

Anaesthesiologie 2022 · 71 (Suppl 1):S145–S148  
<https://doi.org/10.1007/s00101-022-01160-5>  
Angenommen: 10. Juni 2022

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022

#### Redaktion

G. Breuer, Coburg  
A. Heller, Augsburg  
M. Sander, Gießen



# 41/w mit ARDS und nach ECMO-Therapie mit langer Abhängigkeit vom Respirator

## Vorbereitungskurs Anästhesiologische Intensivmedizin: Fall 28

Philipp Simon<sup>1</sup> · Hermann Wrigge<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland

<sup>2</sup>Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Bergmannstrost BG-Klinikum Halle, Halle, Deutschland

<sup>3</sup>Medizinische Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle-Wittenberg, Deutschland

### Prüfungssimulation

#### Fallschilderung

Eine 41-jährige Patientin hatte sich vor 3 Wochen mit Dyspnoe und Fieber in einem Krankenhaus der Regelversorgung vorgestellt. Sie wurde auf SARS-CoV-2 positiv getestet und, da sie in der 32. Schwangerschaftswoche war, in ein Haus der Maximalversorgung verlegt. Dort wurde das Kind wohlbehalten per Sectio entbunden. Im weiteren Verlauf wurde die Patientin allerdings respiratorisch insuffizient und erfüllte die Kriterien für ein ARDS („acute respiratory distress syndrome“). Sie musste für 1 Woche invasiv beatmet werden und wurde wiederholt in Bauchlage verbracht. Darunter hatte sich die Lungenfunktion deutlich erholt, sodass ein Extubationsversuch möglich schien. Dennoch war dieser wiederholt nicht erfolgreich aufgrund von Agitation und Fehlen ausreichender Wachheit. Letztlich wurde die Patientin nach 2 Extubationsfehlversuchen komplikationslos tracheotomiert.

#### Prüfungsfragen

- Wie ist Weaning definiert, und wann beginnt der Weaningprozess?
- Welche Voraussetzungen müssen für einen Weaningbeginn erfüllt sein?
- Welche verschiedenen Weaningkonzepte kennen Sie?
- Wann ist ein Weaning prolongiert, und wann gilt es als erfolgreich?
- Was sind mögliche Entwöhnungsindices?
- Nennen Sie klinische Zeichen für ein kardial bedingtes Weaningversagen?
- Ist nichtinvasive Ventilation (NIV) als Weaningstrategie geeignet?
- Wozu dienen Weaningprotokolle?
- Was ist automatische Entwöhnung vom Respirator?
- Welche Beatmungszugänge gibt es, und wann ist ein Wechsel indiziert?



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

**Antworten**

**Wie ist Weaning definiert, und wann beginnt der Weaningprozess?**

Der Prozess der Beendigung der maschinellen Beatmung, das sog. Weaning, ist eines der schwierigsten Probleme in der Intensivmedizin [1]. Die maschinelle Beatmung der Lungen mit Überdruck wird in 6 Phasen eingeteilt (Abb. 1). Der eigentliche Weaningprozess beginnt ab Phase 4.

**Welche Voraussetzungen müssen für einen Weaningbeginn erfüllt sein?**

Für einen Weaningbeginn müssen klinische als auch objektive Kriterien erfüllt sein [3].

Klinische Kriterien:

- Ausreichender Hustenstoß
- Keine exzessive Sekretion
- Rückbildung der akuten Erkrankungsphase, die zur Intubation geführt hat

Objektive Kriterien:

- Klinische Stabilität (hämodynamisch und metabolisch)
- Keine schwere Oxygenierungsstörung bei adäquater Beatmung (adäquater positiver endexpiratorischer Druck [PEEP])
- Adäquate pulmonale Funktion (Atemfrequenz  $\leq 35/\text{min}$ ; Tidalvolumen  $> 5 \text{ ml/kg}$  ideales Körpergewicht; keine signifikante respiratorische Azidose)
- Adäquate mentale Funktion (Richmond Agitation Sedation Scale [RASS] 0/–1)

