

Sauerstoffapplikation

Die initiale Zufuhr von Sauerstoff ist bei allen lebensbedrohlichen Notfallpatienten grundsätzlich – auch ohne manifesten Abfall der SpO_2 – indiziert. Eine auch nur kurzfristige Hypoxie soll sicher verhindert und eine längere unkontrollierte Hyperoxie vermieden werden. Hierfür ist eine valide SpO_2 -Messung und Behandlung der Grundstörung erforderlich. Grundsätzlich orientiert sich die anschließende Anpassung der Sauerstoffgabe am Krankheitsbild, an der Kreislaufsituation und am gemessenen SpO_2 . Der allgemeine therapeutische Zielkorridor der SpO_2 liegt im Bereich 92–96 %, bei Hyperkapnierisiko bei 88–92 %. Ggf. müssen weitere spezielle Aspekte berücksichtigt werden (z. B. Hochdosis bei CO-Intoxikation).

Mobile Systeme zur Sauerstoffapplikation bestehen aus Druckflasche mit Manometer, Druckminderer und Flowmeter. Der Vorrat errechnet sich aus dem Produkt von Druck und Volumen. Bei einer Flasche mit 21 l Inhalt und 200 bar Füllungsdruck stehen damit 4001 O_2 zur Verfügung – bei einem maximalen Flow von 15 l/min reicht dies für ca. 25 Minuten.

Je nach Applikator und eingestelltem Flow ist eine FiO_2 bis 1,0 zu erzielen (► Abb. 1.37). Für hohe inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen ist eine Gesichtsmaske mit Reservoir und Nicht-Rückatem-Ventil erforderlich. Der Einsatz von Nasensonden ist kritisch zu sehen, da ein Patient mit Luftnot in der Regel durch den Mund atmet. Selbst unter optimalen Bedingungen wird maximal eine FiO_2 von etwa 0,4 erreicht.

Freimachen der Atemwege

Bei bewusstlosen, auf dem Rücken liegenden Patienten kommt es durch den fehlenden Tonus der Zungengrundmuskulatur mit Zurückfallen der Zunge in den Oropharynx regelmäßig zu einer mechanischen Verlegung der oberen Atemwege.

Eine mechanische Verlegung der oberen Atemwege kann häufig bereits durch den sog. *Esmarch-Handgriff* beseitigt werden (► Abb. 1.38):

- Dazu wird der Kopf überstreckt, das Kinn angehoben und der Unterkiefer nach vorn geschoben
- Gleichzeitig wird die Mundhöhle inspiziert.
- Bei intaktem Atemantrieb und freiem Atemweg setzt die Spontanatmung wieder ein.

- Zeigen sich bei der Inspektion Fremdkörper, Speisereste, Erbrochenes, Blut oder Schleim, wird der Kopf zur Seite gewendet, die Mundöffnung mit dem *Kreuzgriff* erweitert und die Mundhöhle mit einem großlumigen Katheter abgesaugt (ersatzweise mit einer Komresse usw. ausgewischt).
- Tief bzw. festsitzendes Material lässt sich mit einer Magill-Zange – ggf. unter Zuhilfenahme des Laryngoskops – entfernen.
- Bei bewusstlosen oder bewusstseinsgetriebenen Patienten ohne invasive Atemwegssicherung (ETI) ist grundsätzlich eine Absaugbereitschaft vorzubereiten.

Maskenbeatmung

Beatmungsbeutel und Maske – überwiegend als Einmalmaterial verwendet – ermöglichen schon vor der Sicherung des Atemwegs eine effektive kontrollierte oder assistierte Beatmung des Patienten. Der erfolgreiche Einsatz erfordert Übung.

Darüber hinaus werden *Beatmungsbeutel* auch zur kontrollierten Beatmung bei gesichertem Atemweg benutzt. Sie verfügen über ein normiertes Ansatzstück für Maske oder Endotrachealtubus, einen Sauerstoffanschluss und ein Nicht-Rückatem-Ventil. Häufig sind ein PEEP-Ventil, Sauerstoffreservoir oder ein Sauerstoff-Demand-Ventil vorhanden. Bei Benutzung eines Reservoirs oder Demand-Ventils lässt sich die FiO_2 bis auf 1,0 steigern.

