

Med Klin Intensivmed Notfmed 2021 · 116:  
715–726  
<https://doi.org/10.1007/s00063-021-00858-5>  
Eingegangen: 8. März 2021  
Überarbeitet: 7. Juni 2021  
Angenommen: 11. Juni 2021  
Online publiziert: 29. September 2021  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von  
Springer Nature 2021

# CME

## Zertifizierte Fortbildung

# Weaning von invasiver Beatmung

**Wissenschaftliche Leitung**  
Uwe Janssens, Eschweiler  
Michael Joannidis, Innsbruck  
Konstantin Mayer, Karlsruhe  
Guido Michels, Eschweiler



Jens Geiseler<sup>1</sup> · Michael Westhoff<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Medizinische Klinik IV, Klinikum Vest, Behandlungszentrum Paracelsus-Klinik Marl, Marl, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik für Pneumologie, Lungenklinik Hemer, Hemer, Deutschland

<sup>3</sup> Universität Witten-Herdecke, Witten, Deutschland

### Zusammenfassung

Das Weaning von invasiver maschineller Beatmung stellt das Intensivteam vor die Herausforderung, im Interesse des Patienten die Beatmungsdauer so kurz wie möglich zu halten und eine möglichst rasche Extubation zu erreichen. Hiermit sollen eine Langzeitbeatmung (invasive Beatmung > 14 Tage) mit Tracheotomie und ein prolongiertes Weaning sowie eine ggf. notwendige außerklinische invasive Beatmung vermieden werden. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die verschiedenen Weaningkategorien, die Ursachen für ein Scheitern des Weanings und Strategien, dieses zu vermeiden. Im letzten Teil stellt der Artikel Konzepte für das prolongierte Weaning und ggf. die Überleitung in die außerklinische invasive Beatmung dar.

### Schlüsselwörter

Beatmungstherapie · Airway management · Nichtinvasive Beatmung · Tracheotomie · Respiratorische Aspiration

**Online teilnehmen unter:**  
[www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme)

Für diese Fortbildungseinheit  
werden 3 Punkte vergeben.

### Kontakt

Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
(kostenfrei in Deutschland)  
E-Mail:  
[kundenservice@springermedizin.de](mailto:kundenservice@springermedizin.de)

### Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden  
Sie im CME-Fragebogen am Ende des  
Beitrags.

### Lernziele

#### Nach Lektüre dieses Beitrags ...

- können Sie die verschiedenen Weaningkategorien benennen
- identifizieren Sie zuverlässig Ursachen für ein Weaningversagen;
- verwenden Sie Strategien im Weaningprozess sicher;
- können Sie das Vorgehen bei Weaningversagen mit Notwendigkeit der Einleitung einer außerklinischen invasiven Beatmung beschreiben.

## Hintergrund

Weaning (englisch: „liberation from mechanical ventilation“ – Befreiung von mechanischer Beatmung) beschreibt den Prozess der Entwöhnung von der Beatmungstherapie. Bei etwa 75 % der auf einer Intensivstation beatmeten Patienten gestaltet sich dieses Weaning unkompliziert. Wichtig hierfür ist, täglich die Entwöhnbarkeit von der Beatmung („readiness to wean“) bei jedem Patienten individuell zu beurteilen, täglich Sedierung und Analgesie zu pausieren und einen **Spontanatmungsversuch** durchzuführen. Bei den übrigen Patienten muss die invasive Beatmung länger durchgeführt werden, obwohl die zur Beatmung führende Ursache (z. B. Pneumonie, „adult respiratory distress syndrom“ [ARDS] o. ä.) nicht mehr weiterbesteht. In diesem Fall kann die **Weaningzeit** einen Anteil von bis zu 50 % der gesamten Beatmungszeit einnehmen. Diese verlängerte Zeit der invasiven Beatmung erhöht das Risiko des Patienten bezüglich infektiöser Komplikationen, „Critical-illness-Polyneuro-/Myopathie“ sowie bezüglich einer Tracheotomie mit nachfolgender invasiver **außerklinischer Beatmung**. Die Prognose von Patienten im prolongierten Weaning ist schlechter als bei einfachem Weaning. So wurden in einer aktuellen Publikation eines deutschen Weaningzentrums 1- und 5-Jahres-Überlebensraten von 66,5 bzw. 37,1 % für Patienten nach prolongiertem Weaning beschrieben [1]. Höheres Alter erwies sich in der Analyse der WeanNet-Daten am stärksten mit einem Versterben noch während des Krankenhausaufenthalts assoziiert [2]. Der vorliegende Beitrag zeigt Konzepte für eine **frühe Extubation**, das Vermeiden von Langzeitbeatmung und im Fall eines Weaningversagens für die Überleitung in die außerklinische Intensivpflege auf.

## Weaningkategorien gemäß ICC bzw. adaptiert nach S2k-Leitlinie

Die aktuelle Revision der S2-Leitlinie Prolongiertes Weaning [3] unterscheidet, aufbauend auf der Kategorisierung durch eine internationale Konsensuskonferenz (ICC-Klassifikation) aus dem Jahr 2005 [4], 3 Weaningkategorien (Tab. 1; [2]), wobei die dritte Kategorie als Neuerung differenzierter unterteilt wurde. Diese Einteilung ist wichtig, da die Prognose insbesondere der Patienten der Gruppe 3 deutlich schlechter ist – Letalitäten von 3 %, 1 % und 22 % auf der Intensivstation sowie **Weaningerfolge** von 98 %, 99 % und 74 % für die Gruppen 1, 2 und 3 wurden beschrieben, d. h. eine signifikant schlechtere Prognose für die Gruppe 3 [5].

In Deutschland bildet diese Einteilung die steigende Zahl von Patienten im prolongierten Weaning, die Patienten, die mit nichtinvasiver Beatmung (NIV) entlassen werden und die Patienten, die außerklinisch invasiv nach Weaningversagen weiter beatmet wer-

## Weaning from invasive mechanical ventilation

Weaning from invasive mechanical ventilation is challenging for the ICU team in terms of shortening time of ventilation via endotracheal tube in order to improve the patient's prognosis by early extubation. Thereby prolonged mechanical ventilation (> 14 days), which is associated with risk of tracheotomy and prolonged weaning, shall be avoided. This article will give an overview about weaning categories, causes for weaning failure and strategies to overcome this problem. In the last part we will cover concepts in the process of prolonged weaning including discharge management with invasive mechanical ventilation.

### Keywords

Respiratory therapy · Airway management · Noninvasive ventilation · Tracheotomy · Respiratory aspiration

den, nicht adäquat ab. Aus diesem Grunde wurde die Gruppe 3 (Kategorie „prolongiertes Weaning“) in der deutschen Leitlinie weiter unterteilt (Tab. 2; [3]).

Insbesondere die Gruppen 3all und 3bll verdienen besondere Aufmerksamkeit: **persistierende Tracheotomie** nach erfolgreichem Weaning bedingt eine außerklinische Intensivpflege wegen dauernder Bereitschaft für endotracheales Absaugen und ggf. notfallmäßige Kanülenwechsel bei Verlegung der Kanüle – diese Patienten stellen einen immer größeren Anteil an der Gruppe der außerklinisch mittels Intensivpflege versorgten Patienten dar. Ursachen hierfür können eine persistierende schwere **Schluckstörung** oder eine nichtbehandelbare Trachealstenose insbesondere bei multimorbiden Patienten, häufig nach schweren neurologischen Erkrankungen, sein. Die Gruppe 3bll besitzt insofern eine Sonderstellung, als dass nach primär erfolgreichem Weaning eine weitere Pflegebedürftigkeit und **Baufsichtigungspflicht** besteht, da eine NIV weiterhin notwendig ist, die vom Patienten allein nicht durchgeführt werden kann – z. B. aufgrund neuromuskulärer Erkrankungen. Bei einer > 16 h notwendigen, d. h. lebenserhaltenden NIV ist die Kostenübernahme für diese Pflege in der Regel unproblematisch, bei kürzeren Beatmungszeiten sind häufig lange Verhandlungen über die Kostenzusage mit den Kostenträgern die Folge.