**Welche verschiedenen Weaningkonzepte kennen Sie?**

Es wird zwischen diskontinuierlichem und kontinuierlichem Weaning unterschieden. Die diskontinuierliche Form besteht aus dem Wechsel zwischen Phasen kontrollierter invasiver Beatmung und Phasen reiner Spontanatmung ohne jegliche Form der Atemunterstützung. Diese Strategie hat sich v. a. bei Patienten mit schwerer chronisch obstruktiver Ventilationsstörung bzw. neuromuskulärer Erkrankung bewährt. In der Intensivmedizin hat sich hingegen das kontinuierliche Weaning etabliert. Dabei kommt es zu einem fließenden Übergang von der kontrollierten Beatmung zur Spontanatmung unter Verwendung augmentierter Beatmungsformen [4].

**Merke.** Beim Weaning steht zunächst die Reduktion des endspiratorischen Drucks im Vordergrund, danach die Reduktion der mandatorischen Atemfrequenz und des PEEP.

**Wann ist ein Weaning prolongiert, und wann gilt es als erfolgreich?**

Das Weaning wird in 3 Gruppen eingeteilt (Tab. 1). Zudem ist eine Einteilung nach Ursache der respiratorischen Insuffizienz wahrscheinlich sinnvoll (hypoxämisch, hyperkapnisch oder gemischt), da sich daraus unterschiedliche Konzepte ableiten könnten [3, 5]. Jedoch ist dies bisher nicht weiter untersucht. Mit Dauer des Weanings steigt zudem das Risiko zum Versterben [6].

**Was sind mögliche Entwöhnungsindizes?**

1. Die Bestimmung des Verhältnisses von Atemfrequenz zum Tidalvolumen,  $(AF [1/\text{min}]/VT [l])$  im Spontanatmungsversuch („spontaneous breathing trial“) wird auch als „rapid shallow breathing index“ bezeichnet [3]. Werte von 100 bis 120 machen eine erfolgreiche Extubation unwahrscheinlich.
2. Messung des Unterdrucks während einer spontanen Inspiration nach 100 ms (P0.1). Werte von weniger als  $-6 \text{ mbar}$  gelten als Zeichen für einen erhöhten Atemtrieb (z. B. Atemnot).
3. „Peak expiratory flow“ vor Extubation/Dekanülierung v. a. bei neuromuskulärer Beeinträchtigung zu messen und bei Werten  $\leq 60 \text{ l/min}$  nach Extubation oder Dekanülierung ein intensives nichtinvasives Sekretmanagement durchzuführen [3].
4. Cuff-Leak-Test zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines Postextubationsstridor vor einer Extubation [7].

**Cave.** Die Tests liefern nur Hinweise, haben im Einzelfall eine geringe Sensitivität und Spezifität und sollten daher nie alleinige Entscheidungsgrundlage sein.

**Nennen Sie klinische Zeichen für ein kardial bedingtes Weaningversagen?**

- Abnahme der zentralvenösen ( $S_{c}O_2$ ) bzw. gemischtvenösen Sauerstoffsättigung ( $S_vO_2$ )
- Anstieg des zentralvenösen Venendrucks (ZVD) während eines Spontanatmungsversuchs



**Abb. 1** ▲ Schema der verschiedenen Phasen einer invasiven mechanischen Ventilation. (Mod. nach [2])

Tab. 1 Die 3 Gruppen der Respiratorentwöhnung gemäß Budapester Konsensus-Konferenz aus dem Jahr 2005 [2]		
Gruppe 1	Einfaches Weaning	Erfolgreiches Weaning im ersten Versuch ohne Spontanatmungsversuch
Gruppe 2	Schwieriges Weaning	Erfolgreiches Weaning nach $\leq 3$ Spontanatmungsversuchen bzw. $\leq 7$ Tage Beatmungsdauer
Gruppe 3	Prolongiertes Weaning	Erfolgreiches Weaning nach $> 3$ Spontanatmungsversuchen bzw. $> 7$ Tage Beatmungsdauer