Die *Masken* unterscheiden sich hauptsächlich in der Wulstkonstruktion. Für Säuglinge und Kleinkinder stehen spezielle Silikonmasken zur Verfügung, die sich bei richtig gewählter Größe dem Gesicht vollständig anpassen.

- Die Maske wird mit Daumen und Zeigefinger am Ansatz umfasst (C-Griff) und mit den anderen Fingern der Unterkiefer nach vorn und oben gezogen (► Abb. 1.39).

Applikation	Flow (l/min)	FiO ₂
Nasensonde	3–6	0,3–0,4
Einfache Maske	5–8	0,4–0,5
Maske mit Reservoir	6–10	0,5–0,8
Maske mit Reservoir und Nicht-Rückatem-Ventil	15	0,6–0,9
Demandventil	nur tatsächlicher Verbrauch	0,9–1,0

Abb. 1.37 Applikation von Sauerstoff.

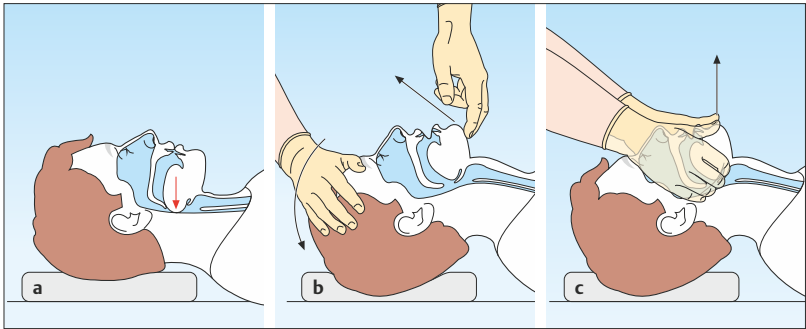


Abb. 1.38 Esmarch-Handgriff. Verlegung der oberen Atemwege durch Zurückfallen des Zungengrundes (a). Freimachen durch den Esmarch-Handgriff: Überstrecken des Kopfes (b) und Anheben des Unterkiefers (c); gleichzeitig wird der Mund geöffnet und inspiert.

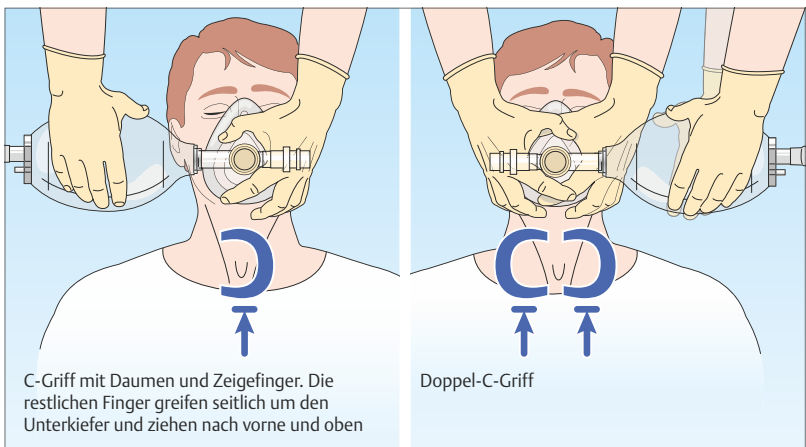


Abb. 1.39 C-Griff und Doppel-C-Griff mit Beatmungsmaske.

1.3 Allgemeine Techniken

- Ein Wendl- oder Guedel-Tubus kann die Beatmung erleichtern (► Abb. 1.40 und ► Abb. 1.41).
- Mit der freien Hand wird beatmet – bei suffizienter Beatmung hebt sich der Thorax.
- Bei Schwierigkeit bzw. Nichtmöglichkeit der Beatmung und Vorhandensein eines weiteren Helfers ist häufig die beidhändige Maskenabdichtung (Doppel-C-Griff) zielführend (► Abb. 1.39).
- Modifiziert kann auch beidseitig mit dem Daumenballen die Maske abgedichtet und mit den restlichen Fingern der Esmarch-Handgriff durchgeführt werden.

Hohe Hubvolumina sind zu vermeiden. Mit dem Volumen steigt auch der Beatmungsdruck; bei Überschreiten des ösophagealen Verschlussdrucks wird der Magen insuffiziert, was Regurgitation und Aspiration begünstigt.

