

Maßnahmen zur Behandlung respiratorischer Störungen

18.1 Freimachen der Atemwege – 396

- 18.1.1 Überstreckung des Halses – 396
- 18.1.2 Absaugen des Rachenraums – 397
- 18.1.3 Ausräumen des Rachenraums – 398
- 18.1.4 Maßnahmen bei Atemwegsverlegung durch Fremdkörper – 399
- 18.1.5 Koniotomie – 401

18.2 Freihalten der Atemwege – 402

- 18.2.1 Einlegen von Pharyngealtuben – 402
- 18.2.2 Tracheale Intubation – 404
- 18.2.3 Larynxmaske – 410

18.3 Sauerstoffgabe – 412

- 18.3.1 Ursachen für O₂-Mangel in der Zelle – 413
- 18.3.2 O₂-Verbrauch, Speicherkapazität und Präoxygenierung vor der Intubation – 413
- 18.3.3 Möglichkeiten der O₂-Applikation – 414
- 18.3.4 Gefahren der O₂-Applikation – 415

18.4 Beatmung – 416

- 18.4.1 Beatmung ohne Hilfsmittel: Atemspende – 417
- 18.4.2 Beatmung mit Hilfsmitteln – 419

18.5 Behandlung respiratorischer Störungen – 424

18.6 Ausblick – 424

Bei der Darstellung von Maßnahmen zur Behandlung von Störungen des respiratorischen Systems wird besonders ausführlich auf die typischen Verfahren von Rettungsassistent und Rettungsassistenten eingegangen. Notärztliche Maßnahmen werden ebenso erläutert, damit Rettungsassistent und Rettungsassistenten als mitdenkende und mithandelnde Teammitglieder unverzüglich und gezielt assistieren können.

Lernziele

Rettungsassistent und Rettungsassistenten sollen

- Indikationen und Verfahren zum Freimachen der Atemwege aufzählen und beschreiben,
- Applikationstechniken zur Platzierung von Pharyngeal tuben detailliert erklären,
- Ursachen und Folgen der Magenblähung bei der Beatmung nichtintubierter Patienten erklären,
- Voraussetzungen und Technik der Larynx-Masken-Platzierung erklären,
- Einzelschritte der endotrachealen Intubation detailliert erklären,
- die jeweiligen Risiken und Gefahren bei der Platzierung der Atem-/Beatmungshilfen ausführlich benennen,
- Möglichkeiten der O₂-Gabe im präklinischen Bereich benennen,
- Sicherheitshinweise für den Umgang mit Sauerstoff und Gefahren der O₂-Applikation aufzählen,
- Verfahren der Atemspende, der Beutel-Masken-Beatmung und der Beatmung mit Notfallrespiratoren beschreiben und erklären können.

Alle Maßnahmen, die bei der Behandlung von Störungen des respiratorischen Systems zur Anwendung kommen, lassen sich mit folgenden Schlagworten zusammenfassen:

- Freimachen und
- Freihalten der Atemwege,
- O₂-Gabe und
- Beatmung.

18.1 Freimachen der Atemwege

Für das Freimachen der Atemwege werden folgende Verfahren angewendet:

1. Überstrecken des Kopfes,
2. Absaugen des Rachenraums,
3. Ausräumen des Rachenraums,
4. Koniotomie.

18.1.1 Überstreckung des Halses

Indikation

Verlegung der Atemwege durch den zurückgesunkenen Zungengrund.

Bei jedem Bewusstlosen muss zur Überprüfung der Vitalfunktion Atmung sofort der Kopf im Nacken überstreckt werden. Dies ist besonders wichtig, wenn der Patient in Rückenlage aufgefunden wird. Nach Verbringen in Seitenlage wird erneut die Überstreckung des Halses

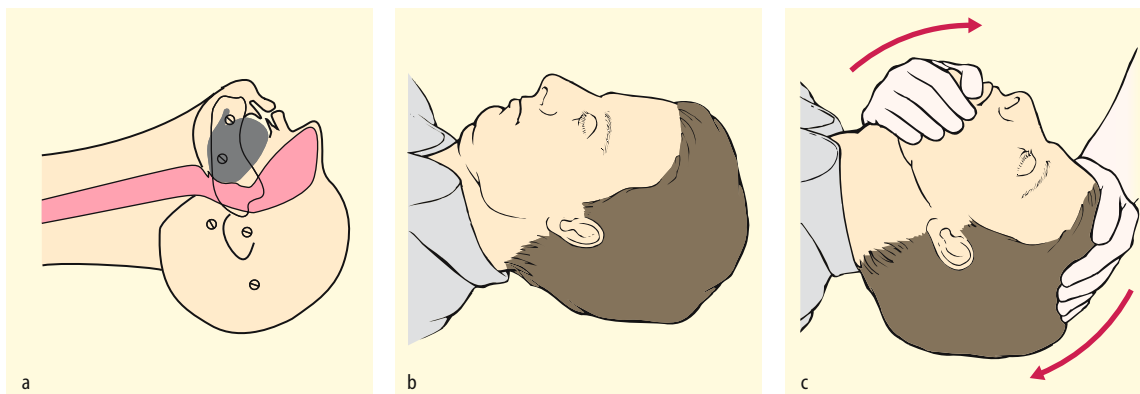
durchgeführt. Durch diese Maßnahmen werden Unterkiefer und Zungengrund angehoben und vorverlegt.

Technik

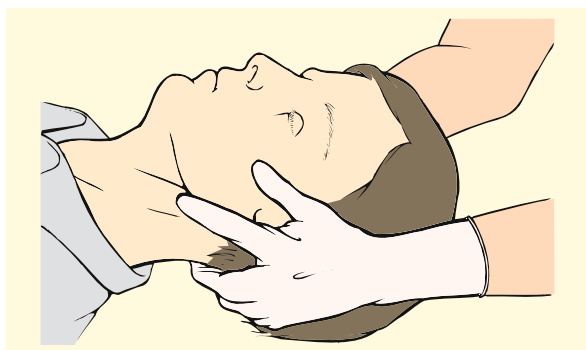
- Mit einer Hand Fassen der Stirn-Haar-Grenze des Patienten
- Andere Hand umgreift das Kinn und hebt den Unterkiefer an.
- Beide Hände wenden den Kopf stark nackenvwärts (▣ Abb. 18.1)
- Bei Seitenlagerung wird diese Kopfstellung durch eine unter das Kinn geschobene Hand des Patienten fixiert

Gefahren

Bei Verdacht auf hohen Querschnitt (z. B. bei Sturz aus großer Höhe, Motorradunfall mit Schleudertrauma des behelmten Kopfes und entsprechender neurologischer Symptomatik) sollte eine Überstreckung zur Vermeidung zusätzlicher Schäden am Rückenmark unterbleiben, solange die Atemfunktion ausreichend erscheint. Unter diesen Umständen ist es wichtiger, dass ein Helfer während der gesamten Zeit bis zur endgültigen klinischen Versorgung durch seitliches Umfassen des Kopfes einen kontinuierlichen Zug in Verlängerung der Längsachse des Patienten aufrechterhält (▣ Abb. 18.2). Sprechen aber typische Zeichen für eine Verletzung im Rachenraum, so ist allerdings auch bei dieser Verletzung eine vorsichtig durchgeführte Überstreckung, z. B. zur Intubation, unter Beibehaltung des Zuges nicht zu umgehen!



■ Abb. 18.1a-c. Überstrecken des Halses. a Schematische Darstellung, b Ausgangslage, c Endstellung



■ Abb. 18.2. Kontinuierlicher Zug bei Verdacht auf hohen Querschnitt

Hinweise

Es muss darauf hingewiesen werden, dass nach Überstreckung des Halses in der beschriebenen Weise der gewünschte Effekt bei einem Teil der Betroffenen nicht eintritt. Dies gilt

- besonders bei dicken, kurzhalsigen Patienten (zusätzlich Einlegen von Pharyngealtuben erforderlich!),
- bei unruhigen Bewusstlosen, bei denen die Überstreckung häufig nachkorrigiert werden muss.

18.1.2 Absaugen des Rachenraums

Indikation

Ansammlung von Blut und Schleim im Rachenraum.

Blut- und Schleimansammlungen im Rachenraum müssen bei nicht ausreichend schluckenden und husten-

den Bewusstseinsgetrübten und Bewusstlosen in Rückenlage – nach Verbringen in Seitenlage – mit den im Rettungsdienst verfügbaren Pumpen abgesaugt werden. Nach Möglichkeit ist der Absaugkatheter über den Mund einzuführen. Treten beim Öffnen des Mundes Schwierigkeiten, wird der nasale Zugang gewählt.

Technik

- Festlegen der einzuführenden Länge des Absaugkatheters (Entfernung Nasenspitze-Ohr läppchen; ■ Abb. 18.3)

Oraler Zugang

- Öffnen des Mundes ggf. mit dem Esmarch-Handgriff
- Einführen des Absaugkatheters in der festgelegten Länge ohne Sog
- Zurückziehen unter Sog bis zur Zungenmitte, Wiedereinführen in den Rachenraum ohne Sog

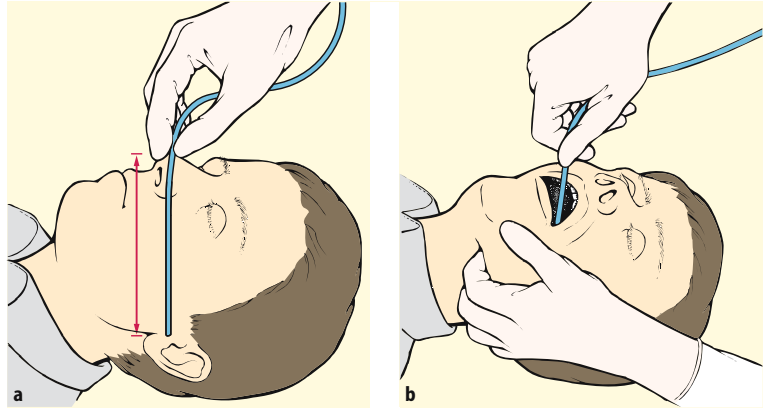
Nasaler Zugang

- Anheben der Nasenspitze und Einführen des Katheters parallel zum Nasenboden, evtl. leichte Drehung bei Kontakt der Spitze mit der Rachenhinterwand, danach weiteres Verschieben
- Absaugtechnik wie zuvor beschrieben

Gefahren

- Schleimhautverletzungen an der Rachenhinterwand durch starre Absaugkatheter
- Blutungen durch Verletzungen der Nasenschleimhaut (bei nasalem Zugang)

■ Abb. 18.3a,b. Absaugen des Rachenraumes;
 a Festlegen der einzuführenden Länge des
 Absaugschlauchs, b oraler Zugang



- Auslösen von Erbrechen durch Reizung der Rachen- hinterwand (selten)
- Auslösen eines Stimmritzenkrampfes (Laryngospas- mus) durch Reizung des Kehlkopfes bei zu tiefem Einführen des Absaugkatheters (sehr selten)

Hinweise

Die heute von der Industrie für die Notfallversorgung angebotenen Hand- und Fußpumpen, aber auch batterie-, gas- und O₂-betriebene Absaugeinheiten erfüllen in ihrer Sogleistung (minimaler Sog 300 cm H₂O = 29,4 kPa) die an sie zu stellenden Forderungen. Ihnen ist andererseits der entscheidende Nachteil gemeinsam, dass Absaugversuche bei Ansammlung von geronnenem Blut (Blutkoagel), zähem Schleim und nichtflüssigen Speiseresten wegen des geringen Querschnitts der Absaugstutzen, Schläuche und Verbindungsstücke scheitern.

Dieser Mangel üblicher Absaugpumpen wird bei neueren Entwicklungen (Suction Booster, Weinmann-Manu- vac, Ambu-Twin-Pumpe) durch Verwendung großlumiger Schläuche mit einem Durchmesser von 10 mm und besonderen Auffangbehältern ausgeglichen. Bei plötzlichem Erbrechen kann durch den großlumigen Schlauch abgesaugt werden. Das Material fällt in den Auffangbehälter und verstopft nicht mehr Absaugschlauch oder Pumpmechanik.

18.1.3 Ausräumen des Rachenraums

Indikation

Verlegung im Rachenraum durch Blut oder Erbrochenes.

In allen Fällen, in denen Absaugpumpen nicht sofort greifbar sind oder ihr Einsatz nicht sinnvoll erscheint,

muss manuell oder mit Hilfe von gebogenen Korn- oder Magill-Zangen ausgeräumt werden.

Technik

- Esmarch-Handgriff bei starkem Tonus der Kaumus- kulatur
- **Manuell:** Ausräumen mit Zeige-, Mittelfinger, Tuch oder Tupfer (■ Abb. 18.4)
- **Kornzange:** »Auslöffeln« des Mund-Rachen-Raums mit gebogener Kornzange und Tupfer (■ Abb. 18.5)
- **Magill-Zange:** Der in der Intubation Erfahrene kann unter Verwendung des Laryngoskops mit Hilfe der Magill-Zange, die ebenfalls mit einem Tupfer versehen ist, ausräumen. Fremdkörper, z. B. Prothesen, werden ggf. mit den beiden Branchen der Zange ge- fasst und zurückgezogen (■ Abb. 18.6)

Gefahren

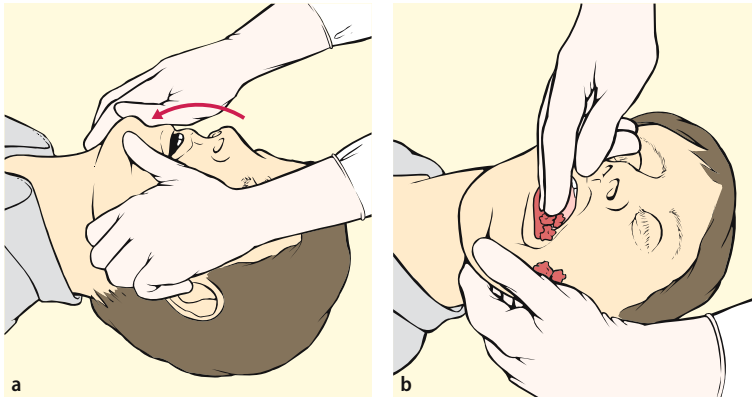
Auslösung von Würgereizen mit nachfolgendem erneuten Erbrechen.

Hinweise

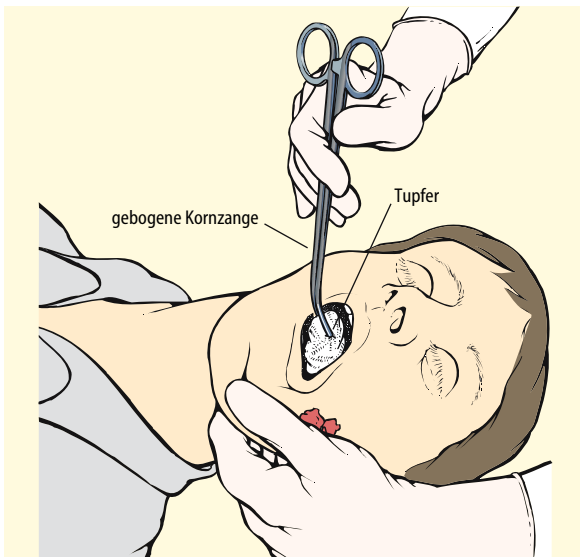
Einklemmen der Finger bei zunehmender Kieferspannung verursachen Bissverletzungen! Durch das Einschieben der Wangenschleimhaut zwischen die Zähne von Ober- und Unterkiefer des Patienten kann man sich relativ sicher vor Bissverletzungen schützen.

Nur sichtbare Fremdkörper manuell entfernen.

