

## Extubation failure

B. Gottschlich



www.ai-online.info

► **Zitierweise:** Gottschlich B: Extubationsversagen. Anästh Intensivmed 2017;58:317-324.  
DOI: 10.19224/ai2017.317

## Zertifizierte Fortbildung

## CME online

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

## Schlüsselwörter

Extubationsversagen – Extubationskriterien – Nebenattemptsversuch – Larynxödem – Postextubations-Stridor – Negativdruck-Lungenödem

## Keywords

Extubation Failure – Extubation Criteria – Cuff-Leak Test – Laryngeal Oedema – Post-Extubation Stridor – Negative Pressure Pulmonary Oedema

## Zusammenfassung

Die Extubation ist regelmäßig ein komplikationsloser Vorgang. Ein Extubationsversagen (oder „schwierige Extubation“) ist vor allem bei Patienten mit anatomischen Veränderungen an oder in der Nähe der Atemwege, bei Patienten nach Langzeitbeatmung sowie bei Patienten mit vorbestehenden Lungenerkrankungen oder respiratorischer Insuffizienz zu erwarten. Für Patienten mit erwartbarem Extubationsversagen soll ein entsprechender Algorithmus verfügbar sein. Es können jedoch auch unerwartet ggf. lebensbedrohliche Komplikationen wie ein Postextubations-Stridor bei Larynxödem oder ein Negativdruck-Lungenödem auftreten. Definierte Extubationskriterien und der Nebenattemptsversuch sind Hilfsmittel zur besseren Vorhersage einer erfolgreichen Extubation. Bei erwartetem Extubationsversagen ist die Verwendung eines Tubuswechsellkatheters (Airway Exchange Catheter; AEC) zu erwägen. Für langzeitbeatmete Patienten ist ein Weaning-Protokoll sinnvoll.

## Summary

Under normal circumstances extubation is regular procedure not causing any complications. However, an extubation failure (or “difficult extubation”) should be expected in patients with anatomical variations of or close to their airways, in patients with prolonged mechanical ventilation (e.g. in case of ARDS), or in patients with pre-existing pulmonary diseases or respiratory insufficiency. Whenever an expected extubation failure

## Extubationsversagen

occurs, a special algorithm should be available. On the other hand, potential life-threatening situations like a post-extubation stridor due to a laryngeal oedema, or a negative-pressure pulmonary oedema can occur unexpectedly as well. Defined extubation criteria and the cuff-leak-test are helpful to predict successful extubation. In case of an expected extubation failure, the use of an airway exchange catheter (AEC) should be considered. For patients with prolonged mechanical ventilation, a weaning protocol will be useful.

## Einleitung

Zum Thema Extubation finden sich in der Literatur nur wenige Veröffentlichungen, Richtlinien oder Empfehlungen. Dies ist umso erstaunlicher, als ca. 1/3 der bei der Atemwegssicherung mit Endotrachealtubus auftretenden schwerwiegenden Zwischenfälle in der Ausleitungsphase und damit im Rahmen der Extubation auftreten [1].

**Das Extubationsversagen (die „schwierige Extubation“) ist ein unterschätztes Phänomen, das ebenso viel Aufmerksamkeit erfordert wie die erschwerte Intubation bei einem „schwierigen Atemweg“.**

Das Problem ist regelmäßig nicht die eigentliche Extubation, sondern das anschließende **Extubationsversagen mit respiratorischer Insuffizienz**. Für die Prophylaxe von Komplikationen und

damit für die Patientensicherheit kommt es vor allem auf die Vorhersehbarkeit des Phänomens und ein strukturiertes Vorgehen an.

### Risikofaktoren und Risikoabschätzung

Wenn ein Patient im Rahmen eines Eingriffs, eines Notfalls oder der intensivmedizinischen Versorgung endotracheal intubiert und beatmet werden musste, wird nach Beherrschung der akuten Situation die schnellstmögliche Extubation angestrebt.

**Die Extubation verläuft regelmäßig unproblematisch und wird daher als Routinevorgang wahrgenommen – dies ist legitim, weil die große Mehrheit aller Patienten komplikationslos extubiert werden kann. Bestimmte operative Konstellationen und Vorerkrankungen sind jedoch mit einer erwartbar schwierigen Extubation vergesellschaftet.**

Pathogenetisch stehen entweder die veränderten anatomischen Strukturen im Bereich des Atemweges, eine Schwäche der Atemmuskulatur oder eine dauerhafte pulmonale Insuffizienz im Vordergrund [2,3,4]. Bei folgenden Patientengruppen ist daher mit einem **potenziellen Extubationsversagen** zu rechnen (Tab. 1):

- Patienten mit schwierigem Atemweg bei der Intubation, z.B. Anomalien des Gesichtsschädels oder Adipositas permagna (Abb. 1),
- Patienten mit Eingriffen an oder in der Nähe des Atemweges (Abb. 2),
- Patienten nach Langzeitbeatmung, z.B. bei ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome; akutes Lungenversagen),
- Patienten mit vorbestehenden Lungenerkrankungen oder respiratorischer Insuffizienz, z.B. obstruktivem Schlafapnoe-Syndrom (OSAS), chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COPD) oder M. Parkinson.