## WIND-Klassifikation

Im Jahr 2017 wurde eine neue Klassifikation („weaning according to a new definition“, WIND; [6]) des Weanings vorgeschlagen (Tab. 3). Diese beruhte auf der Erfahrung, dass etwa 50 % der Patienten im Weaning nach der ICC-Klassifikation nicht genau beschrieben werden konnten. Außerdem fußt die Klassifikation nach ICC auf der Durchführung eines „spontaneous breathing

**Tab. 1** Einteilung der Weaningkategorien nach der internationalen Konsensuskonferenz (ICC) 2005 [4]

Gruppe	Kategorie	Definition
1	Einfaches Weaning	Erfolgreiches Weaning nach dem ersten SBT und der ersten Extubation
2	Schwieriges Weaning	Erfolgreiches Weaning nach initial erfolglosem Weaning spätestens beim 3. SBT oder innerhalb von 7 Tagen nach dem ersten erfolglosen SBT
3	Prolongiertes Weaning	Erfolgreiches Weaning erst nach mindestens 3 erfolglosen SBT oder Beatmung länger als 7 Tage nach dem ersten erfolglosen SBT

SBT „spontaneous breathing trial“

<b>Tab. 2</b> Differenzierung der Patienten der Weaninggruppe 3 nach der Leitlinie Prolongiertes Weaning – Update 2019. (Nach [3])		
<b>3a – Erfolgreiches prolongiertes Weaning von der invasiven Beatmung ohne Fortsetzung einer Langzeit-NIV</b>		
3al	Mit Extubation/ Dekanülierung	Erfolgreiches Weaning von der invasiven Beatmung <i>mit</i> Extubation/Dekanülierung erst nach mindestens 3 erfolglosen SBT oder Beatmung länger als 7 Tage nach dem ersten erfolglosen SBT mit oder ohne passage-re NIV
3all	Ohne Dekanülierung	Erfolgreiches Weaning von der invasiven Beatmung <i>ohne</i> Dekanülierung erst nach mindestens 3 erfolglo- sen SBT oder Beatmung länger als 7 Tage nach dem ersten erfolglosen SBT
<b>3b – Erfolgreiches prolongiertes Weaning von der invasiven Beatmung mit Fortsetzung einer NIV</b>		
3bl	Mit Langzeit-NIV ohne zusätzlichen Pflegebedarf	Erfolgreiches Weaning von der invasiven Beatmung mit Extubation/Dekanülierung erst nach mindestens 3 erfolglosen SBT oder Beatmung länger als 7 Tage nach dem ersten erfolglosen SBT und nur mittels Einsatz der NIV, die nach Abschluss des Weaningprozesses <i>selbstständig</i> im Sinne einer außerklinischen Beatmung fortgesetzt wird
3bll	Mit Langzeit-NIV und zusätzlichem Pflegebedarf	Erfolgreiches Weaning von der invasiven Beatmung mit Extubation/Dekanülierung erst nach mindestens 3 erfolglosen SBT oder Beatmung länger als 7 Tage nach dem ersten erfolglosen SBT und nur mittels Einsatz der NIV, die nach Abschluss des Weaningprozesses im Sinne einer außerklinischen Beatmung fortgesetzt wird, wobei ein <i>weiterer Behandlungsbedarf</i> besteht
<b>3c – Erfolgreiches Weaning von der invasiven Beatmung</b>		
3cl	Mit außerklinischer Fortsetzung der invasiven Beatmung	Erfolgreiches Weaning <i>mit Fortsetzung einer invasiven Beatmung</i> via Tracheostoma nach Abschluss des Weaningprozesses im Sinne einer invasiven außerklinischen Beatmung
3cII	Tod	Erfolgreiches Weaning mit <i>Tod des Patienten</i> in der Klinik
NIV nichtinvasive Beatmung, SBT „spontaneous breathing trial“		

<b>Tab. 3</b> Klassifikation der Weaningkategorien gemäß „weaning ac- cording to a new definition“ (WIND; [1])	
Gruppe 0	„No weaning“, da kein Entwöhnungsversuch
Gruppe 1	„Short weaning“, erster Separationsversuch mün- det in eine Beendigung der Beatmung (Weaninger- folg oder früher Tod)
Gruppe 2	„Difficult weaning“, Weaning beendet mehr als ein Tag aber weniger als eine Woche nach dem ersten Separationsversuch (Weaningerfolg oder Tod)
Gruppe 3	„Prolonged weaning“, Weaning noch nicht beendet eine Woche nach dem ersten Separationsversuch (Weaningerfolg oder Tod)
Gruppe 3a	Mit Weaningerfolg
Gruppe 3b	Ohne Weaningerfolg

<b>Tab. 4</b> Gründe für ein Weaningversagen in den Gruppen 1 und 2 nach internationaler Konsensuskonferenz (ICC)	
<b>Einfaches Weaning</b>	
Verzögertes Aufwachen durch Akkumulation von sedierenden Medi- kamenten	
Fehlen des täglichen Screenings auf Weaningpotenzial	
Exzessive ventilatorische Unterstützung (Risiko einer ventilatorindu- zierten diaphragmalen Dysfunktion, VIDD)	
<b>Schwieriges Weaning</b>	
Akkumulation von Sedativa	
Flüssigkeitsüberladung	
Linksherzinsuffizienz	
Atemmuskelschwäche	
Exzessive Atemarbeit (Sekret, Sepsis, Infektion)	

trial“ (SBT), der nicht immer erfolgt. Zudem werden Patienten ohne Entwöhnungsversuche nach ICC nicht berücksichtigt.

In der Leitlinie Prolongiertes Weaning wurde dennoch die ur- sprüngliche ICC-Klassifikation beibehalten, da die WIND-Klassifika- tion zwar das einfache und **schwierige Weaning** gut erfasst, das prolongierte Weaning aber nur unzureichend abbildet. So waren in der WIND-Studie nur 1,4% der Patienten tracheotomiert und die Anzahl der nach Weaning mit NIV entlassenen Patienten lag ebenfalls sehr niedrig.

► **Merke**

Eine korrekte Klassifizierung der Weaningkategorie ist aus prognosti- schen Gründen und ggf. auch für die Ursachenforschung bei Weaning- versagen wichtig.

### Ursachen des Weaningversagens

Die Liste der möglichen Ursachen für ein Scheitern eines unkom- plizierten Weanings ist sehr lang. Nach Perren et al. [7] liegen für die Weaningkategorien 1 und 2 nach ICC häufig die in **Tab. 4** dargestellten Gründe vor.

Im Vergleich hierzu liegt beim prolongierten Weaning über- wiegend ein Missverhältnis zwischen **atemmuskulärer Kapazität** und tatsächlicher atemmuskulärer Belastung vor. Die Leitlinie Prolongiertes Weaning [3] führt als mögliche Ursachen die in **Tab. 5** aufgeführten Faktoren auf.

Für eine umfassendere Darstellung der Pathophysiologie des Weaningversagens im prolongierten Weaning wird auf das Kapitel 4 der Leitlinie Prolongiertes Weaning – Update 2019 [3] verwiesen.

