mit entsprechender Erfahrung rasch und ohne zusätzliche Hilfsmittel manuell platziert werden. Dazu muss der Patient – vergleichbar mit der Narkoseeinleitung vor einer endotrachealen Intubation – anästhesiert oder tief bewusstlos sein. Die ideale Kopfposition ist die **Schnüffel- bzw. verbesserte Jackson-Position**. Eine mögliche Methode zur erfolgreichen Platzierung einer Larynxmaske umfasst die Öffnung des Mundes, die Reklination des Kopfes und das Einführen der Larynxmaske entlang des harten Gaumens in den Rachen. Die Maske ist ausreichend eingeführt, wenn ein

eindeutiger Widerstand beim Platzieren der Maskenspitze im Bereich des oberen Ösophagussphinkters zu spüren ist. Je nach Typ tritt ab einem Beatmungsdruck von ca. 20 cmH<sub>2</sub>O eine Leckage auf [38]. Eine adäquate Ventilation von Patienten mit einer niedrigen Lungen- oder Thoraxcompliance ist daher nur eingeschränkt möglich.

**Nach erfolgreicher Platzierung soll der Cuffdruck gemessen und angepasst werden. Ein Cuffdruck über 60 cmH<sub>2</sub>O soll vermieden werden.**

## Ösophageale Verschlusstuben

Wichtigster Vertreter dieser Gruppe ist der **Larynxtubus**. Dieser besteht aus einem Tubus mit einem oropharyngealen und einem ösophagealen Cuff. Das proximale Ende ist mit einem farbig kodierten Standard-Konnektor versehen. Je nach Größe des Larynxtubus variiert die Farbe des Konektors. Der oropharyngeale Cuff dichtet den Atemweg nach proximal ab. Die Beatmung erfolgt über eine Öffnung zwischen den beiden Cuffs. Diese werden simultan durch eine Blockerspritze gefüllt. Zur erfolgreichen Platzierung des Larynxtubus empfiehlt es sich, den Kopf in der **verbesserten-Jackson-Position** zu lagern. Der Mund wird geöffnet, der Kopf rekliniert und der Larynxtubus entlang des harten Gaumens mittig in den Rachen eingeführt, bis ein leichter Widerstand zu spüren ist. Die mittlere schwarze Markierung am Schaft kommt dabei zwischen den beiden Zahnreihen zu liegen. Nach Platzierung erfolgt die Auskultation der Lunge zur Verifizierung der korrekten Lage. Über ein zweites Lumen kann eine Magensonde eingelegt werden. Auch bei diesem EGA soll nach Platzierung der Cuffdruck gemessen und angepasst werden [39,40].

Es erscheint sinnvoll, prähospital diejenigen EGA vorzuhalten, an denen die Ausbildung erfolgt ist.

**Um eine ausreichende Lernkurve absolviert zu haben, wird empfohlen,**

**mindestens 40 Anwendungen der EGA am Patienten unter kontrollierten Bedingungen – also bei Patienten, die sich einem elektiven operativen Eingriff in Allgemeinanästhesie unterziehen müssen – durchzuführen [41].**

Eine alleinige Ausbildung am **Atemwegstrainer** ist nicht ausreichend. Nach Absolvierung dieser Lernkurve sollen jährlich mindestens 3 Anwendungen durchgeführt werden. Wird ein EGA prähospital durch einen Mitarbeiter des Rettungsdienstes gelegt, so soll nach Eintreffen des Notarztes kritisch geprüft werden, ob eine endotracheale Intubation notwendig und sinnvoll ist. Hier gilt es abzuwegen, ob das Risiko des Entfernen eines funktionierenden EGA mit – zumindest kurzfristiger – Unterbrechung der Beatmung geringer einzuschätzen ist als die Vorteile des Endotrachealtubus. Spätestens nach Aufnahme im Krankenhaus soll der EGA ersetzt werden [42].