Freihalten und Sicherung der Atemwege

Indikation

Stark bewusstseinsgetrübte und bewusstlose Patienten (GCS anhaltend < 9) sind wegen unzureichender Schutzreflexe aspirationsgefährdet. Die Indikation zur invasiven Atemwegssicherung (endotracheale Intubation) muss notärztlich bewertet werden.

Die verschiedenen Verfahren unterscheiden sich in der Komplexität der Anwendung (und notwendigen Anwenderkompetenz) sowie im Aspirationsschutz.

Einfache Verfahren zum Freihalten der Atemwege

Diese Hilfsmittel dienen dazu, bei bewusstseinsgestörten Patienten mit noch ausreichender Spontanatmung die Atemwege offenzuhalten; darüber hinaus erleichtern sie die Maskenbeatmung. Eine Sicherung der Atemwege erfolgt nicht, und eine Aspiration wird nicht verhindert.

Besonders verbreitet sind der nasopharyngeal einzubringende flexible *Wendl-Tubus* (► Abb. 1.41) sowie der oropharyngeal zu platzierende starre *Guedel-Tubus* (► Abb. 1.42). Beide Tuben heben den Zungengrund von der Pharynxwand ab und ermöglichen – auch ohne überstreckten Kopf – die freie Luftpassage durch das Tubuslumen. Der Guedel-Tubus bietet zudem einen Beißschutz. Oropharyngealtuben können Würgereflexe und Erbrechen auslösen. Nasopharyngealtuben werden besser toleriert und sind im Zweifel vorzuziehen.

Endotracheale Intubation

Grundlagen

Die endotracheale Intubation ist der *Goldstandard der Atemwegssicherung*. Die Anwendung setzt fachliche Kompetenz (inkl. ausreichender praktischer Erfahrungen) voraus. Es wird in der Notfallmedizin die Anwendung der Videolaryngoskopie mit Macintosh-ähnlichem Spatel empfohlen. Hierdurch ist eine direkte und indirekte Laryngoskopie möglich.

Magenüberblähung und Aspiration werden verhindert; darüber hinaus kann eine tracheo-bronchiale Absaugung durchgeführt und ein PEEP angewendet werden.

Vor jeder Form der Atemwegssicherung sind die *Intubationsbedingungen* durch Inspektion von Hals, Mundhöhle und Rachen abzuschätzen. Zusätzlich müssen die Rahmenbedingungen, die Anwenderqualifikation sowie die zugrundeliegende Indikation kritisch bewertet werden.

Eine *schwierige Intubation* ist insbesondere zu erwarten bei:

- Adipositas per magna
- Kurzem dickem Hals
- Überbiss und fliehendem Kinn
- Eingeschränkter Mundöffnung
- Mittelgesichtsverletzung

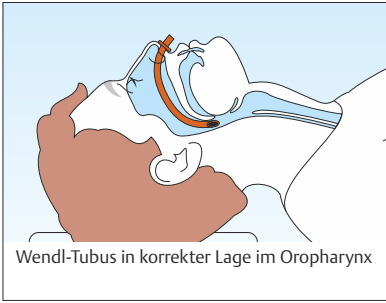


Abb. 1.40 Wendl-Tubus.

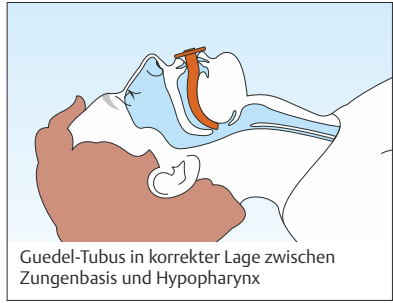


Abb. 1.41 Guedel-Tubus.