**Neben dem erwartbaren Extubationsversagen kommt es zwar selten, aber doch immer wieder zu einem unerwarteten Extubationsversagen bei sonst unauffälligen und keiner Risikogruppe zugehörigen Patienten.**

Ursachen für primär unerwartete Atemwegsprobleme nach der Extubation sind Blutungen, Sekretbildung, Ödeme, ein Laryngo- und/oder Bronchospasmus, ein Negativdruck-Lungenödem oder technische Defekte, aber auch ein Pneumothorax oder Perforationen im Bereich von Trachea oder Oesophagus sind denkbar [5].

**Tabelle 1**

Häufige Begleitumstände bei einem erwartbaren oder unerwarteten Extubationsversagen.

Erwartbares Extubationsversagen	Unerwartetes Extubationsversagen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwierige Intubation</li> <li>• Eingriff an oder in der Nähe des Atemweges</li> <li>• Langzeitbeatmung</li> <li>• Vorbestehenden Lungenerkrankung oder respiratorische Insuffizienz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlegung der Atemwege durch Blut oder Sekret usw.</li> <li>• Larynx- und sonstige Ödeme</li> <li>• Laryngo- und/oder Bronchospasmus</li> <li>• Negativdruck-Lungenödem</li> <li>• Technischer Defekt</li> </ul>

**Abbildung 1**



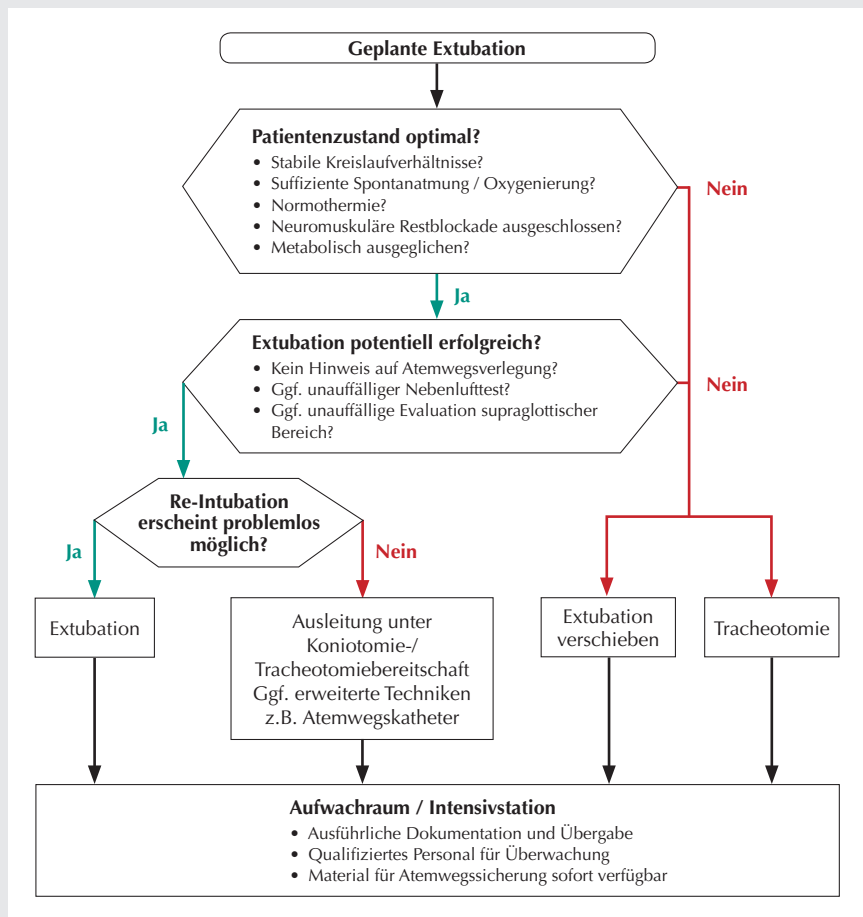
Schwierige Atemwegsicherung bei einer Patientin mit Adipositas permagna.

**Abbildung 2**



Schwierige Atemwegsicherung bei einem Patienten mit Kastenresektion des Unterkiefers, Lappenplastik und funktioneller „Neck Dissection“ am 1. postoperativen Tag.

Abbildung 3



Vorgehen bei geplanter Extubation. Aus [5].

Ein Extubationsversagen führt ggf. zu einer höheren Morbidität und Mortalität, längerer Beatmungsdauer und längerem Aufenthalt auf der Intensivstation und damit letztlich auch zu höheren Behandlungskosten [6,7].

Die **Prävalenz** des Extubationsversagens wird in der Literatur [8,9,10,11] sehr unterschiedlich angegeben – sie liegt je nach Patientenkollektiv zwischen 0,1% im Operationssaal und 25% bei langzeitbeatmeten Patienten auf der Intensivstation. Große randomisierte Studien zu diesem Themenfeld stehen aktuell nicht zur Verfügung, es ist aber offensichtlich, dass der Zeitgipfel einer Reintubation bei Extubationsversagen – sowohl unmittelbar postoperativ als auch auf der Intensivstation – innerhalb der ersten zwei Stunden liegt [10].