## Koniotomie

Die **invasive Atemwegssicherung** stellt das letzte Mittel dar, um einen Patienten vor einer schweren Hypoxie mit Todesfolge zu bewahren. Sie kommt immer dann zum Einsatz, wenn eine Oxygenierung und Ventilation mit anderen zur Verfügung stehenden Methoden wie z.B. Maskenbeatmung, Platzierung eines supraglottischen Hilfsmittels oder aber Einsatz eines Videolaryngoskopes nicht erreicht werden kann („cannot intubate, cannot ventilate“). Hierzu wird das **Ligamentum cricothyroideum** durchtrennt und eine Kanüle tracheal platziert. Bei Durchführung einer Notfalltracheotomie sind Komplikationen häufiger, sodass speziell im Notfall immer eine Koniotomie durchgeführt werden soll [43].

Das Ligamentum cricothyroideum ist die am oberflächlichsten gelegene Stelle des Atemwegs und befindet sich zwischen dem dominanten Schildknorpel und dem Ringknorpel. Üblicherweise ist die membranartige Bandstruktur 2,2–3,3 cm breit und 0,9–1,0 cm hoch. Das wichtigste Gefäß in diesem Bereich

ist die Arteria thyroidea superior, die häufig am lateralen Rand der Membran verläuft.

Typische Situationen, in denen eine Koniotomie notwendig sein kann, sind

- massive Schwellungen im Bereich des Hypo- und Oropharynx (z.B. hereditäres Angioödem nach ACE-Hemmer-Einnahme),
- schwerste allergische Reaktionen mit Schwellungen im Bereich der supraglottischen Atemwege,
- schwerste Verbrennungen/Verätzungen in Gesicht und Atemwegen sowie
- große Tumoren oder entzündlich bedingte Raumforderungen im Bereich der oberen Atemwege.

Zur Koniotomie stehen drei unterschiedliche Verfahren zur Verfügung:

- **Chirurgische Präparation:** Hierbei wird nach einem Hautschnitt das Ligamentum cricothyroideum durchtrennt und mit Hilfe eines Spekulums, Hakens oder einer Schere eine Kanüle platziert.
- **Punktionstechnik mit Platzierung einer Kanüle:** Bei diesem Vorgehen wird analog zum Vorgehen zur Anlage einer Venenverweilkannüle eine spezielle Trachealkanüle vorgeschnitten.
- **Punktion mit Seldinger-Technik:** Nach Punktions wird ein Führungsdrähter in der Trachea platziert und nach Dilatation eine Trachealkanüle vorgeschnitten.

Unabhängig von dem gewählten Verfahren erleichtert eine Reklination des Kopfes die Durchführung der Koniotomie. Zudem kann eine Unterpolsterung der Schultern (z.B. mit einem Bettkissen) hilfreich sein, um diese Lagerung zu erreichen und auch während der Versorgung beizubehalten. Nach Platzierung einer dünnen Kanüle ist eine Jetventilation oder transtracheale Ventilation mittels Ejector-Verfahren (Ventrain®) notwendig. Andere Verfahren sind insuffizient; auch nach Platzierung einer 14 G-Kanüle ist eine effektive Ventilation über einen 3-Wege-Hahn oder mit auf die Kanüle aufgesetztem Beatmungsbeutel nicht möglich [45].

Es existieren nur wenige kontrollierte, vergleichende Studien über die unterschiedlichen Verfahren zur invasiven Atemwegssicherung. Dies ist wahrscheinlich dadurch bedingt, dass diese Verfahren nur in extremen Notfallsituationen zum Einsatz kommen. Verfügbare Untersuchungen wurden retrospektiv an Tieren oder an Leichen durchgeführt. Es fällt daher schwer, die einzelnen Techniken bezüglich ihrer Wertigkeit gegeneinander zu beurteilen. In der Leitlinie **Atemwegsmanagement** der DGAI werden daher alle drei Techniken mit dem gleichen Stellenwert bewertet [44]. Um eine Technik zur invasiven Atemwegssicherung zu erlernen, bietet sich folgendes Vorgehen an:

- Identifikation einer präferierten Methode zur invasiven Atemwegssicherung
- jährliche Übung der Methode am Atemwegssimulator (Die Lernkurve für eine chirurgische Koniotomie am Atemwegstrainer wird mit fünf Anwendungen beschrieben. [46,47])
- Nach Möglichkeit sollte die bevorzugte Methode an Leichen oder am Tiermodell geübt werden [48].