Tab. 5 Pathophysiologie und mögliche Ursachen der Atempumpeninsuffizienz. (Nach [1])			
Unmittelbarer Grund für unzureichende Spontanatmung	Pathophysiologischer Bereich	Mögliche Ursachen	Beispiel
Schwäche der Atempumpe	Atemzentrum	Ischämie, Infektion	Enzephalitis
	Nervale Steuerung	Neuritis, Nervenschädigung	Zwerchfellparese, Querschnittslähmung, Guillain-Barré-Syndrom, CIP, ALS, Diabetes mellitus
	Atemmuskeln	Myositis, Muskeldystrophie, Muskelatrophie	CIM, VIDD, Myasthenie, Morbus Duchenne, Post-Polio-Syndrom, nach herz- und thoraxchirurgischem Eingriff
Überlastung der Atempumpe	Atemwege	Obstruktion, Überblähung, Rekurrensparese	COPD, Mukoviszidose
	Lungenparenchym	Reduzierte Compliance	Lungenödem, Fibrose
		Reduzierte Gasaustauschfläche	Emphysem, Pneumonie, V-Q-Mismatch
	Thoraxwand	Reduzierte Compliance	Pleuraerguss, Skoliose, Post-TBC-Syndrom, nach herz- und thoraxchirurgischem Eingriff
	Sauerstofftransport (reduziert)	Anämie, Methämoglobin	Blutabnahme, Blutung, Infektanämie, Medikamente
		Perfusionsminderung	Herzinsuffizienz, PAH, Lungenembolie, Shunt
	Sauerstoffverbrauch (erhöht)	Erhöhter Umsatz	Katecholamine, Unruhe/Agitation, Infektion, Hyperthyreose
Metabolische Versorgung	Stoffwechselstörung	Hypothyreose, Mangelernährung, Elektrolytungleichgewicht, Nebenniereninsuffizienz, Metabolische Alkalose und Acidose	

*CIP* Critical-illness-Polyneuropathie, *ALS* amyotrophe Lateralsklerose, *CIM* Critical-illness-Myopathie, *VIDD* „ventilator induced diaphragmatic dysfunction“, *PAH* pulmonal arterielle Hypertonie, *Post-TBC-Syndrom* Langzeitfolgen nach pulmonaler Tuberkulose

### ► Merke

Beim Scheitern des Weanings ist eine frühzeitige und umfassende Ursachenabklärung mit nachfolgender adäquater Therapie zur Verkürzung der Zeiten der invasiven Beatmung unabdingbar.

### Strategien im einfachen und schwierigen Weaning

Die in Tab. 6 aufgeführte Strategien sollten bei jedem beatmeten Patienten verwendet werden, um möglichst rasch, ggf. unter Einsatz der NIV, die invasive Beatmung zu beenden.

Das tägliche Screening auf das Vorliegen einer Entwöhnbarkeit kann nach den in Tab. 7 aufgeführten Kriterien erfolgen:

Zur Vermeidung einer Akkumulation von Sedativa hat sich eine Pausierung der Sedierung und Analgesie einmal täglich entsprechend der Leitlinie zu Analgesie, Sedierung und Delirmanagement (DAS) der DAS-Taskforce [8] in Kombination mit einem mindestens einmal pro Schicht erfolgenden Scoring der **Sedierungstiefe** (z. B. nach Richmond Agitation Sedation Scale, RASS; Zielscore 0 bis -1) als erfolgreich erwiesen. Durch Kombination des **täglichen Aufwachversuchs** mit der Durchführung eines Spontanatmungsversuchs (T-Stück = feuchte Nase, Atmung mit „continuous positive airway pressure“ [CPAP] von 7–8 mbar bzw. mit leichter Druckunterstützung bis zu 10 mbar) konnten schneller mehr Patienten von der Beatmung entwöhnt werden [9]. Eine Überlegenheit des T-Stücks gegenüber „pressure support“ beim SBT konnte bisher in Studien nicht eindeutig nachgewiesen werden. Bei 30 min Spontanatmungszeit sind ein „rapid shallow breathing index“ (RSBI) < 105 und eine Atemfrequenz < 35/min am Ende des SBT prädiktiv für eine erfolgreiche Entwöhnung mit einem Wert von > 75% [10]. Möglicherweise kann diese Sensitivität noch durch eine sono-

graphische Beurteilung der Zwerchfellfunktion gesteigert werden [11].

Eine **translaryngeale Intubation** kann, insbesondere wenn eine Crush-Intubation durchgeführt wurde, zu einer Schleimhautschwellung um den Tubus sowie zu einer Stenosierung im Larynxbereich mit nachfolgender erhöhter Atemarbeit und damit zu einem Weaningversagen führen. Um eine derartige Situation zu erkennen, kann der **Cuff-Leak-Test** hilfreich sein. Hierbei werden der Tubus bei laufender Beatmung entblockt und über 6 Atemzüge die Differenz zwischen in- und expiratorischem Atemzugvolumen im Verlauf gemessen. Eine geringe Differenz zwischen den beiden Volumina (Cuff-Leak-Volumen) < 130 ml konnte Patienten mit Postextubationsstridor identifizieren [12]. Einer Metaanalyse [13] zufolge liegt die durchschnittliche Sensitivität des Cuff-Leak-Tests bei 0,63; die Spezifität bei 0,86. Bei Risikopatienten mit einem pathologischen Cuff-Leak-Test als alleinigem Risiko für ein **Postextubationsversagen** sollte mindestens 4 h vor Extubation die systemische Gabe von Steroiden erfolgen [14]. Hierdurch konnte einer Metaanalyse zufolge [15] das relative Risiko für ein Atemwegereignis und eine Reintubation um etwa 65% reduziert werden. Wichtig ist, dass Patienten mit **Obesitas-Hypoventilations-Syndrom** und schlafbezogener Atmungsstörung unabhängig von Schwellungen im Larynxbereich und damit bei negativem Cuff-Leak-Test eine vom Schlafstadium und von der Körperlage abhängige dynamische Obstruktion der oberen Atemwege aufweisen. Diese sollte zur Vermeidung eines Postextubationsversagens mit einer Schienung der oberen Atemwege mittels CPAP bzw. einer Atmungsunterstützung mithilfe von NIV behandelt werden.

<b>Tab. 6</b> Strategien im einfachen bzw. schwierigen Weaning
Tägliches Screening auf Vorliegen einer prinzipiellen Entwöhnbarkeit
Täglicher Aufwachversuch („spontaneous awakeninng trial“, SAT) – Management von Analgetika und v.a. Sedativa
Tägliche Durchführung eines Spontanatmungsversuchs („spontaneous breathing trial“, SBT)
Beurteilung des „rapid shallow breathing index“ (RSBI): Atemfrequenz (pro min)/Atemzugvolumen (in l)
Ggf. Cuff-Leak-Test
Ggf. Einsatz der nichtinvasiven Beatmung
Überwachung von Patienten nach primär erfolgreicher Extubation für 24 h auf der Intensivstation

► **Merke**

Bei Patienten mit erheblicher Adipositas ist das Vorliegen einer Obstruktion der oberen Atemwege im Schlaf bzw. das Vorliegen eines Obesitas-Hypoventilations-Syndroms differenzialdiagnostisch zu bedenken und ggf. nach Extubation eine Therapie mit CPAP bzw. NIV einzuleiten, um ein Postextubationsversagen zu verhindern.

### Stellenwert der nichtinvasiven Beatmung im einfachen bzw. schwierigen Weaning

Der Stellenwert der NIV im einfachen bzw. schwierigen Weaning gilt nach der S3-Leitlinie Nichtinvasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz [16] und der Leitlinie der European Respiratory Society (ERS)/American Thoracic Society (ATS) [17] in folgenden Situationen als gesichert:

- primäre Extubation auf NIV trotz gescheitertem SBT, v. a. bei chronisch-obstruktivem Lungenversagen (COPD) und Patienten mit hyperkapnischem Atemversagen;

- Prävention des Postextubationsversagens bei Hochrisikopatienten für die Einwicklung desselben.

Demgegenüber sind die Daten für den Wechsel auf NIV bei hypoxämischem akutem Atemversagen sowie die Anwendung bei manifistem Postextubationsversagen nach primär erfolgreichem Weaning schlecht. Teilweise wurde eine erhöhte Letalität beschrieben [18].

Nach mehreren Metaanalysen [19, 20, 21, 22] kann **High-flow-Sauerstoff** beim primär hypoxämischem Versagen als Alternative zur NIV eingesetzt werden. Angesichts heterogener Patientengruppen mit unterschiedlichen Risiken für ein Postextubationsversagen zeigen Studiendaten sowie Metaanalysen keinen konsistenten Vorteil der High-flow-Therapie gegenüber der reinen Sauerstoff- oder NIV-Therapie zur Reintubationsvermeidung und insbesondere nicht bezüglich des Outcomes, einschließlich der Intensivmortalität [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29]. Vielmehr zeigt eine aktuelle Arbeit von Thille et al. [30], dass die Kombination von NIV mit High-flow-Sauerstoff in den Zeiten der **NIV-Pausierung** gegenüber einer alleinigen High-flow-Therapie sogar einen deutlichen Vorteil aufweist.