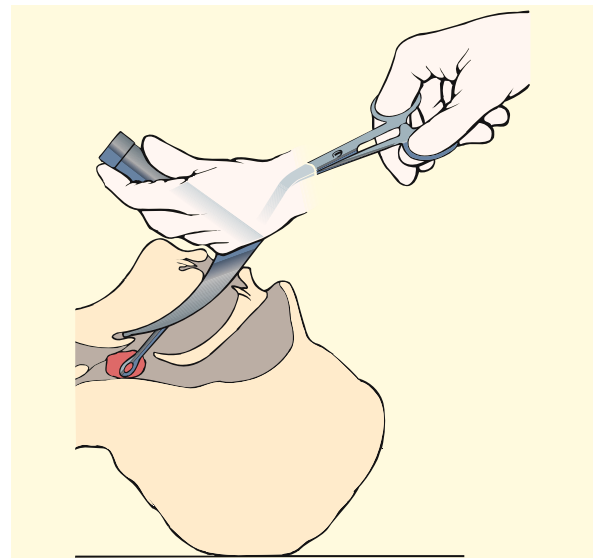
- ! **Durch zunehmenden O₂-Mangel und gleichzeitige CO₂-Anreicherung im Blut verstärkt sich häufig vorübergehend die Spannung der Kiefer- und Kaumus- kulatur so sehr, dass der Esmarch-Handgriff – auch doppelseitig**



■ Abb. 18.4a,b. Freihalten der Atemwege; a Es-march-Handgriff und b manuelle Ausräumung



■ Abb. 18.5. Ausräumung mit Kornzange



■ Abb. 18.6. Ausräumung mit Magill-Zange

angewendet – nicht zum Erfolg führt. Bei weiterer Zunahme des O_2 -Mangels kommt es in der Regel wieder zu einer Erschlaffung der betroffenen Muskelgruppen. Es besteht höchste Lebensgefahr!

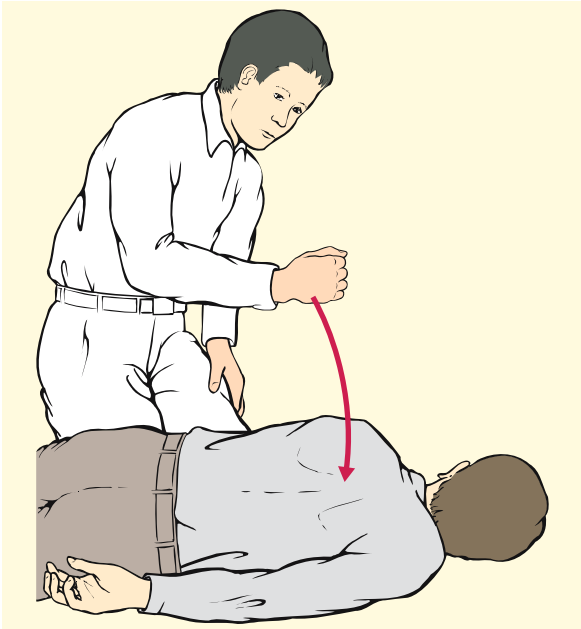
18.1.4 Maßnahmen bei Atemwegsverlegung durch Fremdkörper

Eine Atemwegsverlegung durch Fremdkörper ist ein relativ seltenes aber dann häufig lebensbedrohliches Ereignis.

Bei einer leichteren d. h. inkompletten Verlegung sollen die betroffenen Patienten, Erwachsene ebenso wie Kinder ermutigt werden, mit Husten fortzufahren.

Bei einer schwereren Verlegung, bei der der ansprechbare Patient nur noch keuchend oder nicht mehr atmen und nicht mehr sprechen kann, Zyanose einsetzt und Bewusstseinsverlust droht,

- sollen 5 Rückenschläge mit dem Handballen verabreicht werden, wobei die andere Hand den nach vorne gebeugten Brustkorb hält (■ Abb. 18.7).
- Wenn dadurch die Atemwegsverlegung nicht beseitigt werden kann, sind bis zu 5 abdominelle Kompressi-



■ Abb. 18.7. Fremdkörperentfernung durch Rückenschläge



■ Abb. 18.8. Heimlich-Handgriff

onen (Heimlich-Handgriff; ■ Abb. 18.8) durchzuführen.

- Ggf. Wiederholung/Fortführung im beschriebenen Wechsel der Verfahren.
- Nach dem Bewusstseinsverlust **Thoraxkompressionen** ähnlich wie bei der Herz-Lungen-Wiederbelebung allerdings
 - kräftiger und
 - mit niedriger Frequenz.

Bei Säuglingen: nur Thoraxkompressionen

Indikation

Bolusgeschehen, d. h. Aspiration von großen Fremdkörpern, z. B. Fleischstücken oder festen Nahrungsbestandteilen.

Die sich im Anschluss entwickelnde Erstickung (Asphyxie) ist von einer »absoluten Stille« begleitet. Der Betroffene kann nicht sprechen. Nach dem Bild der inversen Atmung kommt es zum Atemstillstand, begleitet von schwerer Zyanose. Es droht der respiratorisch bedingte Kreislaufstillstand.

Technik

Der Heimlich-Handgriff kann beim stehenden, sitzenden oder liegenden Patienten angewendet werden.

- Beim stehenden oder sitzenden Patienten umfasst der Helfer von hinten den Betroffenen, legt beide Hände in dem Bereich zwischen Nabel und Rippenbogen übereinander und führt einen, bzw. bei fehlendem Erfolg mehrere kräftige Druckstöße durch.
- Beim liegenden Patienten kniet der Helfer über dem Patienten, bringt seine übereinander gelegten Hände wiederum an der gleichen Stelle in Position und drückt senkrecht. Der Bolus soll sich bei der Anwendung dieses Handgriffs durch die Druckerhöhung im Thorax lösen (■ Abb. 18.8).
- Besonderheiten des Heimlich-Handgriff bei Kindern finden sich in ► Kap. 32 (■ Abb. 32.8 u. 32.9).

Gefahren

Umständliche, zeitraubende und gefährliche Anwendung bei Patienten, bei denen andere Ursachen als ein Bolus die schwerwiegende respiratorische Störung oder den Atemstillstand verursachen. Selbst bei richtiger Methodik können innere Organe verletzt werden.

- **Rettdienstliche Maßnahme: Einstellen des Kehlkopfes mit dem Laryngoskop und Extraktion der Fremdkörper mit Magill-Zange oder Klemme.**

18.1.5 Koniotomie

Indikation

Nicht behebbarer Verlegung im Rachen-Kehlkopf-Bereich, Glottisödem, Insektenstiche etc.

Wenn nach einer bedrohlichen Zunahme des Stridors, starker Unruhe und schwerer Zyanose eine komplette Verlegung der oberen Luftwege eintritt und – aus welchen Gründen auch immer – eine Intubation unmöglich ist, muss **jeder** Arzt eine Koniotomie durchführen.

- **Die Koniotomie ist kein reguläres Verfahren des nichtärztlichen Rettungspersonals, sie darf auch kein notärztliches Routineverfahren werden, denn auch im Rettungsdienst ist die Intubation der Trachea auf üblichem Weg das Verfahren der Wahl.**

Technik

- Mäßiges Überstrecken des Kopfes, mit Daumen und Mittelfinger einer Hand wird der Kehlkopf fixiert.
- Die V-förmige Einkerbung am oberen Rand des Schildknorpels wird als Orientierungspunkt mit dem Zeigefinger ertastet.
- ▶ Kap. 40.9. Der Zeigefinger wandert abwärts in die querverlaufende Vertiefung zwischen Schild- und

Ringknorpel. Es erfolgt ein 0,8–1 cm langer Querschnitt durch die Haut; anschließend Querdurchtrennung des Ligamentum conicum (■ Abb. 18.9).

- Einführen eines röhrenförmigen Gegenstandes, am besten eines Trachealtubus, in die bereits durch den elastischen Zug der Trachea klaffende Öffnung (■ Abb. 18.10).

Es gibt spezielle Koniotomiesets verschiedener Hersteller, die u. E. technisch keine bestechenden Vorteile bieten. Unter Berücksichtigung des relativ hohen Preises und der Problematik des Verfalls bei sehr seltener Anwendung ohne wesentlichen Sicherheitsgewinn sehen wir keine Beschaffungsnotwendigkeit für Notfallkoffer und -fahrzeuge.

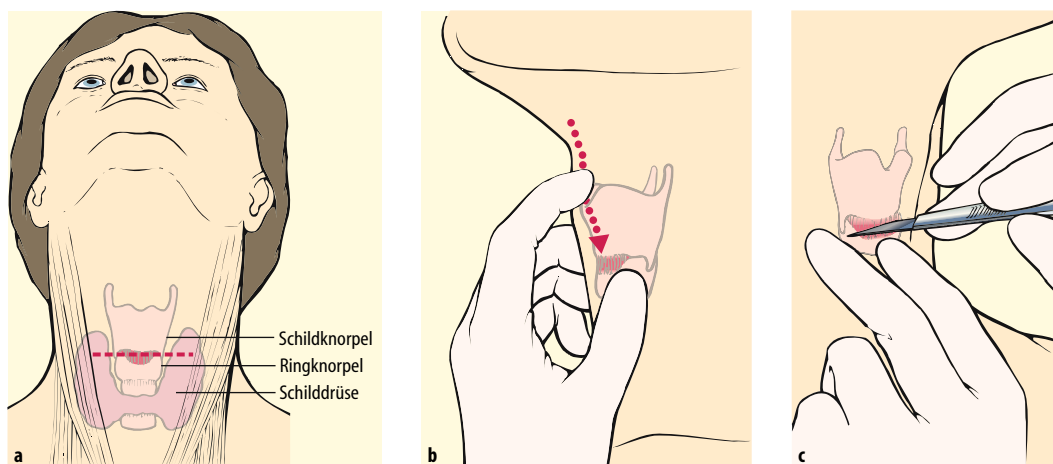
Gefahren

Bei unsachgemäßer Durchführung Verletzung der Schilddrüse mit nachfolgender Blutung. Eine Verletzung von großen Blutgefäßen des Halses (A. carotis) kann bei entsprechender Ausbildung und Beachtung der beschriebenen Technik ausgeschlossen werden.

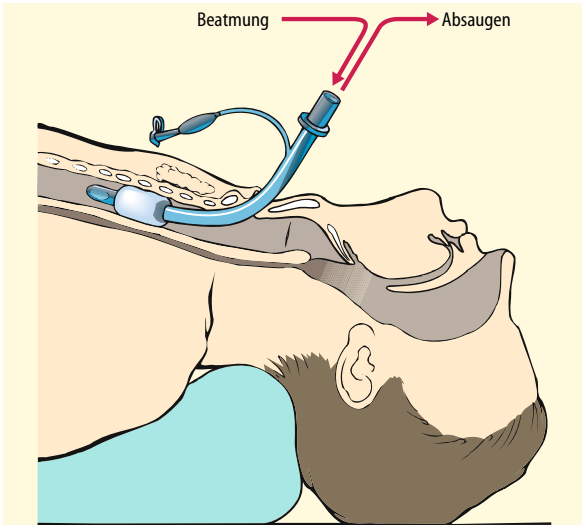
Hinweise

Das Verfahren ist bei Kindern technisch schwieriger, da der weiche kindliche Kehlkopf nicht so leicht wie der des Erwachsenen getastet werden kann.

Das Ligamentum conicum liegt bei Jugendlichen und Erwachsenen ca. 0,5 mm unter der Haut.



■ Abb. 18.9a–c. Koniotomie; a Anatomie, b Tasten, c Schnittführung



■ Abb. 18.10. Ergebnis nach erfolgreicher Koniotomie

Das Tasten (die Palpation) des Kehlkopfes und Identifizierung des Inzisionsbereichs kann daher jederzeit geübt werden.

Nur wenige Instrumente, Einmalst skalpell oder spitze Schere und Tubus, sind erforderlich. Da keine großen Blutgefäße durchtrennt werden, treten auch keine schwerwiegenden Blutungen auf.

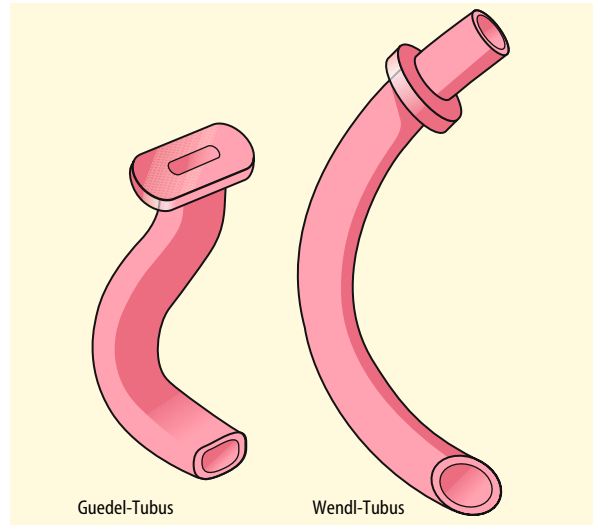
Der Durchmesser der Öffnung ist so groß, dass die betroffenen Patienten ohne wesentliche Atemwegwiderstände spontan atmen oder im Bedarfsfall beatmet werden können. Über einen eingelegten Tubus kann abgesaugt werden.

Die sog. Nadeltracheostomie, die Punktion des Ligamentum conicum mit einer oder mehreren möglichst dicken Punktionskanülen, bietet keinen Vorteil, da dieses Vorgehen keineswegs sicherer ist und ausreichend dicke Kanülen nicht immer schnell genug verfügbar sind.

Außerdem stellen hohe Widerstände eine Spontanatmung oder eine ausreichende Beatmung in Frage.

18.2 Freihalten der Atemwege

Neben dem bereits dargestellten Verfahren der Überstreckung werden als zusätzliche Hilfsmittel zum Freihalten der Atemwege Tuben in den Rachen oder in die Trachea eingeführt, um das Zurücksinken des Zungengrundes zu verhindern.



■ Abb. 18.11. Pharyngealtuben

In Abhängigkeit von der Lage der Tubusspitzenöffnung und vom Zugangsweg unterscheidet man folgende Tuben:

- Pharyngealtuben (Rachentuben) (■ Abb. 18.11):
 - Oropharyngealtuben werden durch den Mund in den Rachen geschoben
 - Nasopharyngealtuben werden über die Nase in den Rachen geschoben
- Trachealtuben (Tuben, die in die Luftröhre geschoben werden):
 - Tuben zur oralen Intubation
 - Tuben zur nasalen Intubation

18.2.1 Einlegen von Pharyngealtuben

Das Einlegen von Pharyngealtuben macht, besonders bei Verwendung des Wendl-Tubus, in vielen Fällen eine dauernde Korrektur der Überstreckung oder das permanente Halten des Kopfes in dieser Position überflüssig. Man bekommt dann »die Hände frei« für weitere Maßnahmen.

Die Atemluft strömt durch das Tubuslumen und neben dem Tubus, da die Tuben das Anlegen des Zungengrundes an die Rachenhinterwand verhindern und freier Raum auf beiden Seiten des Tubus die Breite der Luftbrücke vergrößert.

Pharyngealtuben (Guedeltubus)

Indikation

Schaffung einer Luftbrücke im Rachenraum nur bei tief Bewusstlosen, deren Zungengrund zurücksinkt.

Technik

- Öffnen des Mundes durch Esmarch-Handgriff.
- Einführen des Tubus mit Wölbung zur Zunge und Öffnung gaumenwärts bis zur Hälfte der Mundhöhle.
- Drehung um 180°, damit sich die Tubuswölbung der Form des Gaumens und des Zungengrundes anlegt.
- Vorsichtiges Weiterschieben, bis die Gummipatte an den Lippen abschließt (■ Abb. 18.12).