Im Januar 2012 hat die Difficult Airway Society (DAS) auf der Grundlage von Expertenmeinungen eine Leitlinie zum Vorgehen bei der Extubation erstellt [12]. Der Algorithmus umfasst vier Schritte (**plan – prepare – perform – postextubation care**), wobei sich der Ablauf bei Patienten mit und ohne Risikofaktoren unterscheidet. Eine deutsche Version des Vorgehens bei geplanter Extubation wurde in der S1-Leitlinie Atemwegsmanagement [5] veröffentlicht (Abb. 3).

### Praktisches Vorgehen

#### Allgemeine Extubationskriterien

Allgemeine Voraussetzungen für eine Extubation sind:

- weitgehende Kreislaufstabilität,
- annähernde Normothermie,

Tabelle 2

Klassische Prädiktoren für eine erfolgreiche Extubation. Nach [14].

Parameter	Angestrebter Wert
Atemzugvolumen	>5 ml/kg KG
Vitalkapazität	>10-15 ml/kg KG
Atemfrequenz	<35/min
Atemminutenvolumen	<10 l/min
paO <sub>2</sub> (bei FiO <sub>2</sub> <0,4)	>60 mm Hg
paCO <sub>2</sub> -Anstieg unter Spontanatmung	<8 mm Hg
pH-Wert	7,30-7,50
paO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	>200
Atemwegsokklusionsdruck	<7 cm mbar

FiO<sub>2</sub> = inspiratorische Sauerstoff-Fraktion;  
 KG = Körpergewicht;  
 paCO<sub>2</sub> = arterieller Kohlendioxid-Partialdruck;  
 paO<sub>2</sub> = arterieller Sauerstoff-Partialdruck.

- vollständig vorhandene bzw. zurückgekehrte Schutzreflexe,
- suffiziente Spontanatmung und Oxygenierung.

Wenn eine akute Erkrankung oder ein Unfall die Ursache für die Intubation gewesen sind, sollen diese überwunden bzw. ausreichend therapiert sein. Vor der Extubation wird der Patient mit 100% Sauerstoff beatmet, der Mund- und Rachenraum abgesaugt und der Tubus nach Entblocken zügig entfernt. Der Patient soll sich dabei nicht im Exzitationsstadium befinden, sondern die Maßnahmen ruhig tolerieren [13].

Die **suffiziente Spontanatmung** wird anhand der in Tabelle 2 dargestellten physiologischen Parameter beurteilt [14].

Neben Parametern des Gasaustauschs und der Beurteilung der Atemmechanik über Frequenz und Atemzugvolumen existieren seit einigen Jahren weitere Verfahren zur Abschätzung der erfolgreichen Extubationsfähigkeit bzw. des Extubationsversagens nach einer Extubation.

- Beim **Rapid Shallow Breathing Index (RSBI; Frequenz-Volumen-Atemindex)** wird das Verhältnis von Atemfrequenz (AF) und Atemzugvolumen (AZV) während der ersten Minute der Spontanatmung am Respirator



eruiert ( $RSBI = AF [1/\text{min}] / AZV [l]$ ). Ein Wert  $<105$  spricht für einen erfolgreichen Verlauf der Extubation, ein Wert  $>105$  dagegen [15].

- Der **Atemwegsokklusionsdruck P.01** ist der negative Druck (in [mbar]), der in den ersten 100 ms gegen das geschlossene System des Respirators generiert wird. Ein niedriger Wert soll eine günstige Entwöhnungssituation anzeigen, wobei der Trend wichtiger ist als ein Absolutwert. In einigen Intensivrespiratoren ist eine entsprechende Messung integriert. Während Fernandez et al. in einer Studie an 130 Beatmungspatienten mit verschiedenen Grunderkrankungen keinen eindeutigen Vorteil der P.01-Messung finden konnten [16], beurteilten Hilbert et al. [17] die P.01-Messung bei der Entwöhnung von COPD-Patienten als nützlich.

**Es gibt keine eindeutigen objektiven Kriterien, die eine erfolgreiche Extubation vorhersagen können. Der entscheidende Faktor ist die klinische Beurteilung des jeweiligen Patienten durch einen erfahrenen Arzt – unterstützt durch klassische Extubationskriterien und im Einzelfall durch neuere Verfahren.**

## Vorgehen bei erwartbarem Extubationsversagen

### Grundlagen

**Nach vorangegangener schwieriger Intubation ist vermehrt mit einem Extubationsversagen zu rechnen – daher muss die unverzügliche erneute Atemwegssicherung vorbereitet sein.**

- Neben dem üblichen Instrumentarium (Beatmungsbeutel mit Maske, Laryngoskop und Endotrachealtuben usw.) muss auch das Material zur alternativen Atemwegssicherung griffbereit sein. Es hat sich bewährt, das Material auf einem speziellen Atemwegswagen (Abb. 4) zusammenzustellen, damit es im Notfall nicht zusammengesucht werden muss. Dieses Modul enthält das gesamte

Abbildung 4



Atemwegswagen mit dem vollständigen Material zur alternativen Atemwegssicherung.

verfügbare Material für die alternative Sicherung des Atemweges; dazu zählen z.B. ein Fiber-Bronchoskop mit Lichtquelle, eine autarke zweite Absaugung, Larynx-tuben, Larynx-masken, ein einfaches Koniotomie-Set, Führungsstäbe, hohle Tubus-wechselkatheter, Endoskopiemasken und ggf. spezielle Laryngoskope.