► **Merke**

Bei Patienten mit hyperkapnischem Atemversagen sollte bei gegebener Extubations- und Spontanatmungsfähigkeit die Beatmung frühzeitig auf eine NIV umgestellt werden (ggf. auch bei gescheitertem SBT).

► **Cave**

Wechsel auf eine NIV bei hypoxämischem Atem- oder Postextubationsversagen.

<b>Tab. 7</b> Kriterien für die Bereitschaft zum Weaning. (Nach [...])		
Kriterien	Symptome/Funktion	Parameter
Klinisch	Ausreichender Hustenstoß	–
	Keine exzessive Sekretion	
	Rückbildung der akuten Erkrankungsphase, die zur Intubation geführt hat	
	Kein akuter Infekt	
Objektiv	Klinische Stabilität	Hämodynamische Stabilität (eine niedrig dosierte Katecholamintherapie stellt keine Kontraindikation dar)
		Metabolisch (z. B. Ausschluss einer relevanten metabolischen Azidose, d. h. Base Excess < – 5 mval/l)
	Adäquate Oxygenierung	SO <sub>2</sub> > 90 % bei F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> ≤ 0,4 (bei Vorliegen einer chronischen respiratorischen Insuffizienz > 85 %)
		oder p <sub>a</sub> O <sub>2</sub> /F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> > 150 mm Hg
		Adäquater PEEP
	Adäquate pulmonale Funktion	AF > 35 /min
		VT > 5 ml/kg
	AF/VT < 105 (= RSBI)	
	Keine signifikante respiratorische Azidose	
	Adäquate mentale Funktion	Keine Sedierung oder adäquate Funktion unter Sedierung (RASS 0/–1)

AF Atemfrequenz, VT Tidalvolumen, PEEP positiver endexpiratorischer Druck, HF Herzfrequenz, RR Blutdruck, RSBI „rapid shallow breathing index“, F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> inspiratorische Sauerstofffraktion, S<sub>p</sub>O<sub>2</sub> pulsoxymetrisch bestimmte Sauerstoffsättigung

**Tab. 8** Möglichkeiten der Verbesserung des Sprechvermögens bei tracheotomierten Patienten

Während laufender Beatmung
Entblockung der Kanüle unter Anpassen der Beatmungsparameter zur Sicherstellung einer ausreichenden Ventilation bei unblockter Kanüle
Verwendung eines Inline-Sprechventils nur bei entblockter Kanüle
Verwendung einer Tracheotomiekanüle mit Sprechmöglichkeit
Erhöhung des positiven endexpiratorischen Drucks (PEEP; [33])
Unter Spontanatmung
Verschließen der Kanülenöffnung bei entblockter Kanüle mit behandschuhtem Finger
Verwendung eines Sprechventils (1-Weg-Ventil) bei entblockter Kanüle unter Beachtung der Kontraindikationen (cave Überblähung), ggf. mit zusätzlicher Sauerstoffsufflation über ein spezielles Inlet an den Sprechventilen

## Strategien im prolongierten Weaning

Auch im prolongierten Weaning ist die zeitnahe und wiederholte Evaluation des Extubations- bzw. Weaningpotenzials wichtig, um die mit einer prolongierten Beatmung erhöhte Letalität zu reduzieren [31, 32]. Die Beurteilung des Weaningpotenzials orientiert sich im Wesentlichen an den für das einfache und schwierige Weaning ausgeführten Kriterien zur **Extubationsfähigkeit** (siehe Tab. 7). Dabei kommt dem Spontanatmungsversuch eine entscheidende Bedeutung zu. Allerdings lässt ein positiver SBT im prolongierten Weaning lediglich eine Aussage über die Spontanatmungsfähigkeit im nachfolgenden und prolongierten Trennungsprozess von der invasiven Beatmung zu, nicht jedoch über die Möglichkeit der Beendigung der Beatmung. Somit ist der SBT hilfreich in der Entscheidung, ein Weaning frühzeitig zu beginnen.

### ► Merke

**Auch im prolongierten Weaning ist eine tägliche Beurteilung des Weaningpotenzials notwendig, um eine prolongierte Beatmung mit erhöhter Letalität zu vermeiden.**

## Tracheotomie

Im Rahmen des Weaning sind die Vor- und Nachteile des jeweiligen Beatmungszugangs (Masken, Tubus, Trachealkanüle) gegeneinander abzuwägen. Sofern ein prolongiertes Weaning mit mittel- bis längerfristiger invasiver Beatmung absehbar ist, ist die Indikation der Tracheotomie zu überprüfen. Allerdings gibt es keine allgemeingültige Festlegung des optimalen Zeitpunkts für eine Tracheotomie [3]. Eine frühzeitige Tracheotomie kann je nach klinischer Situation die Beatmungszeit verkürzen, Sedierung reduzieren helfen und ein frühzeitigeres Weaning ermöglichen. Allerdings sind entsprechende **Komplikationen** einer Tracheotomie, wie Blutung, Trachealverletzung, Tracheomalazie und Trachealstenosen, gegenzurechnen. Zur Verbesserung der **Sprechfunktion** bei tracheotomierten Patienten im prolongierten Weaning ergeben sich mehrere Möglichkeiten (Tab. 8), die jedoch eine Entblockung der Kanüle und den Ausschluss einer schweren Aspirationsneigung voraussetzen.

**Tab. 9** Physiologische Transfusionstrigger als möglicher Hinweis auf eine anämische Hypoxie bei laborchemisch gesicherter Anämie und erhaltener Normovolämie. (Adaptiert an [35])

Trigger	Symptom
Kardio-pulmonale Symptome	Tachykardie
	Hypotension
	Blutdruckabfall unklarer Genese
	Hohe Atemarbeit
Ischämietypische EKG-Veränderungen	Neu auftretende ST-Senkungen oder -Hebungen
	Neu auftretende Rhythmusstörungen
Neu auftretende regionale myokardiale Kontraktionsstörungen im Echokardiogramm	Anstieg der globalen O <sub>2</sub> -Extraktion > 50 %
	Abfall der O <sub>2</sub> -Aufnahme > 10 % vom Ausgangswert
	Abfall der gemischtvenösen O <sub>2</sub> -Sättigung < 50 %
Globale Indizes einer unzureichenden Sauerstoffversorgung	Abfall des gemischtvenösen Sauerstoffpartialdrucks (PO <sub>2</sub> ) < 32 mm Hg
	Abfall der zentralvenösen O <sub>2</sub> -Sättigung < 60 %
	Laktazidose (Laktat > 2 mmol/l plus Acidose)

## Beatmung im und zum prolongierten Weaning

Grundsätzlich können sowohl eine graduelle Reduktion der assistierten Beatmung als auch intermittierende assistierte oder nichtassistierte Spontanatmungsphasen im Weaning eingesetzt werden, wobei ein Vorgehen mittels **intermittierender Spontanatmung** (sog. diskontinuierliches Weaning) möglicherweise überlegen ist. Wichtig ist jedoch, die Anzahl der Spontanatmungsphasen anfänglich pro Tag auf einige wenige mit einer Dauer von maximal 1–2 h zu begrenzen und zwischen den Spontanatmungsphasen die Beatmung (möglichst kontrolliert zur Entlastung der **Atemmuskulatur**) wieder aufzunehmen, um einer Erschöpfung der Atemmuskulatur vorzubeugen und sie erneut zu entlasten. In einer kleinen Patientengruppe überwiegend von COPD-Patienten wurde kürzlich gezeigt, dass der RSBI bezüglich Abbruch des Spontanatmungsversuchs nur einen geringen prädiktiven Wert im prolongierten Weaning besitzt [34]. Im Gegensatz zum einfachen Weaning dienen die Spontanatmungsphasen in dieser Situation der Rekonstitution der Atemmuskulatur [3].

## Transfusionen

Analog zum einfachen und schwierigen Weaning sind auch für das prolongierte Weaning physiologische **Transfusionstrigger** (Tab. 9) bei der Indikationsstellung für eine Bluttransfusion zu berücksichtigen. Eine grundsätzliche Indikation zur Anhebung des Hämoglobins (Hb) auf Werte > 10 g/dl besteht nicht. Als Ziel-Hb sollte ein Bereich von 7–9 g/dl angestrebt werden [3].