Gefahren

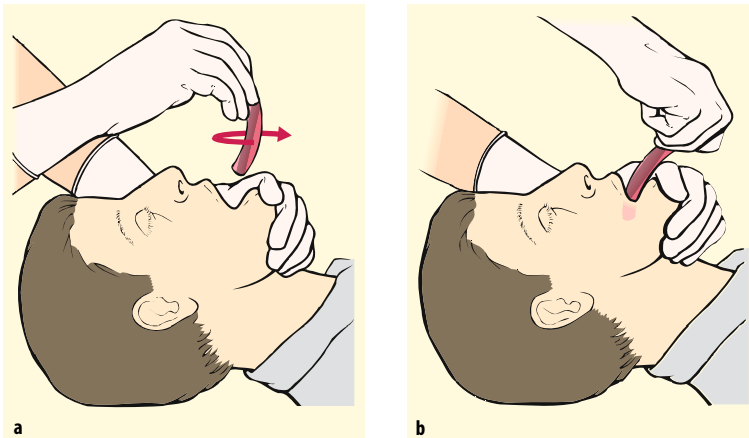
Auslösung von Würgereizen, u.U. sogar Erbrechen, bei oberflächlicher Bewusstlosigkeit durch Reizung an Zungenrund, Gaumen, Zäpfchen und Rachenhinterwand.

Bei Verwendung **zu großer** Tuben wird der Kehlkopf auf den Kehlkopfeingang gedrückt. In diesen Fällen wird der Luftstrom behindert oder unterbrochen (■ Abb. 18.13b).

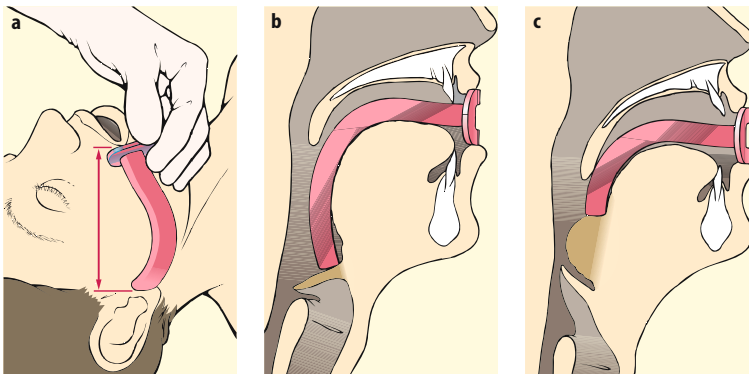
Bei Verwendung **zu kleiner** Tuben kann der Zungenrund gegen die Rachenhinterwand gedrückt werden und dadurch den Rachenraum verlegen (■ Abb. 18.13c).

Hinweise

Zur Bestimmung der richtigen Tubuslänge kann die Entfernung zwischen Mundwinkel und Ohrfläppchen des Patienten herangezogen werden (■ Abb. 18.13a, ■ Tabelle 18.1).



■ Abb. 18.12a,b. Einlegen des Guedel-Tubus; **a** Einführen des Tubus, **b** Drehung um 180°



■ Abb. 18.13a–c. Guedel-Tubus; **a** Maß für Tubuslänge, **b** zu großer Tubus, **c** zu kleiner Tubus

■ Tabelle 18.1. Richtwerte zur Bestimmung der Guedel-Größe

Patient	Guedel-Größe
Erwachsene sehr groß	5 (selten erforderlich)
Erwachsene normal	4
Erwachsene klein	3
Jugendliche	2
Kinder	1
Kleinkinder	0
Säuglinge	00

Nasopharyngealtuben (Wendl-Tubus)

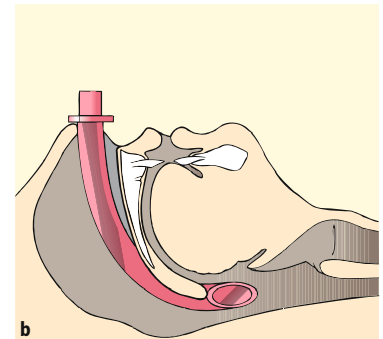
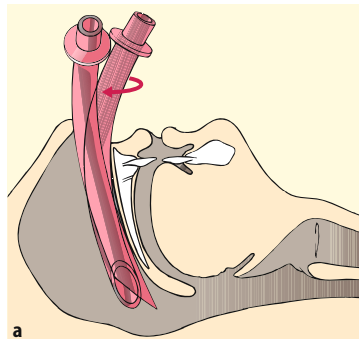
Indikation

Schaffung einer Luftbrücke auch bei oberflächlich Bewusstseinsgetrübten; Verlegung des Rachenraums durch zurückgesunkenen Zungengrund.

Technik

- Anheben der Nasenspitze, Einführen des mit Gel bestrichenen Tubus in den unteren Nasengang.
- Sanftes Verschieben parallel zum harten Gaumen in Richtung Rachenhinterwand.
- Drehung des Tubus um 90°, damit die Schräge der Tubusspitze zur hinteren Rachenwand weist.
- Anheben des Unterkiefers, um ein Abdrängen des Zungengrundes durch die Tubusspitze zum Kehlkopf zu verhindern.
- Weiteres gefühlvolles Verschieben bei **kontinuierlicher Kontrolle des Atemgeräusches!**

■ Abb. 18.14a,b. Wendl-Tubus; **a** Einlegen, **b** Lage der Tubusspitze im Rachenraum



- Liegt die Tubusspitze kurz vor dem Kehlkopf, ist das Atemgeräusch am lautesten (■ Abb. 18.14). In dieser Position wird der Tubus belassen.
- Ist die ringförmige Scheibe beweglich, wird sie nun als zusätzliche Sicherung gegen zu tiefes Eindringen des Tubus gegen die äußere Nasenöffnung geschoben.

Gefahren

Bei groben Manipulationen mit zu dicken, nicht geeigneten Tuben: Verletzungen der Nasen- und Rachen-schleimhaut.

Auslösen von Würgereizen und Erbrechen (sehr viel unwahrscheinlicher als bei Verwendung von Guedel-Tuben).

Bei Einführung ohne Kontrolle des Atemgeräusches kann die Spitze in die Speiseröhre eindringen. Bei anschließender Beatmung kommt es dann zur Blähung des Magens!

Hinweise

Die Tubusdicke sollte die Klein- bis Ringfingerdicke des Patienten nicht überschreiten. Im Bedarfsfall ist bei korrekter Lage der Tubusspitze eine modifizierte Mund-Nasen-Beatmung möglich. Dabei werden der Mund und das zweite Nasenloch des Patienten mit den Fingern beider Hände verschlossen, die Beatmung erfolgt durch den Wendl-Tubus (■ Abb. 18.35).

18.2.2 Tracheale Intubation

- Als Helfer und Assistent des Notarztes müssen Rettungsassistent und Rettungsanitäter Gerätschaften, den technischen Ablauf und Schwierigkeiten der trachealen Intubation genau kennen, um sich jederzeit situationsgerecht zu verhalten.

18.2 · Freihalten der Atemwege

Bei der Durchführung von Sekundärtransporten intubierter Patienten ohne Transportbegleitung durch einen Notarzt müssen sie durch Veränderungen der Tubuslage oder Obstruktionen plötzlich auftretende Komplikationen erkennen und beseitigen.

Wegen der Bedeutung der Intubation für die Erstversorgung von Notfallpatienten ist davon auszugehen, dass der Rettungsassistent nach einer **qualifizierten** Ausbildung die tracheale Intubation in vielen Fällen tiefer Bewusstlosigkeit auch selbstständig durchführen sollte, wenn

- er die Indikationen kennt und
- ein Notarzt nicht erreichbar ist.

Indikationen

- Aspirationsgefahr durch Blut und Erbrochenes
- Zustand nach Aspiration zur gezielten endotrachealen Absaugung
- Ateminsuffizienz bei gleichzeitigen Schwierigkeiten, in der Mund-Nase-, Mund-Mund- oder Beutel-Masken-Beatmung

Das Freimachen und Freihalten der Atemwege wird idealerweise durch die tracheale Intubation verwirklicht. Die Beatmung kann über den richtig platzierten Trachealtubus mit der geringsten Gefahr von Komplikationen durchgeführt werden.

Bei den relativen Indikationen wie

- Narkoseeinleitung und/oder
- prophylaktische Frühbeatmung Polytraumatisierter, die für einen modernen Notarztendienst zu Recht gefor-

dert werden, muss die Intubation weiterhin dem Arzt vorbehalten bleiben

Technik

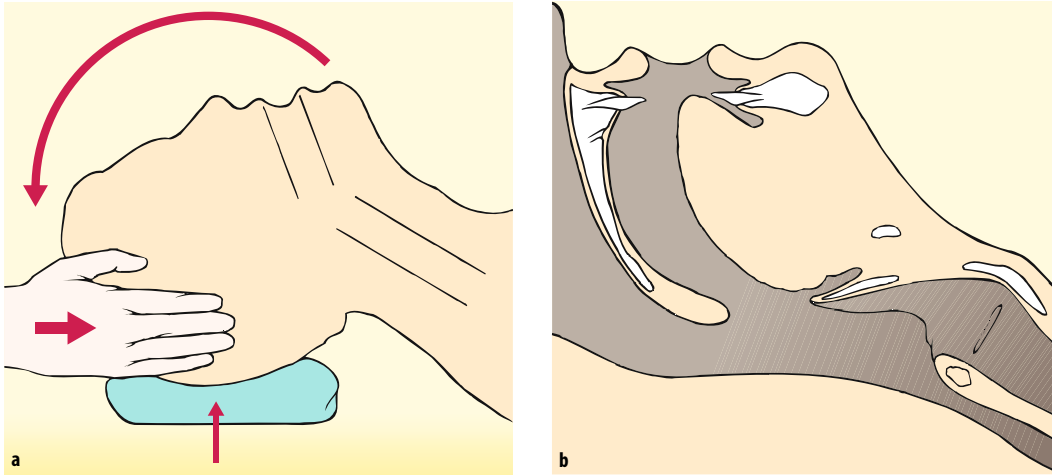
Die Geräte zur Durchführung der Intubation zeigt

■ Abb. 18.15.

- Notintubation:
 - Tubus
 - Blockerspritze
 - Klemme
 - Laryngoskop
- Weitere Hilfsmittel:
 - Gebogene Kornzange, mit Tupfer versehen
 - Guedel-Tubus
 - Gel zum Einstreichen des Tubus
 - Befestigungspflaster
- Spezielle Geräte
 - Biegbarer Mandrin, dessen Spitze bei nichteinsehbarer Stimmritze als Leitschiene für den Tubus blind unter der Epiglottis in die Trachea vorgeschoben werden kann. Der Mandrin wird außerdem verwendet, um Magill- oder ähnlich geformten Tuben bei Intubationsschwierigkeiten eine stärkere Krümmung zu geben.
 - Magill-Zange zur Führung des Tubus bei der nasalen Intubation; wird auch zur Entfernung von Fremdkörpern aus dem Kehlkopf-Rachen-Raum verwendet.



■ Abb. 18.15. Geräte zur Durchführung der Intubation (s. Text) [Mit freundlicher Genehmigung der Fa. Weinmann]



■ Abb. 18.16a,b. Lagerung zur Intubation; a schematisch, b anatomischer Schnitt

Orale Intubation

– Lagerung

Der Kopf wird in Überstreckung und durch Unterlegen geeigneten Polstermaterials ca. 10 cm höher als der Oberkörper gelagert, damit nach Einführen des Laryngoskops eine gerade Linie zwischen dem Auge des die Intubation Durchführenden (durch Mundhöhle und Rachenraum) bis zur Stimmritze entsteht (■ Abb. 18.16).

– Einführen des Laryngoskops

Die linke Hand führt das Laryngoskop und setzt es im rechten Mundwinkel an, die rechte Hand schützt durch einen Kreuzgriff von Zeigefinger und Daumen Ober- und Unterlippe vor Verletzungen durch Einklemmen zwischen Zähnen bzw. Kiefer und Laryngoskopspatel. Während des vorsichtigen Tieferfahrens wird die Zunge durch das rechteckige Profil des Laryngoskopspatels nach links gedrängt, wobei die Spatelspitze über den Zungengrund bis in den Winkel zwischen Zungengrund und Epiglottis gelangt (■ Abb. 18.17).

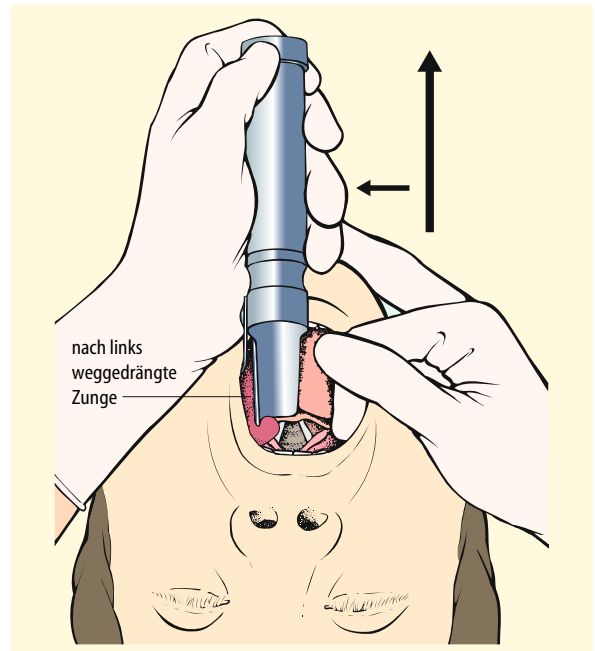
+ Praxistipp

Der häufigste Anfängerfehler beim Einführen des Laryngoskops mit gebogenem Spatel (Macintosh) ist das Aufladen der Zunge statt des Abdrängens nach links. Intubationen bei unproblematischen Patienten gelingen zwar auch bei aufgeladener Zunge; bei eingeschränkter Mundöffnung, vorstehenden Schneidezähnen, insbesondere bei kurzhalsigen Patienten

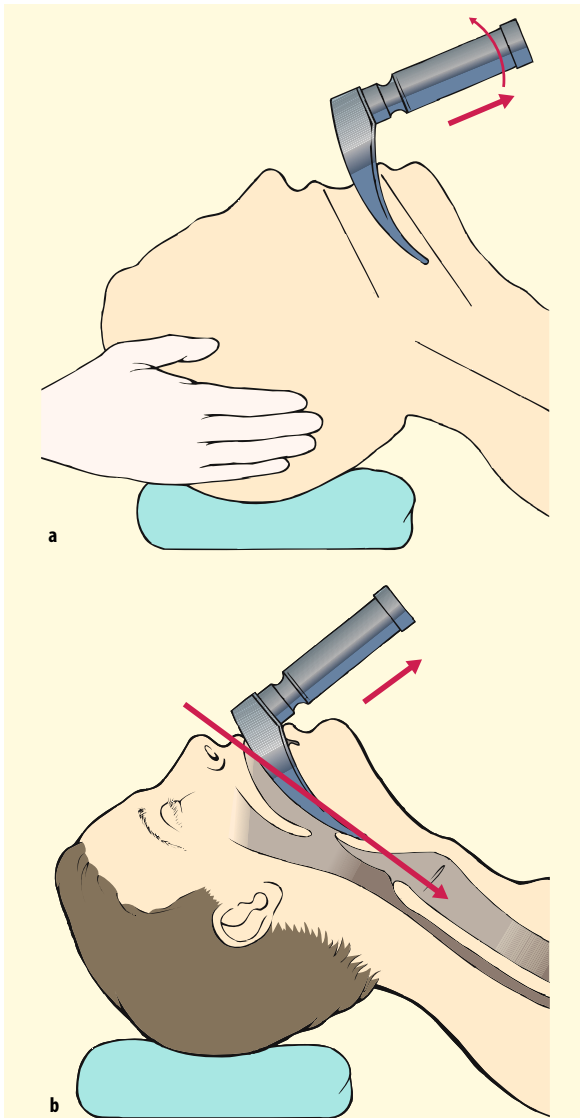
lässt sich aber in vielen Fällen dann die Stimmritze nicht einstellen.