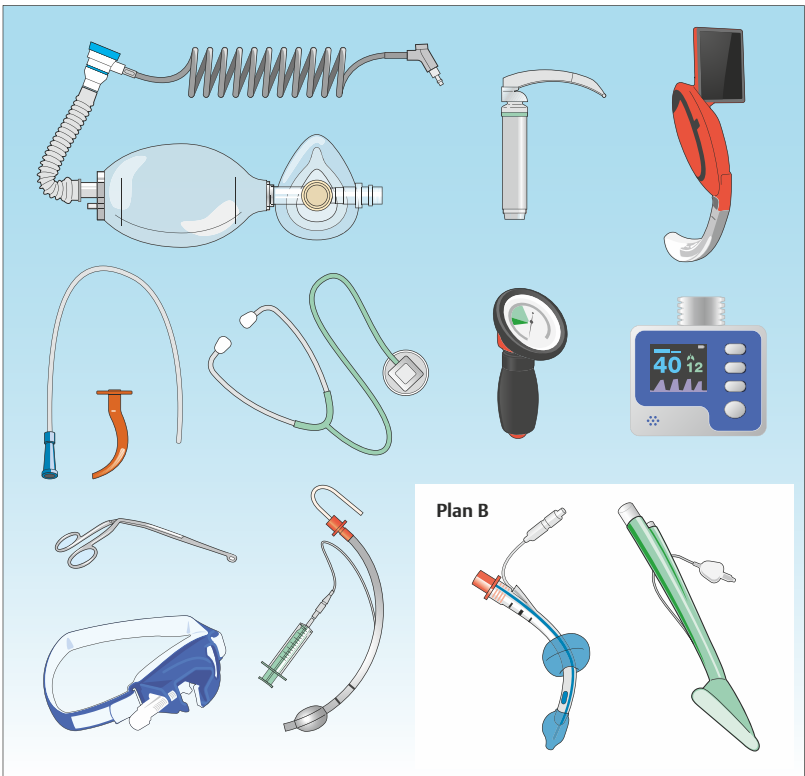


Abb. 1.42 Material zur endotrachealen Intubation.

1.3 Allgemeine Techniken

- HWS-Verletzung mit Immobilisation (ggf. zur Intubation manuelle Inline-Immobilisation),
- HWS-Fixierung (z. B. Morbus Bechterew)

Bei Patienten mit Tumoren, Blutungen in Mundhöhle und Pharynx darf nicht starr an einem Schema festgehalten werden – Ziele aller Bemühungen sind die ausreichende Ventilation und Oxygenierung.

Zwar sollen alle Notärzte im Umgang mit schwierigen Intubationssituationen geübt sein – im Zweifel aber gilt: besser einen zwar aspirationsgefährdeten, noch ausreichend oxygenierten Patienten mit ungesichertem Atemweg transportieren als einen Patienten nach Einleitung einer Narkose nicht mehr beatmen zu können.

Praktisches Vorgehen

Auch in bedrohlicher Situation ist Hektik zu vermeiden und für optimale Bedingungen, z. B. Verbringen des Patienten in den RTW („Raum-Licht-Wärme-Konzept“), zu sorgen. Zusätzlich ist das Team in die geplante Strategie (inkl. „Plan B“) einzubeziehen. Hierbei gelten die CRM-Grundsätze.

Für die endotracheale Intubation sind präklinisch grundsätzlich zwei Situationen zu unterscheiden:

- Bei tief bewusstlosen Patienten (GCS = 3) erfolgt eine sog. Notfallintubation ohne medikamentöse Unterstützung.
- Bei Patienten mit GCS > 3 ist die Blitzeinleitung (Rapid Sequence Induction, RSI) mit Gabe eines Induktionshypnotikums und ggf. eines Muskelrelaxans erforderlich.
- Dies erfordert grundsätzlich mindestens einen sicheren peripheren Zugang.

Während die Notfallintubation ohne weitere Vorbereitungen erfolgen muss, ist bei der Blitzeinleitung noch spontan atmender, nicht tief bewusstloser Patienten jede Gelegenheit zur *Präoxygenierung* – z. B. über eine möglichst dichtsitzende Gesichtsmaske mit hohem Flow für mehrere Minuten – zu nutzen. Ggf. kann der Einsatz eines CPAP mit FiO_2 von 1,0 erfolgen.