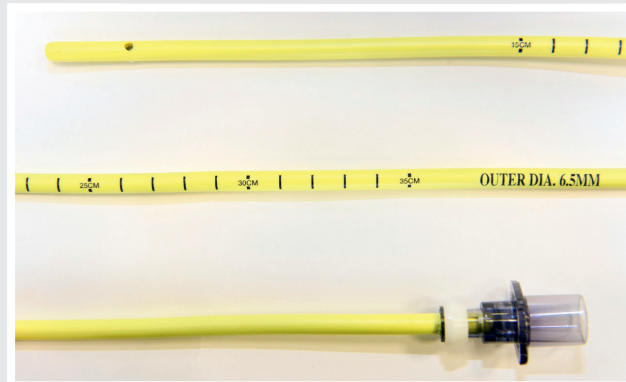
- Ein entsprechendes Notfalltraining und die Vorhaltung eines (ggf. klinik-spezifischen) Algorithmus ist wertvoll.

### Einsatz eines Tubuswechselkatheters

**Bei einem erwartbaren Extubationsversagen ist stets die reversible oder geführte Extubation mit einem Tubuswechselkatheter (Airway Exchange Catheter; AEC) zu erwägen [18,19].**

- Der Tubuswechselkatheter (Abb. 5) wird über den liegenden Tubus in die Trachea vorgebracht, der Tubus anschließend entfernt und der Katheter

Abbildung 5



Tubuswechselkatheter (Airway Exchange Catheter; AEC) mit Lumen zur Applikation von Sauerstoff.

© T. Figiel/K. Suchodolski, Medizinische Hochschule Hannover.

solange in situ belassen, bis ein stabiler Zustand des Patienten erreicht ist.

- Ein oral eingelegter Tubuswechselkatheter wird von den Patienten regelmäßig gut toleriert.
- Bei respiratorischer Insuffizienz des Patienten kann über den liegenden Katheter erneut intubiert werden.
- Es sind hohle Katheter zu bevorzugen, mit denen Sauerstoff appliziert werden kann [20].

Mit dem Tubuswechselkatheter sind aber auch spezifische Risiken verbunden [21], so dass die Indikation kritisch zu stellen ist und die Anlage sorgsam erfolgen muss. Beim Vorbringen des Katheters kann die Trachea verletzt werden, während bei einer massiven Schwellung der oberen Atemwege die evtl. erforderliche Reintubation über den Katheter misslingen kann. McLean et al. [22] konnten bei 527 Patienten mit liegendem Tubuswechselkatheter in 73 Fällen (13,9%) den Katheter nicht erfolgreich zur Umintubation nutzen, bei 41 Patienten (7,8%) kam es zu einer Verletzung der Atemwege und bei acht Patienten (1,5%) zu einem Pneumothorax.

### Der Nebenatmungsversuch

**Mit einem Nebenatmungsversuch (Cuff leak test) soll das Ausmaß einer Atemwegsverlegung bei Verdacht auf Larynxödem – mit potenziellem Postextubations-Stridor – beurteilt werden.**

Der **qualitative Nebenatmungsversuch** geht auf eine Publikation von Potgieter und Hammond aus dem Jahr 1988 zurück – das Vorgehen ist einfach [23]:

- Der Cuff wird entblockt und der Tubus mit dem Daumen verschlossen.
- Tritt bei der Expiration hörbar Luft neben dem Tubus aus, gilt dies als positives Extubationskriterium.

Im eigenen intensivmedizinischen Arbeitsbereich wird dieser Test bei allen Patienten mit potenziell schwierigem Atemweg (z.B. nach ausgedehnten Operationen im Mund-, Kiefer-, Gesichts- und Halsbereich) oder bei Gefahr einer ödematösen Schwellung der Halsweichteile mit Larynxödem usw. durchgeführt. Voraussetzung ist ein weitestgehend kooperativer Patient und die ausreichende Präsenz von qualifiziertem Pflegepersonal, so dass der Test regelmäßig im Frühdienst erfolgt. Die konsequente Anwendung des Tests geht beim ärztlichen und pflegerischen Personal mit einer steilen Lernkurve einher.

Darüber hinaus ist auch ein **quantitativer Nebenatmungsversuch** möglich, bei dem mit entblocktem Tubus und innerhalb der ersten sechs Atemzüge das Nebenluftvolumen als Differenz zwischen dem in- und expiratorischen Tidalvolumen gemessen wird. Beträgt das Nebenluftvolumen mehr als 110 ml, gilt das Risiko eines klinisch signifikanten Larynxödems als gering, während unterhalb eines Volumens von 110 ml keine generelle Aussage getroffen werden kann [24,25,26]. Neben diesem

Vorgehen wurde eine Reihe von Testvariationen beschrieben, die jedoch alle eine geringe Sensitivität, einen geringen positiv-prädiktiven Wert sowie eine erhebliche interindividuelle Variabilität aufweisen.