– Einstellen der Stimmritze

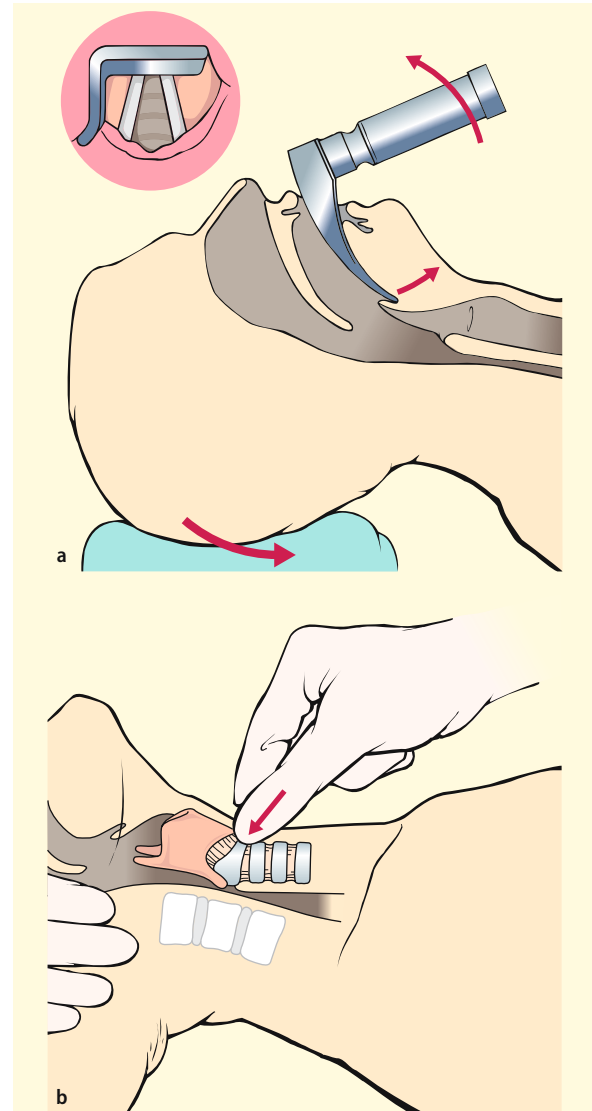
Zunge und Unterkiefer werden dann – ohne Winkelbewegungen gegen den Oberkiefer – in Rich-



■ Abb. 18.17. Einführung des Laryngoskops



■ Abb. 18.18a,b. Anheben des Unterkiefers mit dem Laryngoskop;
a Ausgangs-, b Endstellung



■ Abb. 18.19a,b. Einstellen der Stimmritze mit dem Laryngoskop;
a Betonung der Laryngoskopspitze (mit Detaildarstellung),
b Sellick-Handgriff

tung Kinnspitze angehoben. Durch gefühlvolle Betonung des Drucks an der Spatelspitze richtet sich die Epiglottis auf, der Kehlkopf mit Stimmritze liegt frei (■ Abb. 18.18).

— Sellick-Handgriff

Bei schwierigen Intubationen kann ein von einem Helfer ausgeübter Druck von außen die Einstellung der Stimmritze erleichtern. Beim **Sellick-Handgriff**

wird der Kehlkopf durch stärkeren Druck auf den Ringknorpel (»Krikoiddruck«) gegen die Wirbelsäule verschoben und verschließt so den Ösophagus. Dadurch lässt sich außerdem bei plötzlich einsetzendem **Reflux** von Mageninhalt dessen Eindringen in den Rachenraum und damit die Gefahr der Aspiration vermindern (■ Abb. 18.9b).

Bei schwerem Erbrechen darf der Handgriff nicht angewendet werden, damit eine Ruptur der Speiseröhre vermieden wird.

– Einführen des Tubus

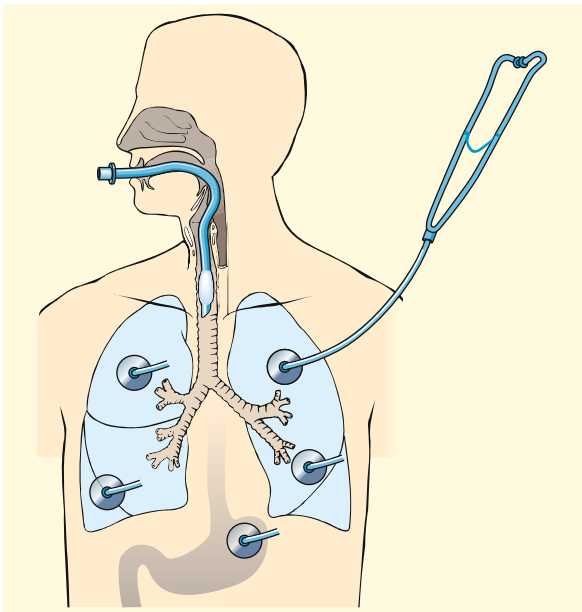
Der mit Gel oder Silikonspray gleitfähig präparierte Tubus muss vom äußeren rechten Mundwinkel schräg zum Kehlkopf hin geführt und mit einer leichten Drehbewegung zwischen den Stimmbändern hindurch geschoben werden.

– Abdichten des Tubus

Anschließend wird die Blockermanschette mit einer Luftspritze so fest geblockt, dass bei der Beatmung das »blubbernde« Geräusch der zwischen Tubus und Trachealwand hochströmenden Luft gerade aufgehoben wird.

– Kontrolle der Tubuslage (■ Abb. 18.20)

Gerade im Rettungsdienst werden häufig schwierige Intubationen – ohne Verwendung von Relaxanzien – erforderlich. Unter diesen Umständen sind das Einstellen der Stimmlitze und die eigentliche Intubation schwieriger. Bei starrem Thorax, Spastik der Lunge und häufig erheblichem Umgebungslärm ist die sichere Auskultation nicht immer gewährleistet.



■ Abb. 18.20. Kontrolle der Tubuslage. Sofort vergleichendes Abhören des Atemgeräusches über dem rechten und linken Lungenflügel und über der Magenregion. Über beiden Lungen müssen gleich starke Atemgeräusche hörbar sein

Da bei Beatmung mit Beatmungsbeuteln, bei denen die Expirationsluft nicht in den Beutelnkörper gelangt, auch das »Gefühl für die Lunge« fehlt, ist unter solchen Umständen die routinemäßige auskultatorische Kontrolle über der Magenregion dringend anzuraten. Die Intubation des Ösophagus ist auch bei geblocktem Tubus meist – aber nicht immer – am »Blubbern« der bei Beatmung aus der Speiseröhre in den Rachen rückströmenden Luft erkennbar. In jedem Fall würde aber eine zuvor unerkannte Intubation der Speiseröhre bei der Beatmung an einem charakteristischen, stark und hell klingenden, gurgelnden Geräusch bei der Auskultation über der Magenregion bemerkt. In Zweifelsfällen sollte daher die Auskultation über der Magenregion beginnen.

+ Praxistipp

Durch die zunehmende Verfügbarkeit kleiner, handlicher Kapnometer kann bereits unter den schwierigen Bedingungen des Rettungsdienstes am Ort der Erstversorgung (Unfallstelle, Wohnung etc.) die Kapnometrie als sicherstes Verfahren zum Ausschluss einer fraglichen – nicht unverzüglich bemerkt, tödlichen – Intubation des Ösophagus genutzt werden.
Achtung: Niedrige $p\text{CO}_2$ -Werte bei endotrachealer Intubation bei der Reanimation!

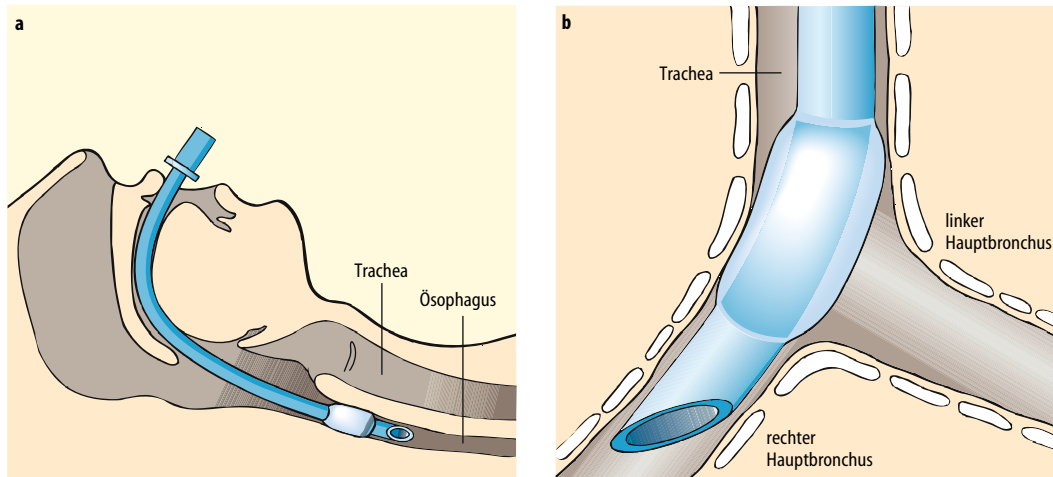
– Sicherung des Tubus

Nach Beseitigung der akuten Bedrohung wird als Beißschutz meist ein Guedel-Tubus eingelegt. Trachealtubus und Beißschutz werden dann mit Pflaster fixiert.

- Bei modernen Trachealtuben finden sich im mittleren Drittel Längenangaben, die über Markierungen in cm Rückschlüsse auf die Tiefe der Tubusspitze zulassen. Die Entfernung von den Lippen zur Trachealmitte beträgt beim Erwachsenen durchschnittlich 22 cm. Bei Beachtung dieser Markierung wird eine einseitige Intubation unwahrscheinlich.

Gefahren

- Abgleiten der Tubusspitze in den Ösophagus. Tödliche Komplikationen bei Patienten mit Atemstillstand, wenn diese Fehllage nicht sofort erkannt wird (■ Abb. 18.21).



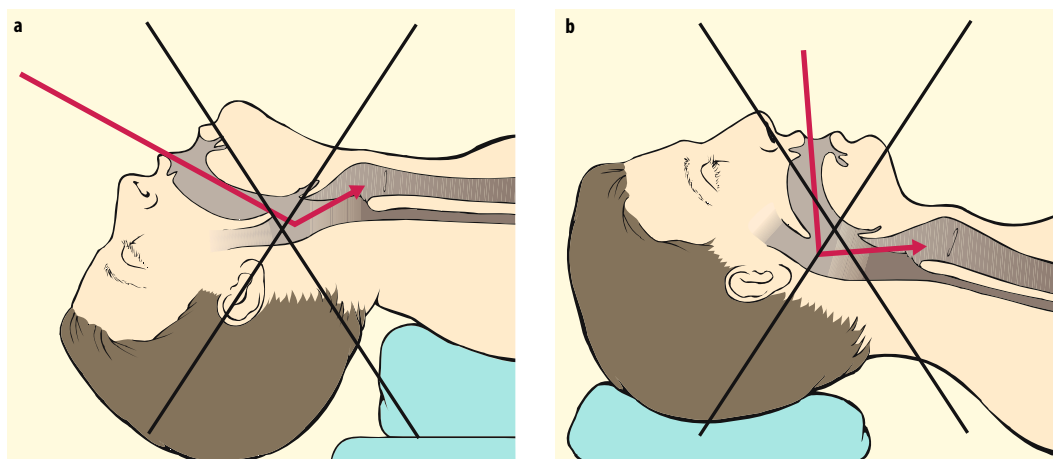
■ Abb. 18.21a,b. Fehllagen: **a** Intubation des Ösophagus, **b** Intubation des rechten Hauptbronchus

- Intubation des rechten Hauptbronchus bei zu tiefem Vorschieben (► Kap. 10) führt zum Ausfall der gesamten linken Lunge für die Ventilation.
- Abknicken des Tubus außerhalb des Respirationstraktes (relativ leicht erkennbar).
- Schleimhautverletzungen an Lippen, Zunge und Rachenhinterwand.
- Ausbrechen von Schneidezähnen des Oberkiefers, besonders bei Patienten, die nicht ausreichend entspannt sind.

Hinweise

Die zweckmäßige Lagerung des Kopfes ist eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Intubation, eine falsche Lagerung kann die Intubation erheblich erschweren, ja sogar unmöglich machen. Bei nicht im Nacken überstrecktem Kopf oder am hängenden Kopf mit zu starker Überstreckung ist die Intubation in der Regel nicht durchführbar (■ Abb. 18.22).

Zentimeterangaben im konnektornahen Tubusbereich geben einen orientierenden Hinweis auf die richtige Intubationstiefe (bei Erwachsenen: 22-cm-Marke im Bereich



■ Abb. 18.22a,b. Falsche Kopfpositionen: **a** zu starke Überstreckung, **b** zu geringe Überstreckung

der Zahnreihe), er setzen aber keinesfalls die auskultatorische Kontrolle (■ Abb. 18.20).

Auf die Beschreibung der nasotrachealen Intubation unter Zuhilfenahme der Magill-Zange, eines auch von Notärzten seltener angewandten komplizierteren Verfahrens, wird hier bewusst verzichtet.

Einweisung an Phantomen mit konsequentem Üben der Handgriffe und Intubationen an Leichen sind wertvolle **Vorübungen**. Das **Erlernen** der Intubation ist nur am Patienten möglich.

Mittlerweile kommen netzunabhängig einsetzbare **fiberoptische Intubationsbronchoskope** in Kliniken zum Einsatz. Grundsätzlich könnten diese Geräte auch im Rettungsdienst bei speziellen Indikationen genutzt werden. Noch ist aber die Zahl der verfügbaren Geräte und der Anteil der Notärzte mit entsprechenden Erfahrungen zu gering, um eine generelle Verwendung fiberoptischer Intubationsbronchoskope im präklinischen Bereich zu propagieren.

Mindestkatalog für das Erlernen der trachealen Intubation

- Konsequentes Üben der Handgriffe an Phantomen bis zur korrekten Durchführung.
- Etwa 20 selbstständige Intubationen am relaxierten Patienten unter Operationsbedingungen und unter narkoseärztlicher Aufsicht.
- Etwa 10 Intubationen an nichtrelaxierten bewussten Patienten (unter Notfallbedingungen), davon mindestens 3 Intubationen bei Patienten mit Blutungen bzw. Blutansammlungen im Rachenraum.

Dieser Mindestkatalog lässt erkennen, welches Trainingsprogramm unabdingbar notwendig erscheint. Es fehlen gesicherte Erkenntnisse, ob sich dieser Mindestkatalog während der klinischen Ausbildung des Rettungssassistenten (Gesamtdauer 14 Wochen, davon 180 h Operationsbereich/Anästhesie) in allen Krankenhäusern umsetzen lässt.

➤ **Derjenige, der die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten während seiner Ausbildung nicht erreichen kann, sollte Intubationsversuche unterlassen, da in diesen Fällen zusätzliche Schäden befürchtet werden müssen. Trotz des besonderen Wertes, der der Intubation bei der Versorgung von Notfallpatienten zukommt, kann die Sicherung des Überlebens in der akuten Situation häufig auch ohne Intubation gelingen.**

18.2.3 Larynxmaske

Die in den 1980er-Jahren in England entwickelte Larynxmaske besteht aus einem ovalen, maskenähnlichen Silikonkörper mit taufblasbarem Cuffrand, verbunden mit einem weitleumigen Tubus (■ Abb. 18.23). Der Silikonkörper, eine »luftkissengepolsterte Maske«, umschließt Epiglottis und Kehlkopf und dichtet bei idealem Sitz diesen gegen Mundhöhle und Ösophagus bis zu einem Atemwegsdruck von ca. 20 cm H₂O ab. Obwohl Brain, der diese Kehlkopfmaske entworfen hat, auf »fehlenden Aspirationschutz« und die »Möglichkeit des Laryngospasmus« hinwies, wird dieses hinsichtlich seiner Möglichkeiten und Gefahren zwischen Gesichtsmaske und endotrachealer Intubation liegende Gerät im klinischen Bereich (Anästhesiebetrieb) vielerorts erfolgreich eingesetzt.