Tab. 2 Wesentliche Vor- und Nachteile der Beatmungszugänge. (Mod. nach [3])			
	Nichtinvasiver Atemwegszugang	Translaryngealer Endotrachealtubus	Tracheotomie
Vorteile	Keine Verletzungen der Atemwege	Reduzierte Aspirationsrate	Wie „Endotrachealtubus“ plus:
	Kein oder nur geringer Sedierungsbedarf	Keine Leckage	Reduktion von Totraum, Atemwegswiderstand und Atemarbeit
	Intermittierender Einsatz möglich	Absaugen und Bronchialtoilette möglich	Besserer Patientenkomfort
	Erhaltene Kommunikation	Einfaches und umfassendes Monitoring möglich	Keine Sedierung nötig
	Erhaltene Hustenclearance	Offenhalten der Atemwege	Erhaltene Glottisfunktion mit geringerem Risiko der Aspiration
	Orale Nahrungsaufnahme	Keine Spontanatmung/Schutzreflexe nötig	Orale Nahrungsaufnahme möglich
Nachteile	Leckage mit PEEP-Verlust	Tubeassoziierte Infektionen	<i>Frühkomplikationen:</i>
	Aspirationsrisiko	Reduzierte Sekretclearance	– Lokale Wundinfektionen
	Eingeschränktes Monitoring des applizierten Atemzugvolumens	Notwendigkeit tieferer Sedierung	– Komplikationen infolge des invasiven Eingriffes
	Unzureichende Effektivität bei geringer Compliance	Erhöhte resistive Atemarbeit	<i>Spätkomplikationen:</i>
	Lokale Komplikationen (Druckstellen, Konjunktivitis, Aerophagie)	Verletzung obere Atemwege, Sprechapparat und Larynx	– Tracheale Narbenstrikturen bzw. Granulationsgewebe
		Risiko für Sinusitis (nasaler Tubus)	
Narbenbildung			

- Anstieg der linksventrikulären Füllungsvolumina und Füllungsdrücke
- Anstieg des pulmonal-kapillären Verschlussdrucks (PCWP)
- Erhöhtes natriuretisches Peptid vom B-Typ („brain natriuretic peptide“ [BNP]) [4]

**Merke.** Durch Senkung des intrathorakalen Drucks nach Extubation kommt es zu einer Erhöhung des venösen Rückstroms zum rechten Herzen mit Erhöhung der Vorlast. Eine Verschlechterung der Belüftung nach Wegfall des kontinuierlichen Atemwegsüberdrucks (CPAP) kann über die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion auch die Nachlast des rechten Ventrikels erhöhen. Eine pulmonale Stauung kann über die Senkung des alveolären Drucks nach Extubation wieder zunehmen.

**Cave.** Durch die Wegnahme eines alleinigen CPAP kann ein vorher ruhig atmender, latent kardial insuffizienter Patient nach Extubation erneut kardiorespiratorisch dekomensieren womit ein kardiales Weaningversagen induziert wird.

### ? Ist nichtinvasive Ventilation (NIV) als Weaningstrategie geeignet?

Die Strategie, beatmete COPD-Patienten frühzeitig zu extubieren und die Beatmung unmittelbar nichtinvasiv weiterzuführen, kann bei COPD-Patienten die Beatmungsdauer verkürzen und die Rate an nosokomialen Pneumonien senken [8]. Auch bei schon stattgefundener Extubation kann mit nichtinvasiver Ventilation (NIV) eine Reintubation bei erneuter respiratorischer Insuffizienz vermieden werden.

**Merke.** NIV stellt eine evidenzbasierte, etablierte Weaningstrategie bei COPD-Patienten dar.

### ? Wozu dienen Weaningprotokolle?

Weaningprotokolle dienen dazu, die Entwöhnung von der invasiven Beatmung standardisiert durchzuführen und regelmäßig zu überprüfen [9]:

- Entwöhnungsbereitschaft („readiness to wean“)
- Spontanatmungsversuche („spontaneous breathing trial“)
- Kriterien zur Beendigung der invasiven Beatmung bzw. Extubation/Dekanülierung
- Dokumentation von Gründen für die Notwendigkeit der Fortführung der Beatmung

Dabei sollten automatisierte Protokolle zum Einsatz kommen [10].