Eine Assistenzperson ist insbesondere für die Überprüfung und das Anreichen des Materials erforderlich (Teamaufteilung und Aufgabenzuordnung). Zur Intubation eines Erwachsenen sind grundsätzlich bereitzuhalten (► Abb. 1.42):

- Beatmungsbeutel mit Maske und Sauerstoffversorgung
- Vorbereitetes und einsatzbereites Notfallbeatmungsgerät
- Leistungsfähige Absaugpumpe mit großlumigen Kathetern, ggf. Yankauer-Sauger
- Magill-Zange
- Idealerweise: Videolaryngoskop mit Macintosh-ähnlichem Spatel (Gr. 3, 4)
- Bei Nichtverfügbarkeit (und als Back up): Kaltlichtlaryngoskop mit Macintosh-Spatel (Gr. 3, 4)
- Endotrachealtubus nach Magill mit Führungsstab: Erwachsene ID 7,5 mm, alternativ ID 7,0 mm (eher Frauen) oder 8,0 mm (eher Männer)
- 10-ml-Spritze zum Blocken des Cuffs und Cuffdruckmesser
- Guedel-Tubus als Beißschutz, falls nicht im Fixierset vorhanden
- Geeignetes Material zur Tubusfixierung
- Stethoskop und Kapnografie zur Lagekontrolle
- „Plan B“: extraglottischer Atemweg (z. B. Larynxmaske/-tubus), ggf. weitere Spatelgrößen und hyperangulierter Spatel für Videolaryngoskop

Der intubierte Patient ist grundsätzlich mit Pulsoxymetrie, EKG, ggf. RR (Ausnahme CPR) und (nach Atemwegssicherung) mit Kapnografie zu überwachen.

- Der Patient wird grundsätzlich in Rückenlage gebracht
- Der Kopf wird durch Lagerung auf einer 5–10 cm hohen Unterlage und Überstreckung in die verbesserte Jackson-Position gebracht (► Abb. 1.43)

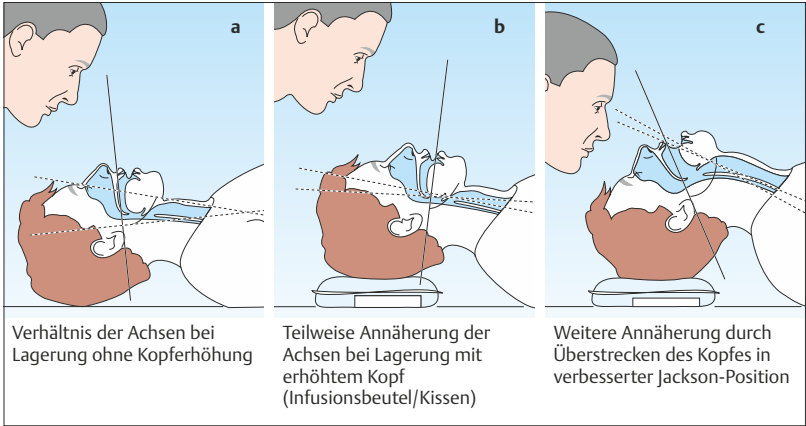


Abb. 1.43 Lagerung zur Intubation: orale (a), pharyngeale (b) und tracheale (c) Achse.

1.3 Allgemeine Techniken

- Der Mund wird mittels *Kreuzgriffs* der rechten Hand geöffnet und der Laryngoskopspatel mit der linken Hand vom rechten Mundwinkel aus eingeführt (► Abb. 1.44). Dabei wird die Zunge – dem Spatelprofil entsprechend – nach links verdrängt. Der Spatel wird bis in die Umschlagfalte zwischen Epiglottis und Zungengrund eingeführt.
- Durch Zug in Richtung der Längsachse des Griffes wird die Epiglottis angehoben und der Blick auf die Stimmritze frei.
- Zur Vermeidung von Zahnschäden ist Hebeln zu unterlassen.

Häufigster Fehler ist das zu tiefe Einführen des Spatels mit Aufladen der Epiglottis, womit der Blick auf die Stimmritze erschwert bis unmöglich wird. Ein anderer häufiger Fehler ist das zu geringe Einführen des Spatels. Dann liegt die Spatelspitze nicht in der Umschlagfalte zwischen Epiglottis und Zungengrund; die Epiglottis hebt sich beim Zug am Laryngoskop nicht an und die Stimmritze wird nicht dargestellt.