**Insgesamt ist die Vigilanz für das Problem und ein Algorithmus zur Therapie des Postextubations-Stridors wichtiger als die Durchführung eines ggf. unsicheren Tests [27,28].**

Weiter darf nicht vergessen werden, dass bei Patienten nach Langzeitbeatmung ein Weaning- oder Entwöhnungsprotokoll – mit strukturiertem Vorgehen – heute als Standard gilt und die Entwöhnung erleichtert [29]. Die stationsinternen Gegebenheiten und der individuelle Zustand des Patienten sind zusätzlich zu beachten.

### Vorgehen bei unerwartetem Extubationsversagen

#### Allgemeines

Bei einem unerwarteten Extubationsversagen sind **technische Ursachen** – wie ein nicht-entblockbarer Endotrachealtubus oder ein versehentlich angenähter Tubus – eher selten. Technische Probleme sind nur individuell und ggf. nur operativ zu lösen. Viel häufiger sind **Atemwegsirritationen** wie ein Larynxödem mit Postextubations-Stridor, ein Laryngo- und/oder Bronchospasmus sowie ein Negativdruck-Lungenödem.

**Ziel aller Maßnahmen ist die Sicherstellung der Oxygenierung des Patienten. Sowohl ein Extubationsversagen als auch eine verzögerte Reintubation steigern die Mortalität [7].**

### Larynxödem und Postextubations-Stridor

**Ein Postextubations-Stridor kann weder sicher vorhergesagt noch ausgeschlossen werden.**

Ein Larynxödem mit Postextubations-Stridor ist Folge einer direkten mechanischen Schädigung der Schleimhaut durch den Tubus und tritt vor allem bei

Frauen im höheren Alter, nach längerer Intubation und bei ungünstigem Verhältnis von Tubus- und Tracheadurchmesser auf [25]. Die Dauer der Beatmung und ein erhöhter Cuffdruck begünstigen eine Schleimhautschädigung sowie die damit einhergehende Schwellung und konsekutive Stenose. Pluijms et al. [28] fanden in der Literatur stark schwankende Angaben zur Inzidenz; sie betrug für das Larynxödem 5,0-54,4%, den Postextubations-Stridor 1,5-26,3% und die Reintubationsrate 10,0-100%. Typischerweise entwickelt sich der Stridor innerhalb von 30 Minuten nach Extubation, bei 50% der Patienten innerhalb der ersten 5 Minuten [30].

In der Prävention und Therapie des Larynxödems bzw. des Postextubations-Stridors haben sich Glukokortikoide und Vasokonstriktiva klinisch bewährt, wenn es auch an einer eindeutigen Studienlage fehlt.

- Durch **präventive Gabe** von Methylprednisolon (ab 12 Stunden vor der geplanten Extubation alle 4 Stunden 20 mg i.v., Gesamtdosis 80 mg) konnten François et al. [30] bei 698 Intensivpatienten, die >36 Stunden beatmet waren, die Rate an Larynxödem signifikant von 22% auf 3% senken; auch die Rate an Reintubationen war in der Behandlungsgruppe signifikant vermindert.
- In der **Akuttherapie des manifesten Stridors** steht wegen der raschen Wirksamkeit die Inhalation von Adrenalin (Epinephrin) zur lokalen Abschwellung des Schleimhautödems im Vordergrund. Von Adrenalin (InfectoKrupp® Inhal) werden 7-14 Hübe zu je 0,56 mg zugeführt. Alternativ kann Adrenalin (z.B. 0,1 mg Suprarenin® in 5 ml 0,9% NaCl) über eine Gesichtsmaske vernebelt werden. Zusätzlich werden Glukokortikoide i.v. appliziert; hier werden ein Prednisolon-Äquivalent von 0,5 mg/kg Körpergewicht (KG) oder 4-8 mg Dexamethason empfohlen [8,28] – beim Erwachsenen werden aber auch i.v.-Dosen von 125-250 mg Prednisolon (Solu-Decortin® H) eingesetzt. Während die Wirksamkeit

der Adrenalin-Inhalation bei Kindern belegt ist [31], ist die Datenlage für Erwachsene nicht einheitlich [8].

- Die medikamentöse Therapie wird durch Oberkörper-Hochlagerung, Luftanfeuchtung und beruhigenden Zuspruch unterstützt. Die Anwesenheit einer erfahrenen Pflegekraft und ggf. eines Arztes am Bett ist in einer solchen Situation dringend geboten.
- Die Anwendung von Sedativa muss sehr kritisch abgewogen werden, da eine situativ erwünschte Anxiolyse nur zu leicht in eine Atemdepression übergehen kann. Eine Sedierung soll daher nur im Ausnahmefall und sorgfältig titriert erfolgen; als Substanzen kommen kurzwirksame Benzodiazepine (z.B. Midazolam in Boli von 1 mg i.v.) und Morphin (in Boli von bis zu 0,05 mg/kg KG i.v.) in Betracht, wobei bei Morphin die relativ große Wirklatenz und lange Wirkdauer zu beachten sind.

### Laryngospasmus und/oder Bronchospasmus

**Durch Manipulation an den Atemwegen kann es mit sehr unterschiedlicher Inzidenz zu einem Laryng- und/oder Bronchospasmus kommen, der akut lebensbedrohlich sein kann.**

Der **Laryngospasmus** ist durch einen inkompletten oder kompletten Verschluss der Stimmritze charakterisiert [32].