## Physiotherapie und Sekretmanagement

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass eine frühe Mobilisation mit hoher Sicherheit durchführbar ist. In der Literatur werden keine definierten Ausschlusskriterien zur **Frühmobilisation** benannt. Beim Auftreten einer akuten Situation muss im prolongierten Weaning

**Tab. 10** Physiologische Mechanismen zur Behandlung der Sekretretention. (Nach [38])

Vergößerung des intrathorakalen Volumens
Verstärkung des maximalen expiratorischen Flusses
Sekretolyse, z. B. durch Oszillationstherapie
Vergößerung des expirierten Volumens
Endotracheales Absaugen

die Mobilisation z. B. bei kardialer, oder pulmonaler Instabilität oder palliativen Patienten adaptiert werden. Hilfreich ist ein **multiprofessioneller Ansatz**, um Verantwortungen und Zuständigkeiten oder Zeitpunkt, Intensität und Dauer bestmöglich abzusprechen [36, 37]. Es wird empfohlen, Patienten täglich zu mobilisieren (modifiziert nach [3]), sofern keine Ausschlusskriterien vorliegen, und diese Mobilisation täglich 30 min mithilfe eines abgestuften Vorgehens anhand eines klinikeigenen Algorithmus und entsprechend des aktuellen Operationen- und Prozedurenschlüssels (OPS) „Prolongiertes Weaning“ (OPS Nr. 8.718.8 bzw. 8.718.9) vorzunehmen. Eine **Sekretelimination** aus den Atemwegen ist insbesondere im Rahmen des Weanings von neuromuskulären und COPD-Patienten sinnvoll, um Atemarbeit und Beatmungsdauer zu reduzieren sowie den Gasaustausch zu verbessern. Dabei existieren 5 Prinzipien (siehe Tab. 10), die eine Sekretelimination unterstützen bzw. ermöglichen [38].

### Schluckdiagnostik

Aspirationen infolge von Dysphagien stellen insbesondere im prolongierten Weaning eine Ursache für eine erfolglose Dekanülierung bzw. rezidivierende Infektionen der unteren Atemwege dar. Deshalb sollte im prolongierten Weaning ein Test auf Vorliegen einer Dysphagie und im positiven Fall ein logopädisch begleitetes **Schlucktraining** erfolgen. Bei Persistenz eines relevanten **Aspirationsrisikos** ist eine Dekanülierung risikobehaftet und es sollte die Trachealkanüle zum Aspirationsschutz belassen werden [3].

### Ernährung

Die künstliche Ernährung sollte während eines prolongierten Weanings möglichst oral oder enteral durchgeführt werden. Im Fall einer künstlichen Ernährung, von der zu erwarten ist, dass sie über 6 Wochen hinausgeht, sollte frühzeitig die Indikation zu einer perkutanen endoskopische **Gastrostomie** (PEG) bzw. Jejunostomie (PEJ) gestellt werden. Hinsichtlich der **Energiezufuhr** ist in der Weaningphase eine Anpassung an den tatsächlichen Bedarf vorzunehmen. Sie sollte jedoch nicht über diesem liegen. Dabei ist auf eine ausreichend hohe Zufuhr von Protein (1,0 g/kg Körpergewicht und Tag Protein bzw. 1,2 g Aminosäuren) sowie von Elektrolyten, Vitaminen und Spurenelementen zu achten.

### Dekanülierung

Eine geplante definitive Dekanülierung setzt neben einer ausreichenden Spontanatmungskapazität bzw. NIV-Fähigkeit voraus, dass eine **klinische Stabilität** und Kooperationsfähigkeit des Pati-

enten bestehen, Obstruktionen im Bereich der Glottis, des Kehlkopfs und der Trachea ausgeschlossen sind und eine effektive Sekretelimination möglich ist. Die Dekanülierung selbst wird unterschiedlich gehandhabt, vom spontanen Schrumpfen des Tracheostomas bis zum passageren Einsetzen von Platzhaltern. Sofern innerhalb von 2–3 Wochen nach Kanülenentfernung ein **Tracheostomaverschluss** ausbleibt und keine Komplikationen vorliegen, kann ein plastisch-chirurgischer Verschluss erwogen werden.

### Nichtinvasive Beatmung im prolongierten Weaning

Höherwertige wissenschaftliche Studien zum Stellenwert der NIV im prolongierten Weaningprozess liegen nicht vor. Somit lassen sich nur die Empfehlungen für das einfache und schwierige Weaning im Analogieschluss auf die Situation des prolongierten Weaning übertragen. Zur Beurteilung der NIV-Fähigkeit werden üblicherweise neben der klinischen Beurteilung die „klassischen“ **Extubationskriterien** [4, 39]. verwendet (siehe Tab. 7.). Darüber hinaus ist eine Kooperationsfähigkeit des Patienten erforderlich und **absolute Kontraindikationen** für den Einsatz von NIV, wie fehlende Spontanatmung, Schnappatmung, fixierte oder funktionelle Verlegung der Atemwege, gastrointestinale Blutung oder Ileus sowie Aspirationsrisiko bei Dysphagie sind auszuschließen. Bei gegebener NIV-Fähigkeit und Anstieg des pCO<sub>2</sub> im SBT sollte auf NIV umgestellt werden, sofern sich keine längerdauernde kontinuierliche Respiratorabhängigkeit abzeichnet. Besteht die **chronisch-ventilatorische Insuffizienz** fort, sollte nach formell erfolgreichem abgeschlossenem Weaning eine außerklinische NIV erfolgen [40]. Die Notwendigkeit der Diagnostik einer chronisch-ventilatorischen Insuffizienz wird durch die Tatsache unterstützt, dass in einem gemischten Patientenkollektiv 21 % der Patienten nach primär erfolgreichem prolongiertem Weaning innerhalb von 28 Tagen erneut invasiv mechanisch beatmet werden mussten, 3 von 42 Patienten (7 %) wegen erneuter Hyperkapnie [41]. Demgegenüber kann eine NIV auch im prolongierten Weaning von Patienten mit hypoxämischer respiratorischer Insuffizienz nicht generell empfohlen werden [16].

### Patientenwille und Therapieentscheidungen am Lebensende

Bei Gefahr einer prolongierten Beatmung und einem Übergang in ein prolongiertes Weaning ist die Berücksichtigung des tatsächlichen oder vermeintlichen Patientenwillens zu beachten. Gespräche am Lebensende und/oder bei nicht mehr gewünschter dauerhafter (nicht)invasiver Beatmung sollten zwischen allen Beteiligten erfolgen und entsprechend dokumentiert werden [3].

#### ► Merke

Im prolongierten Weaning ist ein Maßnahmenbündel von Physiotherapie, Logopädie mit Schluck- und Sprechtraining, Kanülen- und Sekretmanagement erforderlich, um die Spontanatmungsphasen im Sinne eines diskontinuierlichen Weaning zu verlängern und darüber eine Trennung von der invasiven Beatmung zu erreichen. Bei chronisch-ventilatorischer Insuffizienz ist der frühzeitige Wechsel auf eine NIV anzustreben.

## ► Cave

Dekanülierung und Beendigung der Beatmung bei noch nicht gegebener dauerhafter klinischer und respiratorischer Stabilität.

## Weaningversagen – was tun?

Sofern sich ein Versagen des prolongierten Weanings abzeichnet, kann es geboten sein, die Behandlung in **spezialisierten Einheiten** oder Zentren mit entsprechender interdisziplinärer fachlicher Kompetenz aller beteiligten Berufsgruppen und den erforderlichen strukturellen Voraussetzungen (z. B. mit Vorhalten einer Weaningeinheit und Erfahrung in außerklinischer Beatmung) fortzusetzen. So konnte gezeigt werden, dass etwa 60 % der Patienten nach prolongiertem Weaning in spezialisierten Einrichtungen noch erfolgreich von der invasiven Beatmung entwöhnt werden konnten [42]. Sofern bei erfolglosem prolongiertem Weaning eine Entlassung mit invasiver Beatmung erforderlich ist, bestehen mehrere Versorgungsmöglichkeiten, sei es in Form einer pneumologischen oder neurologischen **Frührehabilitation**, sei es die Betreuung mithilfe eines Pflegediensts zu Hause oder in einer Wohngruppe für Beatmete. Dies bedarf einer **Patienteneinwilligung** sowie eines adäquaten Entlassungs- und Überleitmanagements, das eine korrekte Hilfsmittelverordnung sowie eine Anbindung an geeignete medizinische, therapeutische und pflegerische Nachsorgestrukturen sicherstellt.