**Wichtig ist, die vorgehaltene Technik regelmäßig an einem Modell zu üben und die Entscheidung zur Notfallkoniotomie rechtzeitig zu treffen.**

### Maßnahmen nach Sicherung der Atemwege

Eine **beidseitige Auskultation des Thorax** in der Axillarlinie (beidseitiges Atemgeräusch vorhanden?) sowie die **Auskultation des Epigastriums** (kein Beatmungsgeräusch?) muss nach jeder Intubation durchgeführt werden. Das sicherste Verfahren, um eine endotracheale Tubuslage zu bestätigen, ist jedoch neben der Tubusplatzierung unter visueller Kontrolle die **endexspiratorische CO<sub>2</sub>-Messung mittels Kapnographie** [49].

### Bei der Beatmung wird eine Normoventilation mit einem endtidalen CO<sub>2</sub>-Partialdruck von 35–40 mmHg angestrebt.

Neben der CO<sub>2</sub>-Messung soll bei jedem beatmeten Patienten die kontinuierliche Überwachung der Oxygenierung mithilfe der peripheren Pulsoxymetrie erfolgen, um die Beatmungstherapie zu überwachen und frühzeitig eine Hypoxie ( $\text{SpO}_2 < 90\%$ ) zu erkennen. Da die manuelle Beatmung oftmals zu unnötig hohen Tidalvolumina und zu hohen Beatmungsfrequenzen führt, sollte eine lungenprotektive maschinelle Beatmung mit einem Tidalvolumen von 6–8 ml/kg Körpergewicht angestrebt werden.

### Literatur

1. Bernhard M, Bein B, Böttiger BW, Bohn A, Fischer M, Gräsner JT et al: Handlungsempfehlung: Prähospital Notfallnarkose beim Erwachsenen. Anästh Intensivmed 2015;56:317–335
2. S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwer-verletzten-Behandlung. AWMF Register-Nr. 012/019
3. S2e – Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma im Erwachsenenalter AWMF Register-Nr. Register-Nr. 008–001
4. Westhoff M, Schonhofer B, Neumann P, Bickenbach J, Barchfeld T, Becker H et al: Nicht-invasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. Pneumologie 2015;69:719–756
5. Paal P, Herff H, Mitterlechner T, von Goedecke A, Brugger H, Lindner KH, et al: Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. Resuscitation 2010;81:148–154
6. Mort TC: Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. Crit Care Med 2005;33:2672–2675
7. Mort TC, Waberski BH, Clive J: Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. Crit Care Med 2009;37:68–71
8. Bowman FP, Menegazzi JJ, Check BD, et al: Lower esophageal sphincter pressure during prolonged cardiac arrest and resuscitation. Ann Emerg Med 1995;26:216–219
9. Cummins RO, Austin D, Graves JR, et al: Ventilation skills of emergency medical technicians: A teaching challenge for emergency medicine. Ann Emerg Med 1986;15:1187–1192
10. von Goedecke A, Wagner-Berger HG, Stadlbauer KH, Krismer AC, Jakubaszko J, Bratschke C, et al: Effects of decreasing peak flow rate on stomach inflation during bag-valve-mask ventilation. Resuscitation 2004;63:131–136
11. Benoit JL, Gerecht RB, Steuerwald MT, McMullan JT: Endotracheal intubation versus supraglottic airway placement in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis. Resuscitation 2015;93:20–26
12. Sulzgruber P, Datler P, Sterz F, Poppe M, Lobmeyr E, Keferbock M, et al: The impact of airway strategy on the patient outcome after out-of-hospital cardiac arrest: A propensity score matched analysis. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care 2018;7:423–431
13. Timmermann A, Eich C, Russo SG, Natge U, Brauer A, Rosenblatt WH, et al: Prehospital airway management: A prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. Resuscitation 2006;70:179–185
14. Bernhard M, Becker TK, Gries A, Knapp J, Wenzel V: The First Shot Is Often the Best Shot: First-Pass Intubation Success in Emergency Airway Management. Anesth Analg 2015;121:1389–1393
15. Nakstad AR, Heimdal HJ, Strand T, Sandberg M: Incidence of desaturation during prehospital rapid sequence intubation in a physician-based helicopter emergency service. Am J Emerg Med 2011;29:639–644
16. Martin LD, Myrhe JM, Shanks AM, Tremper KK, Khetpal S: 3,423 emergency tracheal intubations at a university hospital: airway outcomes and complications. Anesthesiology 2011;114:42–48
17. Sakkles JC, Chiu S, Mosier J, Walker C, Stoltz U: The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department. Acad Emerg Med 2013;20:71–78
18. Boedeker BH, Bernhagen MA, Miller DJ, Miljkovic N, Kuper GM, Murray WB: Field use of the STORZ C-MAC video laryngoscope in intubation training with the Nebraska National Air Guard. Stud Health Technol Inform 2011;163:80–82
19. Piepho T, Fortmueller K, Heid FM, Schmidtmann I, Werner C, Noppens RR: Performance of the C-MAC video laryngoscope in patients after a limited glottic view using Macintosh laryngoscopy. Anaesthesia 2011;66:1101–1105
20. Hirabayashi Y, Fujita A, Seo N, Sugimoto H: Distortion of anterior