- Zur Prävention kommen dem richtigen Extubationszeitpunkt (ggf. noch in Narkose, aber nicht im Exzitationsstadium) und einem ruhigen Umfeld ohne Manipulation am Patienten („No-touch-Technik“) besondere Bedeutung zu.
- Ein im Rahmen der Narkoseausleitung auftretender **Laryngospasmus** kann vielfach durch Vertiefung der Narkose beendet werden, wobei zur Vermeidung einer bedrohlichen Hypoxie alle Möglichkeiten der Sauerstoffzufuhr (insbesondere durch sachgerechte Maskenbeatmung) zu nutzen sind. Mit dem Esmarch-Handgriff wird darüber hinaus ein

Verschluss der oberen Atemwege („Ansaugen“) verhindert.

- Bei Versagen dieser Maßnahmen ist die Muskelrelaxation mit Reintubation erforderlich.
- Bei sonst nicht zu sichernder Oxygenierung ist die Koniotomie – wie in allen vergleichbaren Fällen – die Ultima Ratio.

Ein **Bronchospasmus** wird regelmäßig eskalierend therapiert [33]:

- Zuerst werden  $\beta_2$ -Mimetika inhalativ appliziert, z.B. bis 4 Hübe zu 100 µg Fenoterol (z.B. Berotec® N 100 µg Dosier-Aerosol). Bei unzureichender Wirkung werden 90 µg Reproterol (Bronchospasmin® Injektionslösung) unter EKG-Kontrolle sehr langsam i.v. injiziert.
- Prednisolon (Solu-Decortin® H) wird in einer Dosis von bis zu 250 mg i.v. zugeführt.
- Die i.v.-Gabe von 5 mg/kg KG Theophyllin (z.B. Bronchoparat®) – bei Dauermedikation die halbe Dosis – ist wegen der geringen therapeutischen Breite in den Hintergrund getreten [34].
- Ultima Ratio bei vital bedrohlicher respiratorischer Insuffizienz ist die fraktionierte i.v.-Injektion von Adrenalin (Suprarenin®) in Boli von bis zu 50 µg, um neben der Bronchodilatation eine Vasokonstriktion mit Abschwellung der Schleimhäute zu erzwingen.

Da Ketamin und Esketamin über gewisse broncholytische Eigenschaften verfügen, ist ihr Einsatz sowohl bei einer erforderlichen Reintubation als auch bei der sich ggf. anschließenden Analgosedierung indiziert bzw. zu erwägen.

### Negativdruck-Lungenödem

**Das Negativdruck-Lungenödem (Negative Pressure Pulmonary Edema; NPPE) ist eine seltene anästhesiologische Komplikation mit einer Inzidenz von 0,05-0,1% [35].**

Es sind überwiegend jüngere Männer (im Alter von 20-30 Jahren) betroffen; ein Laryngospasmus im Rahmen der Narkose-



ausleitung ist mit ca. 50% die häufigste Ursache [36]. Die typischen Symptome sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

**Tabelle 3**

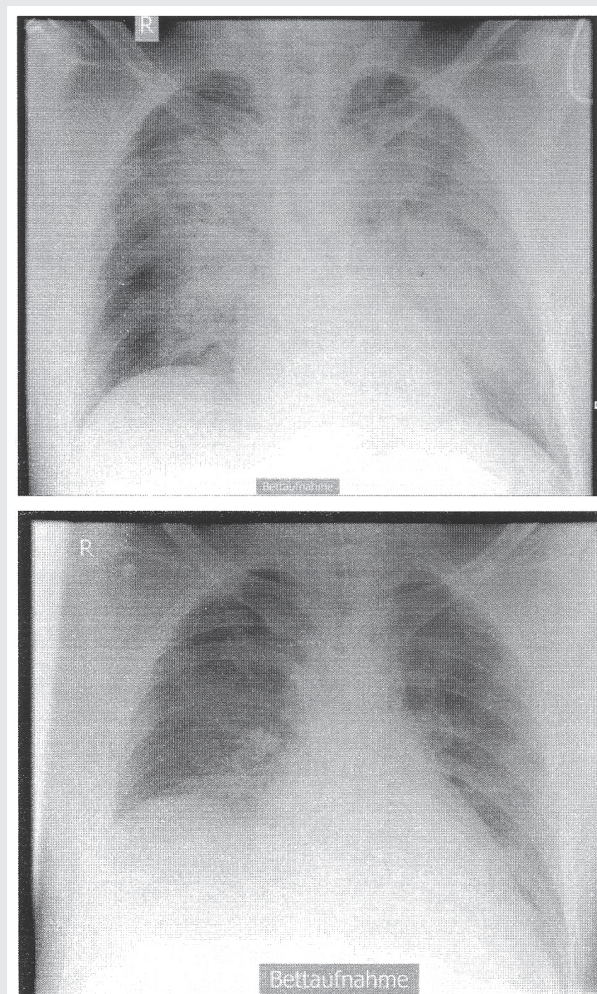
Kriterien eines Negativdruck-Lungenödems. Nach [36].