Bei schlecht einstellbarer Stimmbandenebene gelingt es häufig, die Sicht durch Verschieben des Kehlkopfs nach dorsal, kranial und rechts (BURP-Manöver; Backward Upward Right Position) zu verbessern. Unter Einsatz der Videolaryngoskopie kann die helfende Person den Sichtbereich mit einsehen und somit effektiver unterstützen.

- Der Tubus wird *unter Sicht* mit der rechten Hand durch die Stimmritze vorgeschoben. Bei Erwachsenen ist die Stimmritze der engste Punkt; ist diese ohne Kraftaufwendung nicht passierbar, ist ein kleinerer Tubus zu wählen.

- Der Tubus wird vorgeschoben, bis der Cuff gerade hinter den Stimmbändern verschwindet (beachte Markierung am Tubus).
- Anschließend wird der Cuff mit 8–10 ml Luft geblockt und die korrekte Lage sofort durch Beatmung, Kapnografie sowie Auskultation über Epigastrium und Thoraxflanken geprüft.
- Zeitnah wird der Cuffdruck gemessen (<25 mmbar).

Die sicherste Methode zum Ausschluss der ösophagealen Fehlintubation ist die Kapnografie.

Häufigster Fehler nach erfolgreicher trachealer Intubation ist das zu tiefe Verschieben bis in den (häufig) rechten Hauptbronchus (fehlendes oder leiseres Atemgeräusch links). Dann sind die vorsichtige Lagekorrektur mit entblocktem Tubus – ggf. unter Sicht – sowie die erneute Blockung und Auskultation notwendig.

Nach Verifizierung der korrekten Tubuslage wird ein Guedel-Tubus als Beißschutz (oder ein Fixierset) eingeführt und der Tubus *sicher fixiert*. Häufigste Tubuskomplikationen sind die akzidentelle Extubation, das Abknicken des Tubus, die Verlegung des Lumens durch Sekret etc. sowie eine Fehlfunktion des Beatmungsgeräts. Neben der technischen Überwachung sind daher die wachen Sinne aller Beteiligten erforderlich.