Darüber hinaus ist dafür Sorge zu tragen, dass im weiteren Verlauf eine erneute Patientenevaluation erfolgt, damit bei Besserung von reversiblen Ursachen des Weaningversagens eine Wiederaufnahme zum erneuten Weaningversuch erfolgt [40] und die Zahl nicht (mehr) indizierter außerklinischer invasiver Beatmungen reduziert werden kann. Angesichts einer nicht selbstverständlich vorauszusetzenden Beatmungsexpertise oder Erfahrung im Umgang mit Trachealkanülen bei niedergelassenen Ärzten [43] ist ein solches Vorgehen unabdingbar und sollte zu einer **sektorenübergreifenden Zusammenarbeit** unter Einbindung von Zentren mit entsprechender Expertise führen. Ein rein außerklinisches prolongiertes Weaning ist abzulehnen.

## Besonderheiten des prolongierten Weanings in Pandemiesituationen

Die aktuelle Pandemie durch die Coronaviruserkrankung 2019 (COVID-19) hat zu einer Vielzahl von invasiv beatmeten Patienten (etwa 22 % der hospitalisierten Patienten) geführt [44], die im Verlauf bei Überleben der akuten Krankheitsphase ein prolongiertes Weaning aufweisen können. Ein aktuelles Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP; [45]) macht für diese und folgende Pandemien den Vorschlag einer auf die Pandemie adaptierten Klassifikation nach aktuell vorhandenem Weaningpotenzial:

- Kategorie A: hohes Weaningpotenzial. Die Patienten bedürfen ohne weitere nennenswerte Verzögerung der strukturierten Respiratorentwöhnung in spezialisierten Weaningeinheiten, um so die größtmögliche Chance auf erfolgreiches Weaning zu realisieren.

- Kategorie B: geringes oder aktuell nicht vorhandenes Weaningpotenzial. Bei Patienten dieser Gruppe kann ein zeitversetzter Weaningversuch nach einer Zwischenphase unter optimaler Beatmungspflege in einer stationären oder ambulanten Beatmungspflegeeinrichtung erfolgen. Dazu ist die Anbindung an ein Weaningzentrum oder einen Weaningspezialisten notwendig, wodurch regelmäßig das Weaningpotenzial überprüft und ggf. ein erneuter stationärer Weaningversuch veranlasst werden kann.
- Kategorie C: kein Weaningpotenzial. Für diese Patienten ist unter Berücksichtigung palliativmedizinischer Aspekte eine dauerhafte Versorgung in beatmungspflegerischer Betreuung zu organisieren oder auch – dem mutmaßlichen Willen des Patienten folgend – eine Deeskalation der Beatmung durchzuführen.

Spezialisierte Weaningzentren können in dieser Situation wie folgt in die Behandlung der Patienten und die Schaffung freier Intensivkapazitäten eingebunden werden:

- rasche Übernahme der Patienten der Kategorie A;
- Wiederaufnahme von Patienten nach Abklingen der Pandemie, die sich nach primärer Verlegung in die außerklinische Beatmung soweit stabilisiert haben, dass ein neuer Weaningversuch indiziert ist.

## ► Merke

In spezialisierten Weaningeinheiten gelingt in vielen Fällen ein erfolgreiches prolongiertes Weaning. Bei Verlegung invasiv beatmeter Patienten in die außerklinische Intensivpflege ist im Verlauf erneut das Weaningpotenzial zu evaluieren.

### Fazit für die Praxis

- Das Ziel des Weanings ist die Entfernung des invasiven Beatmungszugangs mit/ohne Zuhilfenahme von High-flow-Sauerstoff-Therapie oder nichtinvasiver Beatmung.
- Die Weaningbereitschaft muss jeden Tag überprüft werden.
- Ein erfolgreicher Spontanatmungsversuch mit einer Länge von 30 min sagt mit einer Sensitivität von > 75 % ein erfolgreiches Weaning voraus.
- Beim Weaningversagen ist eine umfangreiche Ursachenforschung in Abhängigkeit von der jeweiligen Weaningkategorie notwendig.
- Im prolongierten Weaning hat sich ein multidisziplinärer Ansatz mit Physiotherapie, Logopädie, Sekretmanagement, Delirbehandlung, Einsatz der nichtinvasiven Beatmung usw. als erfolgreich erwiesen. Spezialisierte Weaningeinheiten können mit diesen Konzepten etwa 60 % der Patienten von der invasiven Beatmung entwöhnen
- Vor Verlegung in die außerklinische invasive Beatmung ist die Nichtentwöhnbarkeit festzustellen.
- Die Verlegung in die außerklinische Intensivpflege darf nur mit Einverständnis von Patienten und Betreuer nach Aufklärung erfolgen.
- Eine Wiederaufnahme zur erneuten Beurteilung des Weaningpotenzials soll jedem Patienten angeboten werden.



## Korrespondenzadresse

### Dr. med. Jens Geiseler

Medizinische Klinik IV, Klinikum Vest, Behandlungszentrum Paracelsus-Klinik Marl

Lipper Weg 11, 45770 Marl, Deutschland

jens.geiseler@klinikum-vest.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

**Autoren.** **J. Geiseler:** A. Finanzielle Interessen: Vorträge über Weaning, NIV, Inhalation, Sekretmanagement (Fa. Löwenstein Medical, Fa. Philips, Fa. Vivisol, Fa. Berlin-Chemie). – B. Nichtfinanzielle Interessen: Chefarzt, Medizinische Klinik IV, Klinikum Vest, Marl | Mitgliedschaften: Deutsche Gesellschaft für Pneumologie (DGP, Sprecher der Gruppe 5.1. (WeanNet) der Sektion Intensiv- und Beatmungsmedizin), Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI), Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin (DIGIN), Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für Außerklinische Beatmung (DIGAB), Verband Pneumologischer Kliniken (VPK), Mitarbeit an folgenden Leitlinien (im Auftrag der DGP): S2k-LL Prolongiertes Weaning (Redaktionsgruppe), S2k-LL Invasive und nichtinvasive außerklinische Beatmung (Redaktionsgruppe). **M. Westhoff:** A. Finanzielle Interessen: Referentenhonorar oder Kostenerstattung als passiver Teilnehmer: Fa. Löwenstein. – B. Nichtfinanzielle Interessen: angestellter Chefarzt, Klinik für Pneumologie, Lungenklinik Hemer | Mitgliedschaften: DGP, WeanNet (stellv. Sprecher), ERS, ACCP.

**Wissenschaftliche Leitung.** Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf [www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme).