Major-Kriterien	Minor-Kriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rötlich schaumiges Trachealsekret</li> <li>• (Subjektive) Dyspnoe</li> <li>• Stridor</li> <li>• Paradoxe Atmung</li> <li>• Radiologisch manifestes uni- oder bilaterales Lungenödem nicht-kardialer Ursache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akuter oder verzögerter Beginn</li> <li>• SpO<sub>2</sub> &lt;90%</li> <li>• Sauerstoffzufuhr über Maske &gt;6 l/min</li> <li>• Rasselgeräusche</li> </ul>

SpO<sub>2</sub> = pulsoxymetrisch bestimmte arterielle Sauerstoffsättigung.

Klinisch steht die eingeschränkte Oxygenierung bei zuvor unauffälligem Gasaustausch im Vordergrund, dazu der Auskultationsbefund mit ubiquitären Rasselgeräuschen. Meist ist rötlich-schaumiges Sekret abzusaugen. Im Röntgen-Bild finden sich ausgeprägte Veränderungen, die meist innerhalb von 24 Stunden rückläufig sind (Abb. 6). Therapeutisch sind zunächst die non-invasive Beatmung mit PEEP (Positive End-Expiratory Pressure; positiver endexpiratorischer Druck) und die i.v.-Gabe von Furosemid (z.B. Lasix® 20-40 mg i.v.) indiziert; in vielen Fällen müssen die Patienten zur Sicherung der Oxygenierung jedoch reintubiert werden [36,37].

**Abbildung 6**



Nativ-Röntgenaufnahme der Thoraxorgane a.p. bei Negativdruck-Lungenödem nach Reintubation und nach 24 Stunden.

## Extubation nach vorangegangenen Extubationsversagen

**Wenn ein Patient nach einem vorangegangenen Extubationsversagen erneut extubiert werden soll, ist größte Sorgfalt mit adäquaten personellen und materiellen Vorbereitungen geboten.**

- Es ist ein Zeitpunkt zu wählen, der eine ausreichende personelle Präsenz – mit erfahrenerm Arzt und erfahrener Pflegekraft am Bett – erlaubt.
- Die nichtinvasive Ventilation (NIV) bzw. erneute Reintubation sind vorzubereiten.
- Im Einzelfall kann die Extubation auch unter leichter Sedierung bzw. Analgosedierung – z.B. mit 0,5 mg/kg KG/h Propofol oder 0,3-0,5 mg/kg KG/h Esketamin – erfolgen, um den eigentlichen Extubations-Stress zu vermindern.
- Vor und nach der Extubation sollen Manipulationen an den Atemwegen vermieden werden, daher kein endotracheales Absaugen unmittelbar vor der Extubation und auch danach nur bei klarer Indikation.

## Fazit

Die Extubation ist regelmäßig ein problemloser Vorgang, dem wegen potenzieller Gefahren jedoch dieselbe Aufmerksamkeit wie der Intubation gewidmet werden soll. Dem durch bestimmte Indikatoren erwartbaren Extubationsversagen kann durch strukturiertes Vorgehen leichter begegnet werden als einem unerwarteten Extubationsversagen, das schnell in eine lebensbedrohliche Hypoxie führen kann. Daher sind eindeutige, klinikspezifische organisatorische Vorgaben ebenso unverzichtbar wie erfahrene Personal und adäquate materielle Vorbereitungen.

## Literatur

1. Cook TM, Woodhall N, Frerk C; Fourth National Audit Project: Major complications of airway management in the UK: Results of the fourth national audit project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway

- Society. Part 1: Anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011;106:617-631
2. Law JA, Broemling N, Cooper RM, Drolet P, Duggan LV, Griesdale DE, et al; Canadian Airway Focus Group: The difficult airway with recommendations for management – Part 2 – The anticipated difficult airway. *Can J Anaesth* 2013;60:1119-1138
  3. Karmarkar S, Varshney S: Tracheal Extubation. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2008;8:214-220
  4. Rose DK, Cohen MM: The airway: Problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth* 1994;41:372-383
  5. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörge V, Zwissler B et al: S1-Leitlinie: Atemwegsmanagement. *Anaesth Intensivmed* 2015;56:505-523
  6. Torres A, Gatell JM, Aznar E, el-Ebiary M, Puig de la Bellacasa J, González J, et al: Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:137-141
  7. Epstein SK: Decision to extubate. *Intensive Care Med* 2002;28:535-546
  8. Windisch W, Karagiannidis C: Die schwierige Extubation. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2012;107:537-542
  9. Holfelder N, März F, Paule T, Parthum A: Reintubation nach Langzeitbeatmung – Lassen sich Rückschlüsse anhand der Extubationskriterien ziehen? *Intensiv* 2009;17:36-42
  10. Cavallone LF, Vannucci A: Extubation of the difficult airway and extubation failure. *Anesth Analg* 2013;116:368-383
  11. Voscopoulos C, Jalota L, Kirk FL, Saxena A, Lema M, Apfel C, Antoine J: Extubation of the difficult airway: An algorithmic approach. *The Open Anesthesiology Journal* 2012;6:1-8
  12. Difficult Airway Society Extubation Guidelines Group; Popat M, Mitchell V, Dravid R, Pat A, Swampillai C, Higgs A: Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anesthesia* 2012;67:318-340
  13. Winterhalter A, Adams HA: Praktische Durchführung einer Allgemeinanästhesie. In: Kochs E, Krier C, Buzello W, Adams HA (Hrsg) *Anästhesiologie*. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme 2001;719-723
  14. Capdevila X, Perrigault PF, Ramonatxo M, Roustan JP, Peray P, d'Athis F, et al: Changes in breathing pattern and respiratory muscle performance parameters during difficult weaning. *Crit Care Med* 1998;26:79-87
  15. Yang KL, Tobin MJ: A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324:1445-1450
  16. Fernandez R, Raurich JM, Mut T, Blanco J, Santos A, Villagra A: Extubation failure: Diagnostic value of occlusion pressure (P0.1) and P0.1-derived parameters. *Intensive Care Med* 2004;30:234-240
  17. Hilbert G, Gruson D, Portel L, Vargas F, Gbikpi-Benissan G, Cardinaud JP: Airway occlusion pressure at 0.1 s (P0.1) after extubation: An early indicator of postextubation hypercapnic respiratory insufficiency. *Intensive Care Med* 1998;24:1277-1282
  18. Kienle F: Die Extubation nach schwieriger Intubation. In: Kier C, Georgi R (Hrsg): *Airway-Management. Die Sicherung der Atemwege*. Stuttgart: Thieme 2001; 272-278
  19. Mort TC: Continuous airway access for the difficult extubation: The efficacy of the airway exchange catheter. *Anesth Analg* 2007;105:1357-1362
  20. Duggan LV, Law JA, Murphy MF: Brief review: Supplementing oxygen through an airway exchange catheter: Efficacy, complications, and recommendations. *Can J Anaesth* 2011;58:560-568
  21. Heininger A, Krueger WA, Dietrich HJ, Königsrainer I, Schroeder TH: Complications using a hollow fiber airway exchange catheter for tracheal tube exchange in critically ill patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:1031
  22. McLean S, Lanam CR, Benedict W, Kirkpatrick N, Khetarpal S, Ramachandran SK: Airway exchange failure and complications with the use of the Cook Airway Exchange Catheter®: A single center cohort study of 1177 patients. *Anesth Analg* 2013;117:1325-1327
  23. Potgieter PD, Hammond JM: "Cuff" test for safe extubation following laryngeal edema. *Crit Care Med* 1988;16:818
  24. Miller RL, Cole RP: Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 1996;110:1035-1040
  25. Kriner EJ, Shafazand S, Colice GL: The endotracheal tube cuff leak test as a predictor for postextubation stridor. *Respir Care* 2005;50:1632-1838
  26. Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Vergne C, Souche B, et al: Post-extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med* 2003;29:69-74
  27. Argalious MY: The Cuff Leak Test: Does it "leak" any information? *Respir Care* 2012;57:2136-2137
  28. Pluijms WA, van Mook WN, Wittekamp BH, Bergmans DC: Postextubation laryngeal edema and stridor resulting in respiratory failure in critically ill adult patients: Updated review. *Critical Care* 2015;19:295
  29. Blackwood B, Alderdice F, Burns K, Cardwell C, Lavery G, O'Halloran P: Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2011;342:c7237
  30. François B, Belissant E, Gissot V, Desachy A, Normand S, Boulain T, et al; Association des Réanimateurs du Centre-Ouest (ARCO): 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of postextubation laryngeal oedema: A randomised double-blind trial. *Lancet* 2007;369:1083-1089
  31. da Silva PS, Fonseca MC, Iglesias SB, Junior EL, de Aguiar VE, de Carvalho WB: Nebulized 0.5, 2.5 and 5 ml L-epinephrine for post-extubation stridor in children: A prospective, randomized, double-blind clinical trial. *Intensive Care Med* 2012;381:286-293
  32. Striebel HW: *Anästhesie – Intensivmedizin – Notfallmedizin: Für Studium und Ausbildung*. Stuttgart: Schattauer 2009;214
  33. Adams HA, Flemming A, Friedrich L, Ruschulte H: *Taschenatlas Notfallmedizin*. Stuttgart: Thieme 2016
  34. Buhl R, Berdel D, Crieé C-P, Gillissen A, Kardos P, Kroegel C et al; Deutsche Atemwegsliga und Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (Hrsg): Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit Asthma. *Pneumologie* 2006;60:139-183
  35. Hübner M, Koch T: *Komplikationen in der Anästhesie. Fallbeispiele, Analyse, Prävention*. Berlin: Springer 2014;150
  36. Alb M, Tsagogiorgas C, Meinhardt JP: Das pulmonale Negativdrucködem. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006;41:64-78
  37. Schuster M, Biscopio J: NPPE – eine seltene anästhesierelevante Komplikation. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001;36:759-762.

### Korrespondenz- adresse

**Dr. med.  
Birgit Gottschlich**



Klinik für Anästhesiologie und Intensiv-  
medizin, HELIOS Klinikum Pirna  
Struppener Straße 13  
01796 Pirna, Deutschland  
Tel.: 03501 7118-5106  
Fax: 03501 7118-5102  
E-Mail:  
birgit.gottschlich@helios-kliniken.de