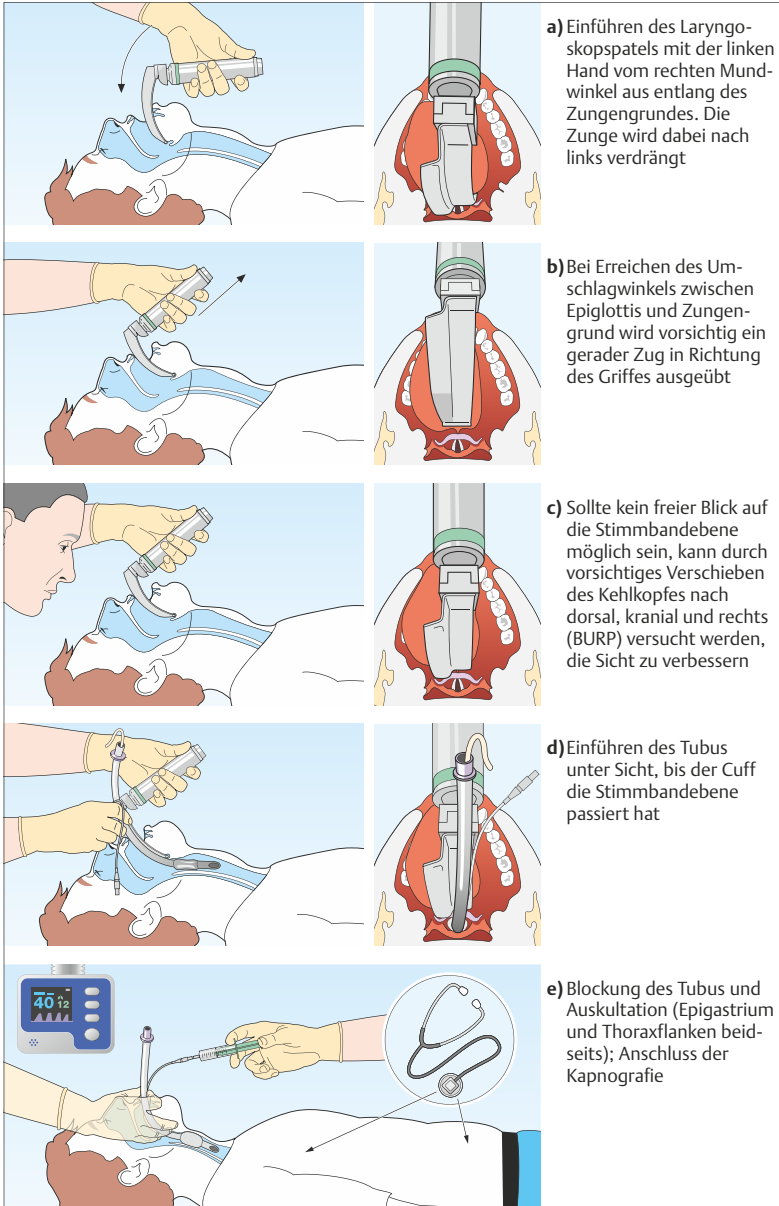


Abb. 1.44 Intubationssequenz.

1.3 Allgemeine Techniken

Videolaryngoskopie

Videolaryngoskope erlauben durch einen Spatelspitzen-nahen Kamerachip und einen Monitor am Griff einen (in)direkten Blick auf den Kehlkopfengang (► Abb. 1.45).

Es gibt vielfältige geführte (Tubus liegt in einer Führung) bzw. ungeführte Systeme mit unterschiedlichen Spatelformen.

- Präklinisch werden Systeme mit Macintosh-ähnlichen Spateln empfohlen. Sie bieten den Vorteil einer videounabhängigen konventionellen (direkten) Kehlkopfdarstellung auch bei Verschmutzung der Optik (z. B. Blut, Erbrochenes oder Sekret). Elementar ist die Anwenderschulung auf das eingesetzte vorgehaltene System.
- Speziell geformte, hyperangulierte Spatel sind qualifizierten Anwendern vorbehalten und eignen sich nur für spezielle Indikationen. Auch hierbei muss ein geeigneter, vorgeformter Führungsstab eingesetzt werden.
- Problem der Videolaryngoskopie ist manchmal die Darstellungsebene. Falls der Tubus nicht oder nur eingeschränkt im Bildfeld erscheint, soll dieser mit dem inliegenden Führungsstab stärker vorgebogen werden, um dann in die eingestellte Blick- und Intubationsebene zu kommen. Bei Passage der Stimmbänder muss der Führungsstab zurückgezogen werden.
- Bei starken Blutungen oder Erbrechen kann die Optik beeinträchtigt sein, sodass die konventionelle (direkte) Laryngoskopie mit orotrachealer Intubation weiterhin zum unverzichtbaren notärztlichen Rüstzeug gehört.

Der Stellenwert der Videolaryngoskopie bei hoch infektiösen Atemwegsinfektionen (z. B. SARS-CoV-2/COVID-19) ist zurzeit noch nicht abschließend zu bewerten. Jedoch scheint der regelhafte Einsatz in Kombination mit der persönlichen Schutzausrüstung zur Risikominimierung einer Ansteckung sinnvoll.

Alternative Atemwegsicherung

Allgemeines

Der Intubationsvorgang soll innerhalb von 30 Sekunden abgeschlossen sein. Bei CPR dürfen die Thoraxkompressionen hierfür maximal 5 Sekunden unterbrochen werden. Ggf. ist die Intubation auf den Zeitpunkt ROSC zu verschieben.

Gelingt dies nicht oder liegt eine Fehlintonation vor, soll der Patient vor einem erneuten Intubationsversuch durch Maskenbeatmung mit möglichst hoher FiO_2 ausreichend oxygeniert werden. Die Lagerungsbedingungen sollen verbessert werden, ggf. muss schon jetzt ein alternativer Atemweg erwogen werden. Die endotracheale Intubation sollte maximal zweimal wiederholt und dann durch eine Alternative ersetzt werden.

Ist keine suffiziente Maskenbeatmung möglich, ist unverzüglich eine extraglottische Methode der Atemwegsicherung anzuwenden. Jegliches System soll in der Anwendung erlernt worden sein.