Vor Antworten auf die Frage der Verwendbarkeit der Larynxmaske in der Notfallmedizin sollen bewusst die Voraussetzungen für den klinischen Einsatz dargestellt werden, um dann im Vergleich zu prüfen, ob und ggf. unter welchen Bedingungen sie im präklinischen Einsatz von Nutzen sein kann.

Klinischer Einsatz

Voraussetzungen für den Einsatz der Larynxmaske zur Anästhesie

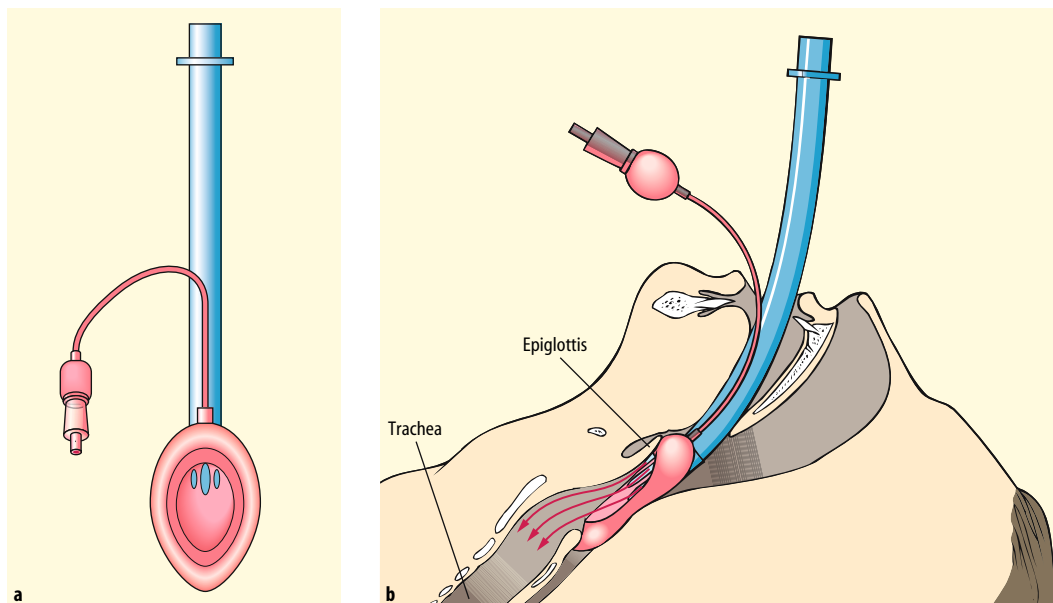
- 1) Nüchternheit des Patienten
- 2) (Annähernd) normale Lungenfunktion
- 3) (Annäherndes) Normalgewicht
- 4) Ausreichend tiefe Narkose (ggf. auch Relaxation)
- 5) Bedingungen eines Anästhesiearbeitsplatzes
- 6) Ausreichende Erfahrungen des Anwenders

Die Larynxmaske im Rettungsdienst?

Die klinischen Voraussetzungen 1) und 5) sind unter den Bedingungen des Rettungsdienstes zumindest nicht in vollem Umfang gegeben, Voraussetzung 4) nur bei tiefer Komatösen und bei zu Reanimierenden bzw. nach Sedierung/Narkoseeinleitung.

Aus diesen Gründen kann die Beherrschung der Platzierung der Larynxmaske für den Notarzt nie ein umfassendes Training und fundierte Erfahrung in der endotrachealen Intubation ersetzen.

Klinische Erfahrungen zeigen aber eindeutig, dass die Larynxmaske bei vielen überraschenden, auch vom Erfahrungsnicht unverzüglich beherrschbaren Intubationschwierigkeiten im Sinne einer Überbrückung (bzw. als Ersatz für die in vivo Koniotomie) eingesetzt werden



■ Abb. 18.23. Larynxmaske

kann. Daher sollte jeder Notarzt für solche auch im Rettungsdienst auftretende Situationen die Technik der Larynxmaskenplatzierung beherrschen.

In vorangehenden Abschnitten dieses Kapitels wurde eindeutig herausgestellt, dass nur die endotracheale Intubation den »golden standard« der Sicherung des respiratorischen Systems darstellt. Die Möglichkeiten der Larynxmaske im Rettungsdienst dürfen daher nicht unterschätzt werden.

Auf der anderen Seite muss davon ausgegangen werden, dass in all den Situationen, in denen eine Intubation – aus welchen Gründen auch immer – notwendig, aber nicht zu realisieren ist, die Platzierung der Larynxmaske durch einen trainierten Anwender und die nachfolgende Beatmung günstiger ist als die Beatmung über die Gesichtsmaske.

Dabei darf ein Erschweren nicht unerwähnt bleiben: Unter den Bedingungen des Rettungsdienstes wird in der Regel nicht mit dem dünnwandigen und dadurch »sensibleren« Beutel eines klinischen Narkosegerätes beatmet, sondern meist mit dickwandigeren und dadurch »unsensibleren« Handbeatmungsgeräten. Daher ist eine sofortige Auskultation, Beobachtung der Thoraxbewegungen, Puls-oxymetrie (und Kapnometrie) zur Lageüberprüfung notwendig.

Voraussetzungen für die Verwendung der Larynxmaske im Rettungsdienst

1. Intubation nicht durchführbar
2. Tief komatöser/sedierter/narkotizierter/ggf. relaxierter Patient
3. Erfahrung des Anwenders

Larynxmaskenausbildung für Rettungsassistenten und Rettungsanwiter?

Zur Zeit kann nicht abschließend beurteilt werden, ob es möglich ist, jedem Rettungsassistenten (und Rettungsanwiter) die Technik der endotrachealen Intubation und die Beherrschung ihrer Komplikationen zu vermitteln.

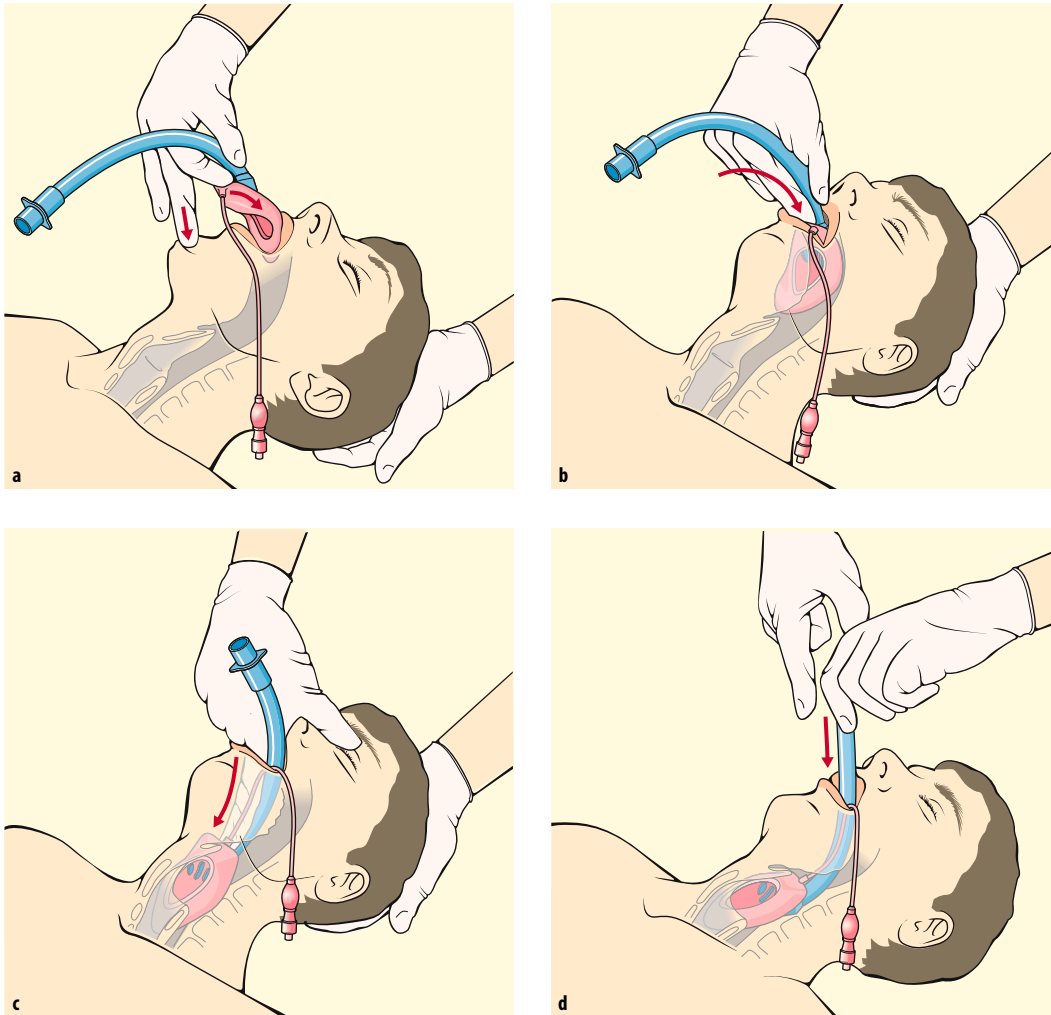
Erfahrungen aus dem klinischen Einsatz zeigen, dass die Technik der Larynxmaskenplatzierung leichter zu erlernen ist als die Technik der Intubation.

Es ist keine Frage, dass bei Nichtverfügbarkeit eines Notarztes die **überbrückende Platzierung der Larynxmaske** bei

- tief Komatösen und
- zu Reanimierenden

durch **entsprechend ausgebildete** Rettungsassistenten und Rettungsanwiter die Risiken der Gesichtsmaskenbeatmung reduzieren kann.

Es muss in no ärztlich begleiteten Ausbildungsprogrammen geklärt werden, ob Rettungsassistenten und



■ Abb. 18.24a–d. Einführen der Larynxmaske

Rettungsanitäter in der Klinik die Platzierung der Larynxmaske so sicher erlernen können, dass die Vorteile dieses Verfahrens in bestimmten Fällen die auch bei der Verwendung der Larynxmaske vorhandenen Risiken deutlich überwiegen.

Technik

Das Einführen der Larynxmaske ist in ■ Abb. 18.24 dargestellt:

- Unterkiefer nach unten schieben, Maske einführen
- Maskenspitze gegen den harten Gaumen drücken und weiterschieben

- Vorschieben bis zum Zungengrund
- Tube und Maske bis zu einem fühlbaren Widerstand vorschieben

18.3 Sauerstoffgabe

Zur Sicherstellung des O_2 -Bedarfs aller Organe und Gewebe ist neben einer ausreichenden Durchblutung als Leistung des kardiozirkulatorischen Systems in erster Linie die vollständige O_2 -Beladung des arteriellen Blutes erforderlich.

18.3.1 Ursachen für O₂-Mangel in der Zelle

Einem O₂-Mangel in der Zelle können 4 unterschiedliche Störungen zugrunde liegen:

- Verminderung der O₂-Beladung im arteriellen Blut:
 - unzureichende O₂-Konzentration in der Umgebungs- oder Beatmungsluft, z. B. Fremdgase
 - Ventilationsstörungen, z. B. Schnappatmung
 - Gasaustauschstörungen, z. B. Lungenödem
- Verminderung/Schädigung des O₂-Transporters Hämoglobin:
 - Blutverlust
 - CO-Vergiftung
- Störung des O₂-Antransportes zur Zelle:
 - Blutdruckabfall
 - Schock
 - Gefäßverschluss
- Störung der O₂-Verwertung in der Zelle:
 - Zellgifte, z. B. Blausäure

Trotz verschiedener Ursachen muss bei diesen unterschiedlichen Störungsmöglichkeiten – neben einer möglichst ursächlichen Behandlung – Sauerstoff als universelles Notfallmedikament verabreicht werden. Allerdings ist nur die Verminderung der O₂-Beladung im arteriellen Blut in der Regel an der Zyanose, teilweise auch an indirekten Zeichen wie Dyspnoe, Unruhe und/oder Hyperventilation zu erkennen.

18.3.2 O₂-Verbrauch, Speicherkapazität und Präoxygenierung vor der Intubation

Für das individuelle Leistungsvermögen der Zelle, zur Energiegewinnung des gesamten Organismus und zum Überleben der Organe ist die kontinuierliche Zufuhr von Sauerstoff eine unabdingbare Voraussetzung. Schon unter

Ruhebedingungen verbraucht der Mensch ca. 250–300 ml Sauerstoff/min. Eine kontinuierliche Zufuhr ist wegen der im Vergleich zum Verbrauch geringen Speicherkapazität des Organismus erforderlich (■ Tabelle 18.2).

Bei einer Unterbrechung der O₂-Zufuhr, aber **primär funktionierendem Kreislauf** reicht die O₂-Speicherkapazität des Organismus ohne vorherige O₂-Applikation für maximal 5 min (150/300) aus.

➤ **Bei kritischen Situationen ist es also in jedem Fall sinnvoll, zusätzlich Sauerstoff anzubieten, im Idealfall mit einer 100%igen inspiratorischen Konzentration.**

Den entscheidenden Gewinn bringt kurzfristig der Austausch des in der Lunge – wie in der Umgebungsluft – befindlichen Stickstoffs (► Kap. 11.1.3), der bereits nach 1–3 min reiner O₂-Atmung zu 95% durch Sauerstoff ersetzt ist.

Hinweise

Bei einem **Kreislaufstillstand** stehen nur die gewebeeigenen Reserven zur Verfügung. Organe mit besonders hohem O₂-Bedarf, wie Gehirn und Herz, reagieren dann besonders schnell mit Funktionsstörungen oder Ausfällen, z. B. das Gehirn mit Bewusstlosigkeit nach 5–10s.

⊕ Praxistipp

Präoxygenierung vor jeder Intubation!

Dies gilt in ganz besonderem Maße vor jeder geplanten Intubation im Rettungsdienst. Jedem Notfallpatienten muss – wenn immer nur möglich – einige Minuten 100% O₂ über Maske angeboten werden, denn das Auswaschen des Stickstoffs schafft einen intrapulmonalen O₂-Speicher von 2500–3000 ml. Diese Menge reicht – zumindest rechnerisch (3000:300) – aus, den O₂-Verbrauch in körperlicher Ruhe (250–300 ml) für 10 min sicherzustellen.

■ Tabelle 18.2. Speicherkapazität bei Raumluftatmung und nach Atmung von reinem Sauerstoff

	Raumluft [ml]	100%ige O ₂ -Konzentration [ml]
Lunge	~ 450	~ 3000
Blut	~ 850	~ 950
Gewebsflüssigkeit und Muskulatur	~ 250	~ 300
Gesamt	~ 1550	~ 4250

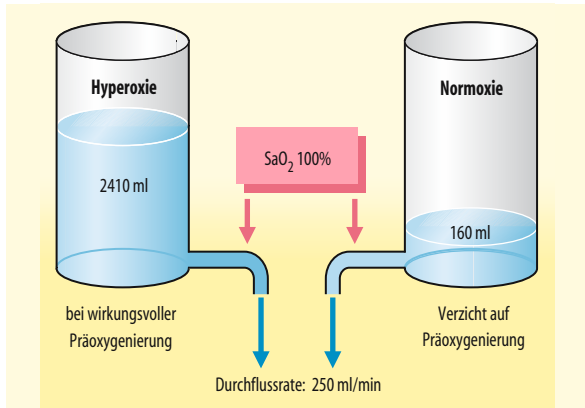


Abb. 18.25. Pulsoxymetrie und primär effektiver O₂-Pool

Stellenwert der Präoxygenierung. Auf eine wirkungsvolle Präoxygenierung wird im Rettungsdienst häufig – ähnlich wie in manchen Kliniken im Rahmen der Narkoseeinleitung – verzichtet.

Typische Gründe:

- Man geht – zu Unrecht – davon aus, stets sicher ohne eine Pause unzureichender Beatmung intubieren zu können.
- Man glaubt – zu Unrecht –, wenn die Pulsoxymetrie Werte von 99 oder 100% O₂-Sättigung anzeigt, brauche man nicht bzw. nicht weiter zu präoxygenieren.