**Merke.** Ein Weaningprotokoll sollte mit protokollbasierten Sedierungsregimen kombiniert werden (Ziel ist ein möglichst wacher oder leicht sedierter, kooperativer Patient) [11].

### ? Was ist automatische Entwöhnung vom Respirator?

Bei sog. Closed-Loop-Beatmungsverfahren handelt es sich um spezielle Algorithmen, welche anhand von vordefinierten Parametern dem Algorithmus folgend Beatmungsparameter kontinuierlich an den Patienten anpassen können. Generell ist somit auch auf Algorithmen basierendes, automatisches Weaning möglich, jedoch ist der klinische Stellenwert nicht abschließend geklärt.

Beispiele für Closed-Loop-Beatmungssysteme sind:

- MMV (Mandatory Minute Volume Ventilation),
- ASV (Adaptive Support Ventilation),
- Smart Care/PS (Pressure Support).

## 🔍 Welche Beatmungszugänge gibt es, und wann ist ein Wechsel indiziert?

Als Beatmungszugänge gibt es den nichtinvasiven mittels CPAP-Unterstützung (Maske oder Helm) oder invasiv mittels translaryngealen Endotrachealtubus oder Tracheotomie. Alle 3 Formen haben Vor- und Nachteile (s. [Tab. 2](#)).

**Schlüsselwörter.** Beatmung · Weaning · Respirator · Versagen

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. Philipp Simon**

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Augsburg  
Stenglinstr. 2, 86156 Augsburg, Deutschland  
philipp.simon3@uk-augsburg.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** P. Simon und H. Wrigge geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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. Für Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts, über die Patienten zu identifizieren sind, liegt von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einwilligung vor.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

## Literatur

1. Tobin MJ (2001) Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med* 344(26):1986–1996
2. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, Pearl R, Silverman H, Stanchina M, Vieillard-Baron A, Welte T (2007) Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 29(5):1033–1056
3. Schönhofer B, Geiseler J, Dellweg D, Moerer O, Barchfeld T, Fuchs H, Karg O, Rosseau S, Sitter H, Weber-Carstens S, Westhoff M, Windisch W (2014) Prolongiertes Weaning: S2k-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. *Pneumologie* 68(1):19–75
4. Oszenski W (2017) Entwöhnung vom Respirator (Weaning). In: Oszenski W (Hrsg) *Atmen – Atemhilfen*. Thieme, Stuttgart, S 268–300
5. Sellares J, Ferrer M, Cano E, Loureiro H, Valencia M, Torres A (2011) Predictors of prolonged weaning and survival during ventilator weaning in a respiratory ICU. *Intensive Care Med* 37:775–784
6. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Fernández C, Anzueto A, Epstein SK, Apezteguía C, González M, Nin N, Raymondos K, Tomicic V, Desmery P, Arabi Y, Pelosi P, Kuiper M, Jibaja M, Matamis D, Ferguson ND, Esteban A, Ventila Group (2011) Characteristics and outcomes of ventilated patients according to time to liberation from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 184:430–437
7. Ochoa ME, Marin Mdel C, Frutos-Vivar F, Gordo F, Latour-Pérez J, Calvo E, Esteban A (2009) Cuff-leak test for the diagnosis of upper airway obstruction in adults: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 35:117–1179
8. Girard TD, Ely EW (2008) Protocol-driven ventilator weaning: reviewing the evidence. *Clin Chest Med* 29:241–252
9. Blackwood B, Burns KE, Cardwell CR, O'Halloran P (2014) Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst Rev* 11:CD6904
10. Burns KE, Lellouche F, Nisenbaum R, Lessard MR, Friedrich JO (2014) Automated weaning and SBT systems versus non-automated weaning strategies for weaning time in invasively ventilated critically ill adults. *Cochrane Database Syst Rev* 9:CD8638
11. DAS-Taskforce (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

Hier steht eine Anzeige.