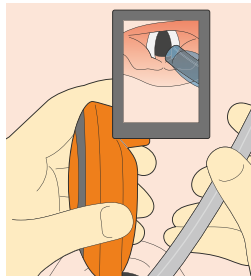
Larynxstabus

Der Larynxstabus (LT) ist in verschiedenen Varianten und für alle Altersklassen erhältlich. Der GRC empfiehlt keinen Einsatz im Säuglings- und Kleinkindalter. Der distal verschlossene Tubus ist mit seitlichen Öffnungen versehen, die nach Füllung zweier großlumiger Niederdruck-Cuffs eine indirekte supraglottische Beatmung erlauben. Dabei dient der proximale Cuff der Positionierung, Fixierung und Abdichtung des Oropharynx, während der distale Cuff den Ösophagus verschließt und die Belüftung des Magens verhindert soll. Beide Cuffs werden über eine gemeinsame Leitung geblockt. Die Varianten LTS-II und LTS-D (Disposable; zum Einmalgebrauch) verfügen über einen Drainagekanal zum Entweichen oder Absaugen von Mageninhalt (► Abb. 1.46) und sind zu bevorzugen.

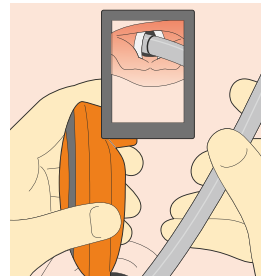
- Der Tubus (mit Absaugkanal) wird mit Gleitmittel oder Flüssigkeit benetzt und dann wie ein Bleistift mit Daumen und Zeigefinger gefasst und entlang des harten Gaumens blind eingeführt (cave Zunge), bis die Markierung auf Höhe der Schneidezähne liegt.
- Danach werden beide Cuffs über die gemeinsame Zuleitung geblockt.
- Beim Blocken wird der Tubus nicht festgehalten, damit er sich der Kontur des Oropharynx anpassen und positionieren kann.
- Nach auskultatorischer Lagekontrolle wird der Tubus fixiert.
- Die korrekte Lage des Tubus und die suffiziente Beatmung sind fortlaufend – verstärkt nach jeder Umlagerung – klinisch sowie mittels Kapnografie und Pulsoxymetrie zu überwachen.



Tubus vorsichtig und atraumatisch durch die Stimmbänder schieben. Die Tubusplatzierung wird entweder durch Blick in den Mund auf Glottisebene (direkt), oder indirekt auf dem Bildschirm, oder als Kombination durchgeführt.



Visualisieren der Tubusplatzierung indirekt durch die Stimmbänder. Bei optimaler Technik wird der Endotrachealtubus von der rechten Seite des Displays ins Bild kommen.



Die Bildschirmansicht ermöglicht die Einführtiefe des Endotrachealtubus zu bestätigen.

Abb. 1.45 Ablauf Videolaryngoskopie. Beispiel: McGRATH (TM).

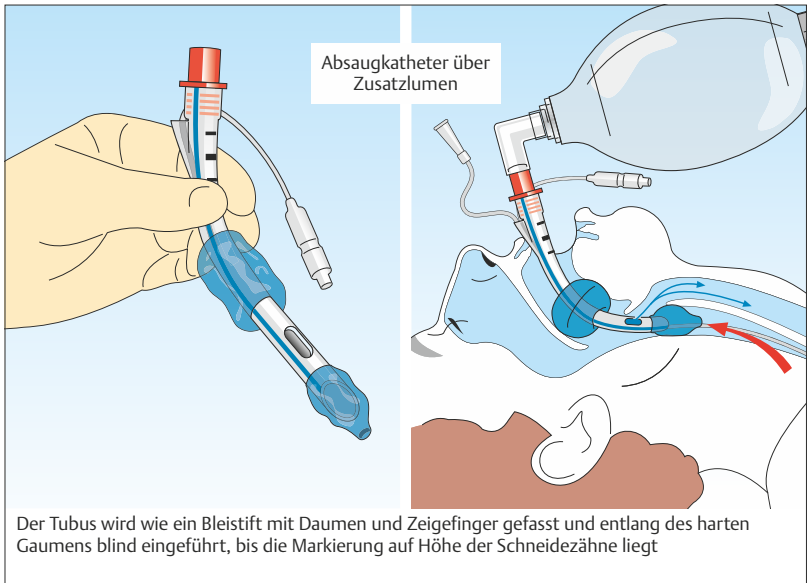


Abb. 1.46 Larynxtubus. Modell mit zusätzlichem Absaugkanal.