Die Pulsoxymetrie gibt einen Hinweis über die aktuelle periphere arterielle O₂-Sättigung des Blutes. Der primär effektive O₂-Pool des Erwachsenen beträgt ca. 160ml. Dies reicht bei einem Verbrauch von ca. 250 ml O₂/min für eine Apnoeüberbrückung von 40 s. Ist der Intubationsvorgang innerhalb dieser Zeit abgeschlossen, zeigt die Pulsoxymetrie auch dann noch normale Werte und gibt nicht zu erkennen, wie sehr die noch vorhandene Menge des primär effektiven O₂-Vorrates bereits abgeschmolzen ist (Abb. 18.25).

Durch den Einsatz der Puls oxymetrie im Rettungsdienst lässt sich aber eindrucksvoll nachweisen, dass nach ausreichender Präoxygenierung in vielen Fällen die Intubation in aller Ruhe ohne einen (bedeutsamen) Abfall der O₂-Sättigung durchgeführt werden kann. Eine ausreichende Präoxygenierung setzt voraus, dass Druckminderer verfügbar sind, die einen Flow von 8–15 l abgeben.

18.3.3 Möglichkeiten der O₂-Applikation

In kritischen Situationen, in denen zur Funktions- und Überlebenssicherung des Organismus Sauerstoff als universelles Notfallmedikament verabreicht werden soll, ist zu prüfen, ob eine O₂-Anreicherung der **Spontanatmungsluft** ausreicht, oder ob eine **Beatmung** mit erhöhter O₂-Konzentration notwendig ist (Tabelle 18.3).

O₂-Insufflation bei erhaltener Spontanatmung Indikation

O₂-Mangelzustände bei ausreichender Spontanatmung oder bei Hyperventilation des Patienten. Typische Ursachen sind Diffusionsstörungen in der Lunge, z. B. bei Lungenzündung, Lungenstauung, Lungenödem.

Technik

Insufflation durch Nasenkatheter und Sauerstoffrillen:

- Festlegung der Einfühlänge (Nasenspitze–Ohrläppchen).
- Einführen durch die Nase; Katheterspitze soll in der Gegend des weichen Gaumens liegen (Abb. 18.26).
- O₂-Sonden mit Schaumgummikissen haben Vorteile. Sie werden nur ca. 1 cm über das Kissen hinausragend in eine Nasenöffnung eingeführt.
- Bei der Verwendung von O₂-Brillen strömt Sauerstoff über 2 kurze, in die Nasenöffnungen eingeführte Kunststoffstutzen.

Tabelle 18.3. Möglichkeiten der O₂-Applikation

Atmung	O ₂ -Applikation
Ausreichende Spontanatmung und Tachypnoe	→ O ₂ -Anreicherung der Spontanatmungsluft
Unzureichende Spontanatmung und Atemstilland – Präoxygenierung bzw. – Intubation und Auswaschen des Stickstoffs bei Atemstilland	→ O ₂ -Anreicherung der Beatmungsluft → 100 % O ₂ -Konzentration im O₂-Reservoir

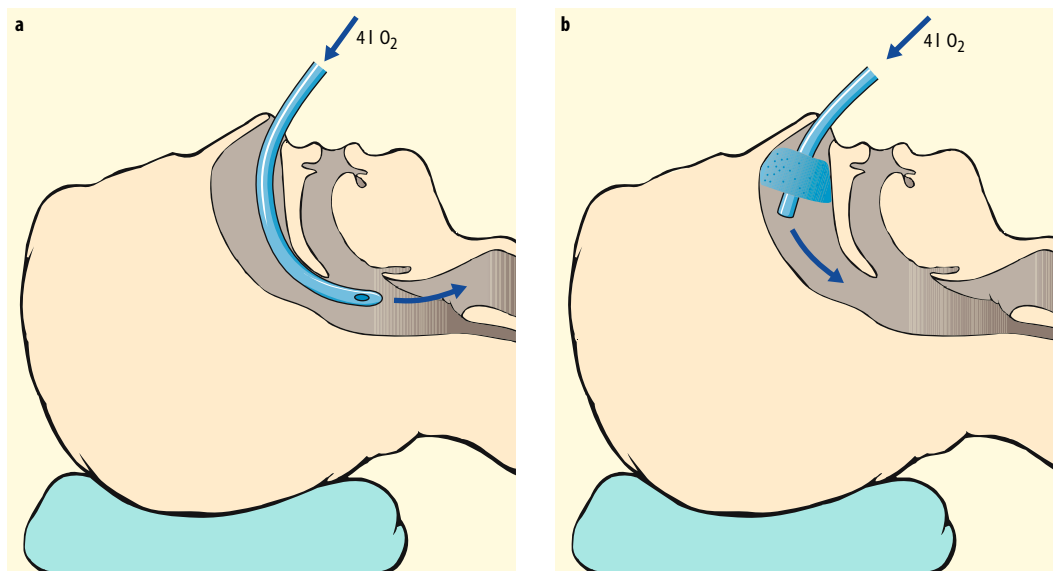



Abb. 18.26a,b. O₂-Insufflation: a durch Nasenkatheter, b mit Schaumgummikissen

- Anschluss an die O₂-Versorgung des Notfallkoffers oder des Rettungswagens. Dosierung ca. 4 l O₂/min. Damit lassen sich inspiratorische O₂-Konzentrationen von 30–40 Vol.-% erzielen.
- Bei Verwendung von Systemen, die aus Maske, Nicht-rückatemventil und O₂-Reservoir bestehen, und einer Einstellung des Flow von 8–15 l/min lassen sich inspiratorische O₂-Konzentrationen bis 90% erreichen.

Apnoische Oxygenierung

In Notfallsituationen, bei denen eine – möglicherweise – besonders schwierige Intubation vorgesehen ist und genügend Zeit für eine optimale Präoxygenierung gegeben ist, kann die Dauer eines Atemstillstands ohne Hypoxiegefahr deutlich verlängert werden (Apnoische Oxygenierung). Details .

Beatmung mit einem Handbeatmungsgerät mit O₂-Zufuhr ohne Reservoir

Indikationen

Nicht ausreichende Spontanatmung und Atemstillstand (Abb. 18.27).

Technik

- Assistierte oder kontrollierte Beatmung.
- Eine O₂-Zufuhr von 4–6 l/min erhöht die inspiratorische O₂-Konzentration auf 40–80%.

Beatmung mit einem Handbeatmungsgerät mit O₂-Zufuhr und Reservoir

Indikationen

Hochgradige Vitalbedrohung oder CO-Vergiftung.

Technik

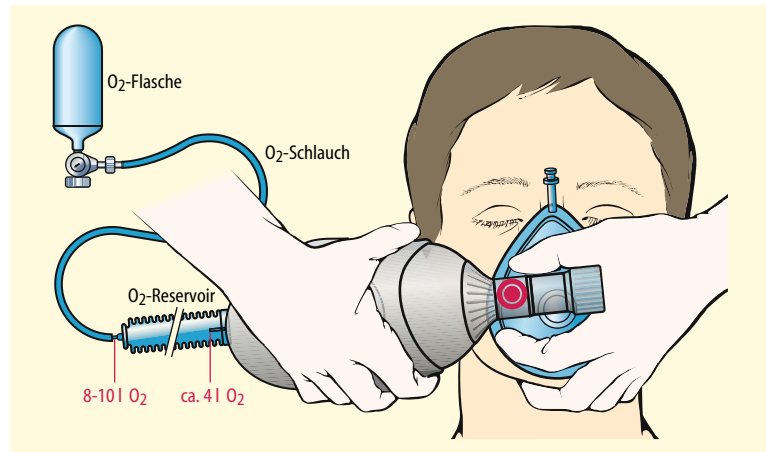
- Bei einem Flow von 10 l/min werden annähernd 100%ige O₂-Konzentrationen im Beatmungsgas erreicht (Beatmung über Narkosekreisteil: Flow 50% des Atemminutenvolumens).

18.3.4 Gefahren der O₂-Applikation

Besonders bei der längeren O₂-Applikation in hohen Konzentrationen unter **klinischen** Bedingungen sind gewisse toxische Gefahren zu beachten und mögliche pathophysiologische Reaktionen des Atemzentrums zu bedenken.

- ! Bei Langstreckentransporten Früh- und Neugeborene besteht grundsätzlich die Gefahr einer durch zu hohe O₂-Konzentrationen ausgelösten, zur Erblindung führenden Augenschädigung, der retrolentalen Fibroplasie. Daher sollten pulsoxymetrische Werte zwischen 90 und 95% angestrebt werden.

■ Abb. 18.27. Beutel-Masken-Beatmung



Möglicherweise können hohe O_2 -Konzentrationen auch eine Vasokonstriktion, eine Engstellung der Gefäße an Herz, Hirn und Niere des Erwachsenen hervorrufen. Für die **Akutbehandlung im Rettungsdienst** haben aber die Gefahren des **O_2 -Mangels** diese Organe weitaus größere Bedeutung.

- **Generell ist bei allen lebensbedrohlichen Notfällen eine O_2 -Applikation notwendig, um Sicherheitsreserven gegenüber drohendem O_2 -Mangel zu schaffen. Dabei gilt der Grundsatz: Je schwerer die Vitalgefährdung, desto höher die anzustrebende inspiratorische Konzentration des Sauerstoffs.**

Die Notwendigkeit einer angemessenen O_2 -Versorgung des Organismus bei jeder lebensbedrohlichen Erkrankung und Verletzung und die gefahrlosen Applikationsmöglichkeiten bereits am Notfallort und während des Kliniktransports machen Sauerstoff zu » **einem universell anzuwendenden Medikament in der Notfallmedizin** «.

Sicherheitshinweise für den Umgang mit Sauerstoff

- Sauerstoff fördert jeden Oxidationsvorgang, insbesondere die Verbrennung von Kohlenwasserstoffverbindungen.
- Beim schnellen Öffnen des Flaschenventils strömt mit hoher Geschwindigkeit hochkomprimierter Sauerstoff durch das Ventil und die Eingänge des Druckminderers. Durch den hohen Druck und die dadurch verursachte Geschwindigkeit entsteht im Inneren der Armaturen Reibungswärme. Wenn sich an diesen Punkten Öl, Fett oder Schmutzteile mit einem niedrigen Flammpunkt befinden, kann es zu einer Zündung mit explosionsartiger Verbrennung kommen.
- Absolute Sauberkeit an den Armaturen, die mit Sauerstoff in Berührung kommen, schon geringste Fett- und Ölsuren wären äußerst gefährlich!

18.4 Beatmung

Wegen der Selbstgefährdung des Rettungspersonals durch Hepatitis-B-Viren, zunehmend aber auch durch Aids-Erreger, sehr selten durch Kontaktgifte, sollte im Rettungsdienst grundsätzlich – nach entsprechender Ausbildung – über Maske oder Endotrachealtubus und Handbeatmungsgerät beatmet werden. Wenn diese Möglichkeiten – aus welchen Gründen auch immer – nicht gegeben sind,

müssen ersatzweise spezielle Tuben oder ggf. andere Beatmungshilfen benutzt werden.

Obwohl Infektionen mit HIV-Viren, den Erregern der Krankheit Aids, über Speichel bisher nicht nachgewiesen sind, sollte die klassische Atemspende im organisierten Rettungsdienst nur in absoluten Ausnahmefällen angewendet werden.

Zumindest im familiären Rahmen und im überschaubaren Bekanntenkreis werden aber Rettungsassistenten und Rettungssanitäter, die außerhalb mit lebensbedrohlichen Notfällen konfrontiert werden, weiterhin auch die Beatmung ohne Hilfsmittel anwenden.

Ein weiterer Grund, die Beatmung ohne Hilfsmittel auch in diesem Buch ausführlich zu beschreiben, liegt darin, dass erfahrene Rettungsassistenten und Rettungssanitäter in der Laienausbildung eingesetzt werden. Zur Vorbereitung ihrer Lehrtätigkeit werden sie sicherlich auch auf dieses Buch zurückgreifen.

Um die beiden unterschiedlichen Beatmungstechniken bei erhaltener, aber nicht ausreichender Spontanatmung und bei Atemstillstand deutlich zu kennzeichnen, ist es sinnvoll, 2 Begriffe aus der klinischen Beatmungstherapie auch auf präklinische Verhältnisse zu übertragen:

1. **Assistierte Beatmung**
Anpassung der Beatmung an die normale oder mäßig erhöhte Spontanatemfrequenz eines Patienten, dessen Atemzugvolumen aber für die erforderliche Belüftung der Alveolen nicht ausreicht.
2. **Kontrollierte Beatmung**
Beatmung in der vom Helfer oder einem Beatmungsgerät vorgegebenen Frequenz bzw. »Durchbrechen« einer Schnappatmung mit zu geringer Frequenz.

Indikationen

Alle Formen der Hypoventilation, wie Traumatmung und finale Schnappatmung, Atemstillstand.

Es soll noch einmal hervorgehoben werden, dass man nicht erst nach Eintritt bzw. nach sicherem Erkennen eines Atemstillstands beatmet, sondern bereits zu einem Zeitpunkt, an dem unterschiedliche Anzeichen auf eine **lebensbedrohliche Einschränkung der Spontanatmung** hinweisen:

- Zyanose
- Sichtbar verminderte Atembewegungen
- Zu geringe Atemfrequenz
- Abgeschwächtes Atemgeräusch
- Abgeschwächter Atemstoß

Besonderer Hinweis

Problematik hoher Atemzugvolumina

Ein Atemzugvolumen von 1000 ml (frühere Empfehlungen) führt bei nicht intubierten, bzw. nicht mit einer Larynxmaske versorgten Patienten nachweislich zu einer (stärkeren) Magenblähung. Dies ist der entscheidende Grund, die Zielvorgabe für einen Beatmungsvorgang auf 500 ml zu begrenzen.

Es ist davon auszugehen, dass das resultierende, relativ niedrige Atemminutenvolumen zumindest während der Wiederbelebung eine ausreichende O₂-Versorgung sichert.

18.4.1 Beatmung ohne Hilfsmittel: Atemspende

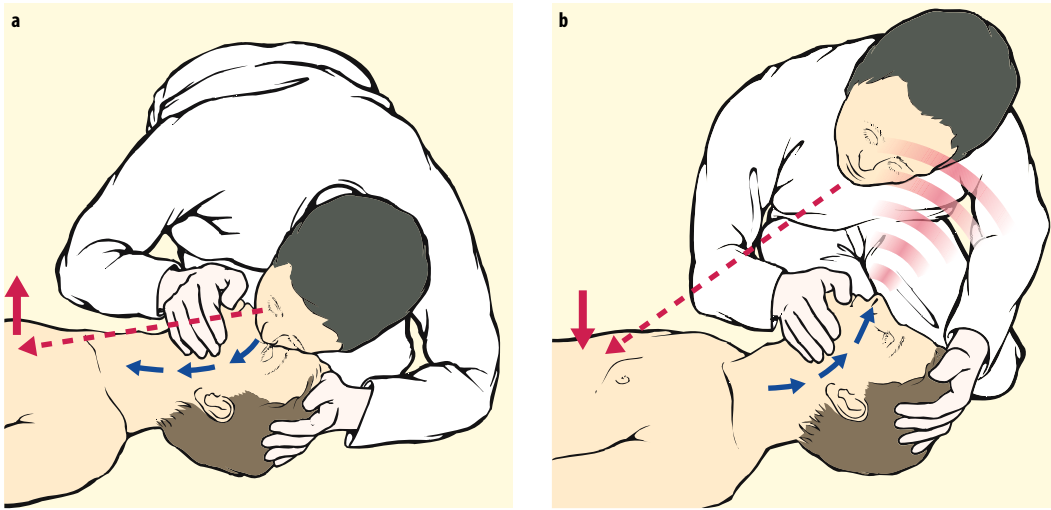
Ist bei überraschenden Notfällen die Hilfsmittel der Standardausstattung der Rettungsfahrzeuge nicht sofort greifbar, muss die Atemspende ohne Hilfsmittel durchgeführt werden.