**Der Verlag** erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

## Literatur

1. Warnke C, Heine A, Müller-Heinrich A et al (2020) Predictors of survival after prolonged weaning from mechanical ventilation. *J Crit Care*. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.08.010>
2. Windisch W, Dellweg D, Geiseler J et al (2020) Prolongiertes Weaning von der mechanischen Beatmung. Ergebnisse in spezialisierten Weaning-Zentren – eine Registerstudie basierend auf der Initiative WeanNet. *Dtsch Arztebl Int* 117:197–204. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0197>
3. Schönhofer B, Geiseler J, Braune SS et al (2019) S2k Leitlinie Prolongiertes Weaning – Update 2019. *Pneumologie* 73:723–814. <https://doi.org/10.1055/a-1010-8764>
4. Boles JM, Bion J, Connors A et al (2007) Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. <https://doi.org/10.1183/09031936.00010206>
5. Funk GC, Anders S, Breyer MK et al (2010) Incidence and outcome of weaning from mechanical ventilation according to new categories. *Eur Respir J* 35:88–94. <https://doi.org/10.1183/09031936.00056909>
6. Béduneau G, Pham T, Schortgen F et al (2017) Epidemiology of weaning outcome according to a new definition. The WIND study. *Am J Respir Crit Care Med* 195:772–783. <https://doi.org/10.1164/rccm.201602-0320OC>
7. Perren A, Brochard L (2013) Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 39:1885–1895. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-3014-9>
8. DAS-Taskforce 2015, Baron R, Binder A et al (2015) Evidence and consensus based guideline for the management of delirium, analgesia, and sedation in intensive

care medicine. Revision 2015 (DAS-Guideline 2015)—short version. *Ger Med Sci* 13:Doc19. <https://doi.org/10.3205/000223>

9. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD et al (2008) Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet* 371:126–134. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60105-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60105-1)
10. Esteban A, Aliaj T, Tobin M et al (1999) Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 159:512–518. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.2.9803106>
11. Piropanich P, Romsaiyut S (2018) Combination of diaphragm thickening fraction and rapid shallow breathing index improves prediction of weaning success from mechanical ventilator. *J Intensive Care* 6:25. <https://doi.org/10.1186/s40560-018-0293-9>
12. Fisher MM, Raper RF (1992) The „cuff-leak“ test for extubation. *Anaesthesia* 47:10–12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1992.tb01943.x>
13. Ochoa ME, Mdel MC, Frutos-Vivar F et al (2009) Cuff-leak test for the diagnosis of upper airway obstruction in adults: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 35:1171–1179. <https://doi.org/10.1007/s00134-009-1501-9>
14. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP et al (2017) An official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians clinical practice guideline: liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. Rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests. *Am J Respir Crit Care Med* 195:120–133. <https://doi.org/10.1164/rccm.201610-2075T>
15. Kuriyama A, Umakoshi N, Sun R et al (2017) Prophylactic corticosteroids for prevention of postextubation stridor and Reintubation in adults: a systematic review and meta-analysis. *Chest* 151:1002–1010. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.02.017>
16. Westhoff M, Schönhofer B, Neumann P et al (2015) Nicht-invasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. S3-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. *Pneumologie* 69:719–756. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1393309>
17. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW et al (2017) Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. <https://doi.org/10.1183/13993003.02426-2016>
18. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND et al (2004) Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med* 350:2452–2460. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa032736>
19. Monro-Somerville T, Sim M, Ruddy J et al (2017) The effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy on mortality and Intubation rate in acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 45:e449–e456. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002091>
20. Corley A, Rickard CM, Aitken LM et al (2017) High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010172.pub2>
21. Ni YN, Luo J, Yu H et al (2017) Can high-flow nasal cannula reduce the rate of endotracheal intubation in adult patients with acute respiratory failure compared with conventional oxygen therapy and noninvasive positive pressure ventilation?: a systematic review and metaanalysis. *Chest* 151:764–775. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.01.004>
22. Ischaki E, Pantazopoulos I, Zakyntinos S (2017) Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device. *Eur Respir Rev*. <https://doi.org/10.1183/16000617.0028-2017>
23. Zhao H, Wang H, Sun F et al (2017) High-flow nasal cannula oxygen therapy is superior to conventional oxygen therapy but not to noninvasive mechanical ventilation on intubation rate: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 21:184. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1760-8>
24. Futier E, Paugam-Burtz C, Godet T et al (2016) OPERA study investigators. Effect of early postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on hypoxaemia in patients after major abdominal surgery: a French multicentre randomised controlled trial (OPERA). *Intensive Care Med* 42:1888–1898. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4594-y>
25. Hernández G, Vaquero C, Colinas L et al (2016) Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs noninvasive ventilation on reintubation and postextubation respiratory failure in high-risk patients: a randomized clinical trial. *JAMA* 316:1565–1574. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.14194>
26. Hernández G, Vaquero C, González P et al (2016) Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial. *JAMA* 315:1354–1361. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.2711>
27. Fernandez R, Subira C, Frutos-Vivar F et al (2017) High-flow nasal cannula to prevent postextubation respiratory failure in high-risk non-hypercapnic patients: a randomized multicenter trial. *Ann Intensive Care* 7:47. <https://doi.org/10.1186/s13613-017-0270-9>

28. Gaspari R, Spinazzola G, Ferrone G (2019) High-flow nasal cannula versus standard oxygen therapy after extubation in liver transplantation: a matched controlled study. *Respir Care* 65:21–28. <https://doi.org/10.4187/respcare.06866>
29. Lu Z, Chang W, Meng SS et al (2019) Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy compared with conventional oxygen therapy in postoperative patients: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 9:e27523. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027523>
30. Thille AW, Muller G, Gacouin A et al (2019) Effect of Postextubation high-flow nasal oxygen with noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen alone on reintubation among patients at high risk of extubation failure: a randomized clinical trial. *JAMA* 322:1465–1475. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14901>
31. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P et al (1997) A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 25:567–574. <https://doi.org/10.1097/00003246-199704000-00004>
32. Quinnell TG, Pilsworth S, Shneerson JM et al (2006) Prolonged invasive ventilation following acute ventilatory failure in COPD: weaning results, survival, and the role of noninvasive ventilation. *Chest* 129:133–139. <https://doi.org/10.1378/chest.129.1.133>
33. Garguilo M, Leroux K, Lejaille M et al (2013) Patient-controlled positive end-expiratory pressure with neuromuscular disease: effect on speech in patients with tracheostomy and mechanical ventilation support. *Chest* 143:1243–1251. <https://doi.org/10.1378/chest.12-0574>
34. Magnet FS, Heilf E, Hutmann SE et al (2020) The spontaneous breathing trial is of low predictive value regarding spontaneous breathing ability in subjects with prolonged, unsuccessful weaning. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115:300–306. <https://doi.org/10.1007/s00063-019-0599-y>
35. Bundesärztekammer (Hrsg) (2015) Querschnitts-Leitlinien (BÄK) zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten, 4. Aufl. Deutscher Ärzte-Verlag. . ISBN 978-3-7691-1269-6
36. Nickels M, Aitken LM, Walsham J et al (2017) Clinicians' perceptions of rationales for rehabilitative exercise in a critical care setting: a cross-sectional study. *Aust Crit Care* 30:79–84. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2016.03.003>
37. Nydahl P, Dubb R, Filipovic S et al (2017) Algorithmen zur Frühmobilisation auf den Intensivstationen. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 112:156–162. <https://doi.org/10.1007/s00063-016-0210-8>
38. Gosselink R, Bott J, Johnson M et al (2008) Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med* 34:1188–1199. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1026-7>
39. Yang KL, Tobin MJ (1991) A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 324:1445–1450. <https://doi.org/10.1056/NEJM199105233242101>
40. Villalba D, Rosetti GG, Scrigna M et al (2020) Prevalence of and risk factors for mechanical ventilation reinstitution in patients weaned from prolonged mechanical ventilation. *Respir Care* 65(2):210–216. <https://doi.org/10.4187/respcare.06807>
41. WeanNet Study Group (2016) WeanNet: Das Netzwerk von Weaning-Einheiten der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP). *Dtsch Med Wochenschr* 141:e1166–e1172. <https://doi.org/10.1055/s-0042-112345>
42. Windisch W, Dreher M, Geiseler J et al (2017) S2k Leitlinie. Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz – Revision 2017. *Pneumologie* 71:722–795. <https://doi.org/10.3238/arztbl.2020.0197>
43. Kastrop M, Tittmann B, Sawatzki T et al (2017) Transition from in-hospital ventilation to home ventilation: process description and quality indicators. *Ger Med Sci* 15:Doc18. <https://doi.org/10.3205/000259>
44. Tolsdorf K, Buda S, Schuler E et al (2020) Eine höhere Letalität und lange Beatmungsdauer unterscheiden COVID-19 von schwer verlaufenden Atemwegsinfektionen in Grippewellen. *Epidemiol Bull* 41:3–10
45. Westhoff M, Geiseler J, Schönhofer B et al (2020) Weaning in der Situation einer Pandemie – Ein Positionspapier. *Pneumologie*. <https://doi.org/10.1055/a-1337-9848>