- airway anatomy during laryngoscopy with the GlideScope videolaryngoscope. *J Anesth* 2010;24:366–372
21. Turkstra TP, Craen RA, Pelz DM, Gelb AW: Cervical spine motion: a fluoroscopic comparison during intubation with lighted stylet, GlideScope, and Macintosh laryngoscope. *Anesth Analg* 2005;101:910–915
  22. Dhonneur G, Abdi W, Amathieu R, Ndoko S, Tual L: Optimising tracheal intubation success rate using the Airtraq laryngoscope. *Anaesthesia* 2009;64:315–319
  23. Malin E, Montblanc JD, Yniveb Y, Marret E, Bonnet F: Performance of the Airtraq laryngoscope after failed conventional tracheal intubation: a case series. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:858–863
  24. Jones PM, Turkstra TP, Armstrong KP, Armstrong PM, Cherry RA, et al: Effect of stylet angulation and endotracheal tube camber on time to intubation with the GlideScope. *Can J Anaesth* 2007;54:21–27
  25. Turkstra TP, Harle CC, Armstrong KP, Armstrong PM, Cherry RA, Hoogstra J, et al: The GlideScope-specific rigid stylet and standard malleable stylet are equally effective for GlideScope use. *Can J Anaesth* 2007;54:891–896
  26. Cooper RM, Pacey JA, Bishop MJ, McCluskey SA: Early clinical experience with a new videolaryngoscope (GlideScope) in 728 patients. *Can J Anaesth* 2005;52:191–198
  27. Shippey B, Ray D, McKeown D: Case series: the McGrath videolaryngoscope – an initial clinical evaluation. *Can J Anaesth* 2007;54:307–313
  28. Takenaka I, Aoyama K, Iwagaki T, Ishimura H, Takenaka Y, Kadoya T: Approach combining the airway scope and the bougie for minimizing movement of the cervical spine during endotracheal intubation. *Anesthesiology* 2009;110:1335–1340
  29. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C, Baeriswyl V, Clergue F, Waeber JL: Comparison of the Glidescope, the McGrath, the Airtraq and the Macintosh laryngoscopes in simulated difficult airways: *Anaesthesia* 2008;63:1358–1364
  30. Piepho T, Weinert K, Heid FM, Werner C, Noppens RR: Comparison of the McGrath Series 5 and GlideScope Ranger with the Macintosh laryngoscope by paramedics. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2011;19:4
  31. Rai MR, Dering A, Vergheze C: The Glidescope system: a clinical assessment of performance. *Anaesthesia* 2005;60:60–64
  32. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C, Baeriswyl V, Clergue F, Waeber JL: Learning curves of the Glidescope, the McGrath and the Airtraq laryngoscopes: a manikin study. *Eur J Anaesthesiol* 2009;26:554–558
  33. Cortellazzi P, Caldiroli D, Byrne A, Sommariva A, Orena EF, Tramacere I: Defining and developing expertise in tracheal intubation using a GlideScope for anaesthetists with expertise in Macintosh direct laryngoscopy: an in-vivo longitudinal study. *Anaesthesia* 2015;70:290–295
  34. Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P: Adult advanced life support section C European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2015;95:100–147
  35. Stone BJ, Chantler PJ, Baskett PJ: The incidence of regurgitation during cardiopulmonary resuscitation: a comparison between the bag valve mask and laryngeal mask airway. *Resuscitation* 1998;38:3–6