Da auch diese wechselnden Empfehlungen in der Regel nicht auf umfangreichen vergleichenden Studien am Notfallpatienten beruhen, sondern Auffassungen von Notfallmedizinern wiedergeben, bleiben wir bei der Empfehlung, aus Praktikabilitätsgründen mit der Mund-zu-Nase-Beatmungsmethode zu beginnen.

Vor Beginn der Atemspende ist der Mund- und Rachen-Raum zu inspizieren; Fremdkörper, in erster Linie Prothesenteile, sind zu entfernen.

Mund-zu-Nase-Beatmung Technik

- Der Anwender kniet seitlich am Kopf des Patienten.
- Überstrecken des Halses wie in ► Abschn. 18.1.1 beschrieben. Der Daumen der am Kinn liegenden Hand dichtet den Mund durch Druck der Unterlippe gegen die Oberlippe ab.
- Man atmet etwas tiefer als normal ein und bläst seine Ausatemluft mit geringem Druck in beide Nasenlöcher des Patienten (► Abb. 18.28; Atemfrequenz und Atemzugvolumen s. oben).
- Dauer: 1 s.
- Während der passiven Ausatemphase blickt man zur Brust des Patienten, sieht das Senken des Thorax, während man gleichzeitig das Strömen der Ausatemluft hört.



■ Abb. 18.28a,b. Mund-zu-Nase-Beatmung: a Durchführung, b Wirksamkeitskontrolle

Hinweise

Die ERC-Richtlinien 2005 sehen in der Mund-zu-Nase-Beatmung eine effiziente Alternative zur bevorzugten Mund-zu-Mund-Beatmung, insbesondere bei Verletzungen des Mundes oder, wenn der Mund nicht geöffnet oder nicht abgedichtet werden kann.

Die Mund-zu-Nase-Methode ist in der Regel hygienischer als die Atemspende von Mund zu Mund; auch die Abdichtung ist leichter.

Durch völligen Mundschluss und Anheben des Unterkiefers ist eine Einengung der Atemwege durch den Zungengrund weniger wahrscheinlich.

Außerdem wird durch den längeren Weg und den größeren Raum bis zum Kehlkopfengang eine Reduzierung der Beatmungsdruckspitzen erreicht.

Mund-zu-Mund-Beatmung

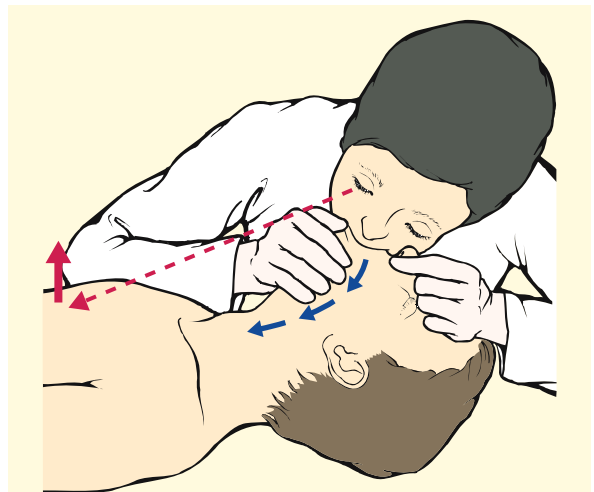
Technik

- Der Anwender kniet seitlich am Kopfende des Patienten.
- Überstrecken des Kopfes in der beschriebenen Form (► Abschn. 18.1.1).
- Daumen und Zeigefinger der an der Stirn liegenden Hand verschließen die Nase, man atmet etwas tiefer als normal ein und bläst seine Ausatemluft mit geringem Druck in den Mund des Patienten (■ Abb. 18.29).
- Dauer: 1 s.

- Während der passiven Ausatemphase blickt der Anwender zur Brust des Patienten, er sieht das Senken des Thorax, während er gleichzeitig das Strömen der Ausatemluft hört.

Hinweise

Bei Verlegung oder Verletzung der Nase wird die Mund-zu-Mund-Beatmung durchgeführt.



■ Abb. 18.29. Mund-zu-Mund-Beatmung

Mund-zu-Mund-zu-Nase-Beatmung bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern

Technik

- Nur leichte Überstreckung des Kopfes.
- Der Anwender deckt Mund und Nase des Kindes mit seinem geöffneten Mund ab.
- Mit leichtem Druck bläst er die Luftmenge ein, die sich ohne zusätzliche Einatmung in seiner Mundhöhle befindet (Atemfrequenz und Atemzugvolumen s. oben.)
- Während der passiven Ausatemphase blickt man zur Brust des Kindes und sieht das Senken des Thorax, während man gleichzeitig das Strömen der Ausatemluft hört (■ Abb. 18.30).

18.4.2 Beatmung mit Hilfsmitteln

Bei einer isolierten Störung des respiratorischen Systems, die eine assistierte oder kontrollierte Beatmung notwendig macht, setzen Rettungsassistenten und Rettungsassistenten im Regelfall Handbeatmungsgeräte, also Beatmungsbeutel mit Maske ein.

Beutel-Masken-Beatmung

Indikationen

Hypoventilation oder Atemstillstand im Rahmen einer isolierten Störung des respiratorischen Systems oder bei Reanimationen, bei denen eine Person nur mit der Durchführung der Beatmung befasst werden kann.

Technik

- Freimachen und Freihalten der Atemwege.
- Überstrecken des Kopfes, nach Möglichkeit Einlegen eines Pharyngealtubus in der zuvor beschriebenen Technik.
- Aufsetzen und Halten der Maske: Die Maske wird mit Daumen und Zeigefinger einer Hand, in der Regel der linken, bei seitengleichem Druck auf Maskenbasis und Maskenspitze über Mund und Nase des Patienten aufgesetzt (C-Griff). Gleichzeitig umfassen Mittel-, Ring- und Kleinfinger den Unterkiefer des Patienten und heben ihn an. Alle 5 Finger der Maskenhand halten den Kopf in Überstreckung (■ Abb. 18.27 u. ■ Abb 3.1).



■ Abb. 18.30. Mund-zu-Mund-Nase-Beatmung

- Beutelbetätigung: Die rechte Hand umgreift den mit der Maske verbundenen Beatmungsbeutel und drückt ihn zur Beatmung zusammen. Dabei strömt die im Beutel befindliche Luft über Ventil und Maske in die Lungen des Patienten. Nach jedem Zusammendrücken werden die Finger der rechten Hand sofort entspannt, sodass der sich selbsttätig füllende und ausdehnende Beutel locker in der Hand liegt.
- O₂-Anschluss: Bei Anschluss von 4–6 l O₂/min an den O₂-Stutzen lässt sich bei physiologischen Atemfrequenzen in Abhängigkeit von den konstruktiven Merkmalen der einzelnen Beatmungsbeutel ein Anteil von ca. 40–70 Vol.-% Sauerstoff in der Einatemluft des Erwachsenen erreichen. Entsprechendes gilt für den Anschluss von 2 l O₂/min an den Beatmungsbeutel bei Neugeborenen. Soll eine noch höhere inspiratorische O₂-Konzentration appliziert werden, wird ein Faltenbalg als O₂-Reservoir verwendet (■ Abb. 18.27 u. ■ Abb 3.1).

⊕ Praxistipp

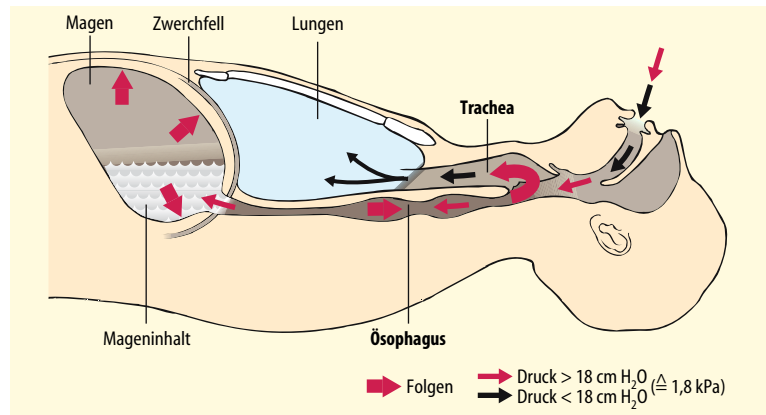
— Sonderfall Neugeborenenbeatmung:

Bei der Beatmung des Neugeborenen mit dem Beatmungsbeutel darf der Beutel zur Vermeidung zu hoher Beatmungsdrücke nur mit einem Finger, allenfalls mit Daumen und 2 Fingern der rechten Hand komprimiert werden. Dieser Hinweis hat insbesondere für intubierte Neugeborene Bedeutung.

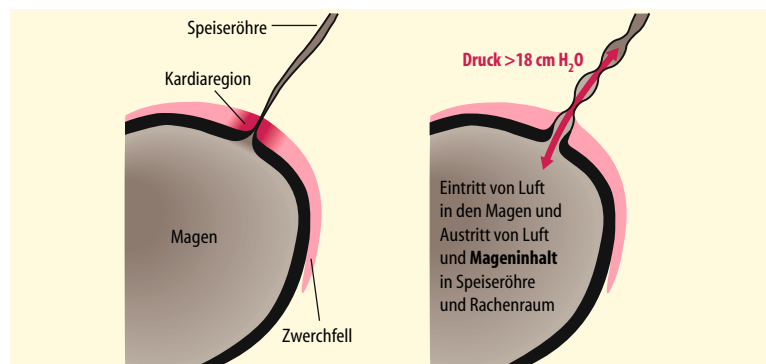
Gefahren

- Bei nicht dichtsitzender Maske entweicht ein unkalulierbarer Anteil des Beutelvolumens am Maskenwulst.
- Aufregung und kompensatorische Bemühungen des Anwenders, durch eine höhere Beatmungsfrequenz, insbesondere aber über einen höheren Beutelkompressionsdruck, die Leckage auszugleichen, gefährden den Beatmungspatienten zusätzlich durch Blähung des Magens (■ Abb. 18.31).
- Die Einmündung der Speiseröhre in den Magen nennt man Sphinkter. Dieser Sphinkter hat eine Verschlussfunktion nach beiden Richtungen, die im Normalfall Drücken bis 20 mbar standhält (■ Abb. 18.32). Da die meisten Beutelbeatmungsgeräte über eine Druckbegrenzung verfügen, die 20 mbar überschreitet, öffnet sich dann der Ösophagus sphinkter, und ein Teil der Luft geht auf diesem Weg in den Magen. Die Blähung des Magens durch eindringende Luft führt zu einem Zwerchfellhochstand, erschwert zunehmend die Einatemphase der Zwerchfelltätigkeit, macht dann höhere Beatmungsdrücke notwendig, leitet also einen Teufelskreis ein, der eine wirksame Beutel-Masken-Beatmung zunehmend erschwert.
- Die Beatmung Nichtintubierter mit sehr hohen Drücken kann insbesondere in Kombination mit der Herz-Druck-Massage einen Längsriss der Trachealhinterwand verursachen.

■ Abb. 18.31. Gefahren bei der Beatmung Nichtintubierter



■ Abb. 18.32. Aufhebung der Sphinkterfunktion der Kardiaregion bei hohen Beatmungsdrücken



– Sonderfall Neugeborene

Im Allgemeinen kann nur bei Früh- und Neugeborenen durch unsachgemäße Atemspende oder eine Beutelbeatmung mit zu hohem Druck die Lunge reißen, sodass sich im Anschluss ein Pneumothorax entwickelt.

Hinweise

Wegen des Problems der Magenblähung und der Gefahr der Regurgitation und anschließenden Aspiration wurde ein neues Handbeatmungsgerät (»Combibag«) mit einem 2-stufigen Sicherheitsventil entwickelt. Über dieses Sicherheitsventil des »Combibag« wird für die Maskenbeatmung eine Druckbegrenzung von 20 mbar, für die Beatmung über Trachealtubus eine Druckbegrenzung von 60 mbar eingestellt.

Neben einer Beatmung mit zu hohen Drücken findet man häufig auch eine zu hohe Beatmungsfrequenz. Eine mäßige Frequenzerhöhung ist in vielen Situationen sinnvoll, sie sollte die physiologischen Werte nicht zu stark überschreiten, da bei zu schneller Inspiration Turbulenzen entstehen und eine gleichmäßige Belüftung der Alveolen nicht mehr gewährleistet ist.

Eine Beutel-Masken-Beatmung kann nur vom Kopfende des Patienten durchgeführt werden!

Beatmung Intubierter

Intubierte Patienten werden im Rettungsdienst zuerst über Beutelbeatmungsgeräte, später je nach verfügbarer Ausstattung mit Notfallrespiratoren beatmet.

Plötzliches Erbrechen, Blutungen in den Rachenraum etc. können das respiratorische System praktisch nicht mehr beeinträchtigen und die zuvor geschilderten Probleme des Beatmungsdrucks sind unter diesen Bedingungen zu vernachlässigen.

Ausnahmen bestätigen jedoch die Regel. Bei einer vorgeschädigten Lunge (Emphysem) oder nach Verletzungen kann sich ein zu hoher Beatmungsdruck nachteilig auswirken. Das Beatmungsvolumen soll daher beim Erwachsenen 800 ml nicht übersteigen.

Jeder muss sich mit den Beatmungsgeräten, die er im Notfall einsetzt, in ausreichender Weise vertraut machen. Bei einem Teil der Geräte ist eine automatische Druckbegrenzung eingebaut oder sie ergibt sich aus der speziellen Konstruktion. Falls nicht sofort ein Beatmungsgerät zur Verfügung steht, ist notfalls auch eine Mundbeatmung über einen Trachealtubus möglich.

Beatmung mit positiv endexpiratorischem Druck (»positive endexpiratory pressure«, PEEP)

Nach Intubation kann

- bei Beatmungsbeuteln und tragbaren Notfallbeatmungsgeräten durch Adaptation eines speziellen PEEP-Ventils

ein positiv endexpiratorischer Druck aufrechterhalten werden. Nur so kann bei vielen schweren respiratorischen Störungen auch nach Erhöhung der O₂-Konzentration eine ausreichende O₂-Anreicherung des arteriellen Blutes erreicht werden.

PEEP vermindert den Kollaps der Alveolen während der Ausatmung und fördert ggf. deren Wiedereröffnung, er vermindert auch die Atemarbeit durch Verbesserung der Lungendehnbarkeit.

Typische **Indikationen für PEEP** (5 cm H₂O= 490 Pa):

- Polytrauma
- Schädel-Hirn-Trauma und schwerwiegende Lungenschädigung (bei stabilem arteriellen Druck)
- Lungenödem
- Zustand nach Reanimation (arterieller Druck!)
- Beinahe-Ertrinken

Dem Vorteil der PEEP-Beatmung können in Abhängigkeit von der Gesamtsituation des Patienten allerdings auch Nachteile bzw. Gefahren gegenüberstehen, insbesondere die Beeinträchtigung der zirkulatorischen Funktionen, da der venöse Rückfluss des Blutes zum Herzen durch die anhaltende intrathorakale Druckerhöhung reduziert wird.

Obwohl in der Klinik nach besserer Abklärung der wichtigsten Patientenparameter häufig mit höheren Werten beatmet wird, hat man sich für den Rettungsdienst auf ein Kompromiss-PEEP-Niveau von 5 cm H₂O geeinigt.

Wegen der zu berücksichtigenden Nachteile bleibt die Indikationsstellung für eine PEEP-Beatmung dem Notarzt vorbehalten.

Notfallrespiratoren Indikationen

Im Gegensatz zur Beatmung mit Beatmungsbeutel ermöglichen Notfallrespiratoren eine sichere Ventilation von Patienten, ohne den Beatmenden manuell zu blockieren.