## Weaning von invasiver Beatmung

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf [www.springermedizin.de/kurse-mk-im](http://www.springermedizin.de/kurse-mk-im)

**? Ein Patient mit Guillain-Barré-Syndrom wurde vor 5 Wochen wegen respiratorischer Insuffizienz intubiert und 10 Tage später bei Unfähigkeit, Spontanatmungsversuche durchzuführen, tracheotomiert. Nach 3 Wochen diskontinuierlichen Weanings und nach Ausschluss einer Schluckstörung wurde er bei einer Beatmungspflichtigkeit von 8 h täglich dekanüliert und auf nichtinvasive Beatmung (NIV) umgestellt. Vor einer Woche konnte die NIV beendet werden, die Kontrolluntersuchungen zeigten tagsüber normale Blutgase und nächtlich keinen Anstieg des Kohlendioxidpartialdrucks ( $p\text{CO}_2$ ). Welche ist die Weaningkategorie dieses Patienten?**

- Kategorie I nach internationale Konsensuskonferenz (ICC)
- Kategorie III a 1 nach internationale Konsensuskonferenz (ICC)
- Kategorie III b 1 nach internationale Konsensuskonferenz (ICC)
- Kategorie 2 nach „weaning according to a new definition“ (WIND)
- Kategorie 3 b nach „weaning according to a new definition“ (WIND)

**? Warum ist die Klassifizierung der Weaningkategorie III b 2 für einen Patienten so wichtig?**

- Weil keine nichtinvasive Beatmung für den außerklinischen Bereich verordnet werden muss

- Um eine adäquate pflegerische Versorgung für den Patienten vor Entlassung zu organisieren
- Weil aufgrund der Trachealkanüle eine Intensivpflege notwendig ist
- Weil die Kategorie III b 2 die Notwendigkeit einer Organisation einer Rehabilitation beinhaltet
- Weil der Patient, da das Weaning nicht abgeschlossen ist, nicht entlassen werden darf

**? Ein Patient wurde primär bei Kammerflimmern erfolgreich vom Notarzt reanimiert und intubiert (keine Crush-Intubation) in ein Krankenhaus eingeliefert. In der Koronarangiographie zeigte sich eine hochgradige Stenose des Ramus interventricularis anterior (RIVA), die erfolgreich dilatiert wurde. Nach einer Zeit von 24 h Beatmung und Hypothermie gestaltet sich der Weaningprozess etwas länger als erwartet, 2 Spontanatmungsversuche (SBT) wurden nach 5 und 10 min wegen Atemfrequenzanstieg und Abfall der Sauerstoffsättigung abgebrochen. Der Patient befindet sich somit im schwierigen Weaning. Welche Ursache erscheint am wahrscheinlichsten verantwortlich für das erschwerte Weaning?**

- Akkumulation von Sedativa
- Flüssigkeitsüberladung
- Linksherzinsuffizienz

- Atemmuskelschwäche
- Exzessive Atemarbeit bei Sekretverhalt

**? Welche der folgenden Ursachen ist bei einem wachen, tracheotomierten Patienten mit chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) primär am ehesten ursächlich für ein prolongiertes Weaning?**

- Restriktion durch Pleuraerguss
- Erhöhte Atemarbeit durch Rechtsherzinsuffizienz
- Ventilatorinduzierte diaphragmale Dysfunktion (VIDD)
- Atemantriebsstörung
- Oxygenierungsstörung durch intrapulmonalen Shunt

**? Wann ist eine nichtinvasive Beatmung (NIV) im Zusammenhang mit Postextubationsversagen indiziert?**

- Bei jedem Postextubationsversagen
- Routinemäßig prophylaktisch nach jeder Extubation
- Bei frühzeitiger Extubation bei chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) trotz gescheitertem Spontanatmungsversuch
- Nur bei hypoxämischen Krankheitsbildern
- Nur bei Adipositas wegen der häufigen Komorbidität obstruktives Schlafapnoesyndrom (OSAS)

### Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit 3 Punkten (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

**Anerkennung in Österreich:** Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013).

#### Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf [www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme) möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med-Abonnenten.

**? Bei welchen Werten für Base Excess, Sauerstoffsättigung, Atemfrequenz und Herzfrequenz liegt eine Bereitschaft zur Entwöhnung vor?**

- Atemfrequenz 36/min, Base Excess 2,1 mmol/l, pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ( $S_pO_2$ ) 90% bei einer Fraktion des Sauerstoffs im Einatmungsgasgemisch ( $F_{IO_2}$ ) von 0,4; Herzfrequenz 88/min, vorbestehend lungengesund
- Atemfrequenz 30/min, Base Excess -6,3 mmol/l, pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ( $S_pO_2$ ) 87% bei einer Fraktion des Sauerstoffs im Einatmungsgasgemisch ( $F_{IO_2}$ ) von 0,5; Herzfrequenz 100/min, vorbestehend chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD)
- Atemfrequenz 12/min, Base Excess 2,1 mmol/l, pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ( $S_pO_2$ ) 85% bei einer Fraktion des Sauerstoffs im Einatmungsgasgemisch ( $F_{IO_2}$ ) von 0,4; Herzfrequenz 70/min, vorbestehend lungengesund
- Atemfrequenz 27/min, Base Excess 1,2 mmol/l, pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ( $S_pO_2$ ) 88% bei einer Fraktion des Sauerstoffs im Einatmungsgasgemisch ( $F_{IO_2}$ ) von 0,4; vorbekannte chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD) mit Langzeitsauerstofftherapie
- Atemfrequenz 20/min, Base Excess 1,6 mmol/l, pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ( $S_pO_2$ ) 94% bei einer Fraktion des Sauerstoffs im Einatmungsgasgemisch ( $F_{IO_2}$ ) von 0,4; Herzfrequenz 160/min

**? Welche Strategie soll im prolongierten Weaning nicht eingesetzt werden?**

- Diskontinuierliches Weaning
- Intensive tägliche Physiotherapie
- Routinemäßig durchgeführte Diagnostik auf das Vorliegen von Schluckstörungen
- Ausreichend hochkalorische Ernährung
- Routinemäßige Anhebung des Hämoglobinwerts auf > 10 g/l

**? Wann soll nach einem Cuff-Leak-Test eine Kortikosteroidtherapie durchgeführt werden?**

- Wenn er mit ungeblockter Kanüle durchgeführt wurde

- Bei Werten < 100 ml Differenz zwischen in- und expiratorisch gemessenem Volumen
- Unabhängig vom Ergebnis des Tests, wenn das Risiko für eine Obstruktion der oberen Atemwege vorliegt
- Wenn die Obstruktion im Bereich von Trachea und/oder Larynx den einzigen Grund für ein Postextubationsversagen darstellt
- Im Bereich der Pädiatrie unabhängig vom Testergebnis

**? Wann ist eine frühzeitige Dekanülierung im prolongierten Weaning am ehesten gefährlich?**

- Bei persistierender schwerer Schluckstörung
- Bei Hypoxämie mit Notwendigkeit einer Sauerstofftherapie
- Bei kompensierter Hyperkapnie
- Bei Immobilität
- Wenn das Tracheostoma in Punktionstechnik angelegt wurde.

**? Was muss bei der Entlassung von Patienten mit Weaningversagen und außerklinischer invasiver Beatmung beachtet werden?**

- Eine Einwilligung vom Patienten und/oder Betreuer ist absolut notwendig, bevor bei Weaningversagen eine außerklinische Intensivversorgung eingeleitet wird.
- Patienten mit Weaningversagen und außerklinischer invasiver Beatmung sollten nur in sog. Intensivwohngruppen versorgt werden.
- Wenn das Weaning während des Krankenhausaufenthalts nicht erfolgreich war, soll es im außerklinischen Setting trotzdem fortgesetzt und weiter versucht werden.
- Eine routinemäßige Wiedereinbestellung von Patienten mit Weaningversagen in das Beatmungszentrum sollte nicht erfolgen, da der Patient, wenn entlassen, in aller Regel keine Chance auf eine Entwöhnung hat.
- Die Organisation der außerklinischen Beatmung ist primär Aufgabe der niedergelassenen Ärzte.