  36. Timmermann A, Russo SG, Crozier TA, Eich C, Mundt B, Albrecht B, et al: Novices ventilate and intubate quicker and safer via intubating laryngeal mask than by conventional bag-mask ventilation and laryngoscopy. *Anesthesiology* 2007;107:570–576
  37. Cook TM, Howes B: Supraglottic airway devices: recent advances. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2011;2:56–61
  38. Francksen H, Bein B, Cavus E, Renner J, Scholz J, Steinbach M, et al: Comparison of LMA Unique, Ambu laryngeal mask and Soft Seal laryngeal mask during routine surgical procedures. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:134–140
  39. Krieger M, Alflein C, Eisel J, Ott T, Piepho T, Noppens RR: Evaluation of the optimal cuff volume and cuff pressure of the revised laryngeal tube „LTS-D“ in surgical patients. *BMC Anesthesiol* 2017;17:19
  40. Schalk R, Seeger FH, Mutlak H, Schweigkofler U, Zacharowski K, Peter N, et al: Complications associated with the prehospital use of laryngeal tubes – a systematic analysis of risk factors and strategies for prevention. *Resuscitation* 2014;85:1629–1632
  41. Mohr S, Weigand MA, Hofer S, Martin E, Gries A, Walther A, Bernhard M: Developing the skill of laryngeal mask insertion: prospective single center study. *Anaesthesia* 2013;68:447–452
  42. Bernhard M, Beres W, Timmermann A, Stepan R, Greim CA, Kaisers UX, et al: Prehospital airway management using the laryngeal tube. An emergency department point of view. *Anaesthesia* 2014;69:589–596
  43. Brofeldt BT, Panacek EA, Richards JR: An easy cricothyrotomy approach: the rapid four-step technique. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 1996;3:1060–1063
  44. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörges V, Zwölfer B, Timmermann A: S1-Leitlinie Atemwegsmanagement. *Anaesth Intensivmed* 2015;56:505–523
  45. Flint NJ, Russell WC, Thompson JP: Comparison of different methods of ventilation via cannula cricothyroidotomy in a trachea-lung model. *Br J Anaesth* 2009;103:891–895
  46. Greif R, Egger L, Basciani RM, Lockey A, Vogt A: Emergency skill training – a randomized controlled study on the effectiveness of the 4-stage approach compared to traditional clinical teaching. *Resuscitation* 2010;81:1692–1697
  47. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF: What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy? A study in mannequins. *Anesthesiology* 2003;98:349–353
  48. Cho J, Kang GH, Kim EC, Oh YM, Choi HJ, Im TH, et al: Comparison of manikin versus porcine models in cricothyrotomy procedure training. *Emerg Med J* 2008;25:732–734
  49. Helm M, Schuster R, Hauke J, Lampl L: Tight control of prehospital ventilation by capnography in major trauma victims. *Br J Anaesth* 2003;90:327–332.

### Korrespondenzadresse



**Priv.-Doz. Dr. med.  
Tim Piepho**

Abteilung für Anästhesie und  
Intensivmedizin  
Krankenhaus der Barmherzigen  
Brüder, Trier  
Nordallee 1  
54292 Trier, Deutschland

Tel.: 0651 208-2800  
Fax: 0651 208-2819

E-Mail: T.Piepho@bk-trier.de

ORCID-ID: 0000-0003-3686-7346