In vielen Situationen, z. B. nach Reanimationen oder beim Transport beatmeter Polytraumatisierter, ist es daher äußerst wünschenswert, wenn die eingeleitete Beatmung von einem geeigneten Notfallrespirator übernommen werden kann. Wegen der Fülle der notwendigen Maßnahmen wird jede freie Hand gebraucht.

Verfügbare Geräte

Die Anforderungen der Notfallmedizin, kleine und kompakte Bauweise, übersichtliche Bedienelemente, hohe Gerätesicherheit, bei Druckgasbetrieb geringer Gasbedarf, Möglichkeit der PEEP-Anwendung für die kontrollierte Beatmung werden derzeit von Geräten unterschiedlicher Kategorien der Firmen Dräger und Weinmann erfüllt.

In der **Katastrophenmedizin** werden Behandlungskonzepte auf eine größere Anzahl von Patienten ausgelegt. Beim so genannten **MANV (Massenanfall von Verletzten)** ist es besonders wichtig, die personellen und materiellen Ressourcen optimal einzusetzen.


Ein erstes **sprechendes Beatmungsgerät**, der »Medumat Easy« führt in einem solchen Massenanfall den Anwender **sprachgesteuert** durch die Beatmungssituation. Solche Geräte verbessern erheblich die Effizienz, da unter den Umständen des MANV Helfer mit niedrigerem Ausbildungsstand und fehlender Beatmungsroutine eingesetzt werden müssen.

»Medumat Standard a« arbeitet wie die Notfallrespiratoren anderer Hersteller ebenfalls nach dem Prinzip der intermittierenden positiven Druckbeatmung (IPPB), zeitgesteuert und volumenkonstant, und ermöglicht bei geringer Baugröße und geringem Gewicht eine assistierte Beatmung.

Kontrollierte Beatmung

Das Einstellen physiologischer Beatmungsparameter, insbesondere von Atemfrequenz, Atemzugvolumen, O₂-Konzentration, ggf. Zeitverhältnis von Inspiration zu Expiration (I:E) und Druckbegrenzung, erfolgen entsprechend den jeweiligen Bedienungsanleitungen.

Assistierte Beatmung


Ein nicht unerheblicher Anteil von Notfallpatienten mit **noch erhaltener oder wieder eingesetzter, aber unzureichender Spontanatmung**, die bisher in solchen kritischen Phasen sediert und/oder relaxiert werden mussten, **können nun risikolos assistiert beatmet werden** (z. B. mit dem Medumat Standard a;  Abb. 18.33).

Zunächst erfolgt die Einstellung einer physiologischen Atemfrequenz und der Triggerempfindlichkeit (der durch die spontanen Einatembewegungen des Patienten entstehende Unterdruck löst dann die Inspirationsphase des Gerätes aus) sowie der I/E-Kontrolle bzw. -Anpassung und eines »Sicherheitsminutenvolumens«, d. h. des Atemminutenvolumens, mit dem der Patient auch nach Aussetzen der Eigenimpulse in jedem Fall beatmet wird. Das Einstel-

len des Beatmungsdrucklimits wird entsprechend der Bedienungsanleitung durchgeführt.

Beatmungsmuster

Entscheidend für eine angemessene Beatmung ist letztlich das Atemminutenvolumen (AMV), das sich als Produkt aus Atemfrequenz (AF) und Atemzugvolumen (AZV) ergibt. Für das AMV gelten wiederum Anhaltswerte, die von Interesse sind, wenn an Beatmungsgeräten, wie z. B. dem Medumat oder Oxylog, Atemminutenvolumina eingestellt und/oder gemessen werden können.

Bei der Beatmung Lungengesunder wird in der Regel – physiologische Beatmungsfrequenzen vorausgesetzt – ein Atemminutenvolumen von ca. 100 ml/kgKG (Körpergewicht) benötigt ( Tabelle 18.4).


Beispiel: 70 kg schwerer Patient:

$$70 \times 100 \text{ ml} = 7000 \text{ ml oder } 7 \text{ l/min AMV.}$$

Die Beatmung lungengesunder Patienten mit einem auf dieser Basis kalkulierten AMV wird in der Klinik durch sichere klinische Zeichen, v. a. aber durch Blutgasanalysen überprüft und ggf. korrigiert.

In der Notfallmedizin, zumindest im präklinischen Bereich, lassen sich zum einen Zeichen für O₂-Mangel und ggf. einen CO₂-Anstieg nicht oder nur schwer erken-



 Abb. 18.33. Medumat Standard a. (Mit freundl. Genehmigung der Fa. Weinmann)

■ Tabelle 18.4. Richtwerte für die Beatmung

	Körpergewicht [kg]	Frequenz [min]	Atemzugvolumen [ml]	Atemminutenvolumen [l/min]
Früh- und Neugeborene	1–4	20–40	3,5–4,7	0,95–1,5
Kleinkinder	5–15	20–30	30–90	1,0–2,7
Kinder	15–40	12–20	90–400	3,0–6,0
Jugendliche	40–60	10–20	400–600	5,0–8,0
Erwachsene	50–100	10–18	500–900	6,0–12,0

nen. Zum anderen muss bei primär respiratorischen Störungen, insbesondere während und nach Reanimation, wegen maximal erniedrigter O_2 - und stark erhöhter CO_2 -Drücke von folgenden Erfordernissen ausgegangen werden:

- 50- bis 100%ige O_2 -Konzentration in der Inspirationsluft und
- deutlich erhöhtes AMV.

Unter diesen Umständen soll man überschlagsmäßig von einem Bedarf von 150 ml/kgKG als Atemminutenvolumen ausgehen.

Beispiel: 70 kg schwerer Patient:

$70 \times 150 \text{ ml} = 10,5 \text{ l/min AMV}$.

Da insbesondere bei **Säuglingen** ein noch höheres AMV erforderlich ist, sind die Anhaltswerte in der Kleinkindertabelle vorsichtshalber auf der Basis

$AMV = 200\text{--}150 \text{ ml/kgKG}$ vorgegeben.

Beispiele: $5 \text{ kgKG} \times 200 \text{ ml} = 1000 \text{ ml AMV}$.

Beispiele: $15 \text{ kgKG} \times 150 \text{ ml} = 2250 \text{ ml AMV}$.

Werden bei Säuglingen und Kleinkindern – wie üblich – unblockte Tuben verwendet, muss die hohe Leckage durch neben dem Tubus abströmendes Atemgas beachtet werden. Unter diesen Umständen gelten die in der ■ Tabelle 18.4 angeführten Anhaltswerte nicht. Es müssen vielmehr klinische Zeichen wie Ausmaß der Thoraxexcursionen, die Hautfarbe und die Pulsoxymetrie als entscheidende Kriterien für die Einstellung des ggf. noch höheren AMV herangezogen werden. Bei zu hoher Leckage kann statt einer ggf. risikoreichen Umintubation der Rachenraum austamponiert werden. Derzeit (2004) wird erneut diskutiert, ob bei Säuglingen und Kindern bis zum 8. Lebensjahr in Rettungsdienst und Anästhesie nur unge-

blockte Tuben verwendet werden sollten. Empfehlungsänderungen sind für die Zukunft nicht auszuschließen.

Besondere Hinweise

- Der Einsatz von Notfallrespiratoren im Rettungsdienst setzt eine fundierte Schulung aller Mitarbeiter und eine hohe Anwendungshäufigkeit voraus, denn ohne fundierte Ausbildung und ohne erhebliches Training bereiten bereits allgemein übliche Techniken wie die Beutel-Masken-Beatmung Probleme.
- Eine Maskenbeatmung von Notfallpatienten ist schon wegen der Gefahr der Überblähung des Magens und wegen des fehlenden Aspirationsschutzes problematisch. Im Vergleich zur vermeintlich sicheren assistierten Beatmung über Beutel-Maske gibt es aber einen entscheidenden Vorteil der assistierten Beatmung mit dem »Medumat« über Maske:

➤ **Der Beatmende kann sich mit beiden Händen mit besseren Erfolgsaussichten bemühen, die Maske dicht zu halten, denn die Inspirationsphase übernimmt der Respirator.**

- Die Beatmungsmuster in ■ Tabelle 18.4 sind nur als Anfangseinstellung gedacht. Danach muss im Regelfall das Atemminutenvolumen (AMV) entsprechend den durch Kapnometrie, wie z. B. im »Modul CapnoVol« ermittelten CO_2 -Werten korrigiert werden. Die Einstellung der inspiratorischen O_2 -Konzentration (FiO_2) orientiert sich an der über Pulsoxymetrie gemessenen O_2 -Sättigung.
- Spezielle Beatmungsmuster, wie sie in der klinischen Intensivmedizin angewendet werden, lassen sich für Transporte von Intensivpatienten heute im Rettungs-

dienst mit den Notfall- und Transportrespiratoren »Oxylog 3000« und dem »Medumat Transport« realisieren. Damit sind für den Transport vieler Intensivpatienten keine klinischen Beatmungsgeräte mehr erforderlich, die oft auch nicht den geforderten mechanischen Ansprüchen der Rettungsdienstnormen genügen. Bei diesen Patienten gelten häufig nicht die in **■** Tabelle 18.4 angegebenen Werte für Frequenz bzw. Atemzug- und Atemminutenvolumen. Die Einstellung erfolgt bei Intensivpatienten primär nach den Vorgaben der Klinik.

Mund-zu-Masken-Beatmung

Mit den im Rettungsdienst verfügbaren Mitteln kann professionelles Personal auch eine Mund-zu-Masken-Beatmung anwenden. Ein grundsätzlicher Vorteil liegt darin, dass die Maske mit beiden Händen (doppelter C-Griff) angepresst und damit dichter gehalten werden kann.

Eine funktionell und ästhetisch besonders bemerkenswerte Verbesserung besteht darin, an eine gebräuchliche Maske einen Beatmungsfilter mit O₂-Zuleitungskonnektor anzuschließen. Bei einer O₂-Zuleitung von 10 l/min wird zum einen der O₂-Anteil in der Beatmungsluft deutlich erhöht, zum anderen bleibt der Anwender über das Filtersystem vor bakteriellen und viralen Infektionen geschützt.

Seltener eingesetzte Beatmungshilfen

Im organisierten Rettungsdienst seltener angewandte Beatmungstechniken, wie die Beatmung über

- Wendl-Tubus
- Ösophagustubus und Ösophagus-Tracheal-Doppellumen-Tubus

können **☞** nachgelesen werden.

- ☛ Eine Erstanwendung am Notfallpatienten – als Regelfall – ist nicht zu vertreten!**

Voraussetzungen für alternative Beatmungshilfen

Beutel-Masken-Beatmung, Applikation der Larynxmaske und Intubation werden im klinischen Routinebetrieb, v. a. in Anästhesieabteilungen regelmäßig durchgeführt. Die Verfahren lassen sich dort bei Nichtnotfallpatienten unter fachlicher Anleitung durch Erfahrene sicher erlernen.

Alternativen wie Kombitubus, Larynxtubus oder EasyTube sind nur dann zu empfehlen, wenn der Anwender ihre sachgerechte Platzierung und das Wissen um ihre

Nachteile und Gefahren ebenfalls unter den Ruhebedingungen einer Klinik erlernt hat.

18.5 Behandlung respiratorischer Störungen

Die Behandlung respiratorischer Störungen ist in **■** Tabelle 18.5 zusammengefasst, s. auch **▶** Kap. 22.

18.6 Ausblick

Die endotracheale Intubation ist weiterhin unbestrittener »goldener Standard« der Sicherung der Atmung. Aufgrund ihrer relativ leichten Platzierbarkeit – allerdings nur bei tief bewussten, sedierten oder narkotisierten Patienten – und ihrer vergleichsweise hohen innerklinischen Anwendungsfrequenz lässt sich – wenn eine Intubation aus welchen Gründen auch immer nicht möglich ist – am ehesten die Larynxmaske empfehlen.

Unter Berücksichtigung der Begrenzung klinischer Praktikumsplätze muss in notarztbegleiteten Modelllehrgängen geprüft werden, ob Rettungsassistenten und Rettungsassistenten generell in der Platzierung der Larynxmaske ausgebildet werden können; die Gruppe der Rettungsassistenten auch in der endotrachealen Intubation.

Zunehmend werden neben der Larynxmaske weitere Alternativen zur endotrachealen Intubation diskutiert. Unabhängig von der Frage, ob sie gegenüber der Larynxmaske funktionelle Verbesserungen aufweisen, ist ein prinzipielles Problem zu beachten: Voraussetzung für eine sichere Verwendung von Alternativen für das Atemwegsmanagement ist ihre Eignung unter klinischen Bedingungen zu prüfen. Anästhesiologische Abteilungen unserer Krankenhäuser sind gefordert, ggf. die sichere Anwendung durch den regelmäßigen Einsatz dieser Hilfsmittel unter klinischen Bedingungen einzuüben. Nur die Schulung des gesamten, an der präklinischen Notfallversorgung beteiligten Personals kann eine routinemäßige Anwendung alternativer Methoden ermöglichen.

Neuere Untersuchungen belegen eindeutig, dass Patienten, die nach optimaler Präoxygenierung intubiert werden, voll relaxiert, ohne Atembewegungen aus einem auf den Tubus angesetzten, mit reinem O₂-gefüllten Reservoir Sauerstoff »saugen«, ohne dass eine **Beatmung** erforderlich ist (apnoische Oxygenierung, Diffusionsatmung). Es ist noch nicht nachgewiesen, ob diese Möglichkeit der O₂-

■ Tabelle 18.5. Behandlung respiratorischer Störungen

Erfordernis	Maßnahme	Besonderheiten
Freimachen der Atemwege	Übersteckung des Halses Absaugen des Rachenraumes Ausräumen des Rachenraumes – M anuell – Kornzange – M agill-Zange – Heimlich-Handg riff Koniotomie	Vorsicht bei Verdacht auf hohen Querschnitt Bei geronnenem Blut (Koagel) und festen Speiseresten sind Absaugsysteme erforderlich Vorsicht Bissverletzung Voraussetzung: Intubationserfahrung Nur bei offensichtlichem Bolusgeschehen indiziert Indiziert bei akuter Erstickungssymptomatik ohne Möglichkeit der Intubation und Beatmung Kein reguläres Verfahren des nichtärztlichen Rettungspersonals
Freihalten der Atemwege	Einlegen von Pharyngealtuben – Guedel – W endl Larynxmaske Tracheale Intubation	Würgereize/Erbrechen bei oberflächlich Bewusstlosen Klinisch/auskultatorische Lagekontrolle erforderlich Im Regelfall keine Alternative zur endotrachealen Intubation Anwendung muss unter klinischen Bedingungen erlernt werden Technik muss unter klinischen Bedingungen erlernt und geübt werden Vorsicht: Abgleiten der Tubusspitze – in den Ösophagus, – in den rechten Hauptbronchus
Sauerstoffgabe	Präoxygenierung O ₂ -Insufflation – Nasenk atheter – Sauerst offbrille apnoische Oxygenierung	Technische Sicherheitsregeln beachten bei Früh- und Neugeborenen transporten pulsoxymetrische Werte von 90–95% (retrolentale Fibroplasie)! 100% O ₂ über Maske mehrere Minuten Voraussetzung: erhaltene Spontanatmung Effizienz unter Notfallbedingungen (noch) nicht erwiesen
Beatmung	Atemspende – Mund-zu-Nase – Mund-zu-Mund – Mund-zu-Mund-zu-Nase – Beatmung mit Hilfsmitteln – Beut el-Maske – Beatmung Intubierter – PEEP – Notfallr espirator	Vorsicht: Kontaktgifte } Gefahr der Überblähung des Magens bei spezieller Indikation Voraussetzung: fundierte Ausbildung

Applikation auch bei Kranken und Verletzten ausreichend wirksam ist.

Trotzdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Erkenntnisse in Zukunft das respiratorische Management in der Notfallmedizin und auch die Rhythmik von Beatmung und Herzdruckmassage bei Intubierten mit reiner O_2 -Zufuhr verändern werden.