

# Positionspapier zu Ursachen und Diagnostik der Beatmungsabhängigkeit sowie zu praktischer Durchführung und Abrechnung des Weaning-Prozesses

Erstellt von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) in Zusammenarbeit mit dem Verband pneumologischer Kliniken (VPK)

## Statement on Causes and Diagnostics of Ventilation Dependency as well as Implementation and Invoicing of the Weaning Process

Compiled by the German Respiratory Society (DGP) and the Association of Pneumological Clinics (VPK)

### Autoren

J. Geiseler<sup>1</sup>, M. Westhoff<sup>2</sup>, D. Dellweg<sup>3</sup>, T. Voshaar<sup>4</sup>, M. Hetzel<sup>5</sup>, M. Pfeifer<sup>6</sup>

### Institute

- 1 Klinikum Vest, Medizinische Klinik IV, Pneumologie, Beatmungs- und Schlafmedizin, Marl
- 2 Lungenklinik Hemer, Hemer
- 3 Fachkrankenhaus Kloster Grafschaft GmbH, Abteilung für Pneumologie II, Schmallenberg
- 4 Stiftung Krankenhaus Bethanien für die Grafschaft Moers, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Duisburg-Essen, Moers
- 5 Klinik für Pneumologie, Internistische Intensivmedizin, Beatmungsmedizin und Allgemeine Innere Medizin, Krankenhaus vom Roten Kreuz Bad Cannstatt GmbH, Stuttgart

- 6 Zentrum für Pneumologie, Klinik Donaustauf, Donaustauf

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1039-7143> |  
Pneumologie 2019; 73: 716–722  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0934-8387

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Michael Pfeifer, Zentrum für Pneumologie, Klinik Donaustauf, Ludwigstraße 68, 93093 Donaustauf  
[michael.pfeifer@klinik-donaustauf.de](mailto:michael.pfeifer@klinik-donaustauf.de)

Grund des vorliegenden Positionspapiers ist eine aktuelle juristische Diskussion über die Abrechenbarkeit von beatmungsfreien Intervallen im Rahmen einer akuten nichtinvasiven Beatmung über ca. 16 Stunden täglich bei einem Patienten mit Sepsis zur Vermeidung der Intubation. Das Landessozialgericht Baden-Württemberg hatte mit Verweis, dass eine Gewöhnung an die Beatmung, die Voraussetzung sei für eine Entwöhnung von der Beatmung, im vorliegenden Fall nicht nachgewiesen sei, geurteilt, dass die beatmungsfreien Intervalle nicht zur Beatmungszeit hinzuzuzählen seien. Das Gericht folgte den Ausführungen eines Gutachters des MDK, dass für die Gewöhnung an Beatmung neben anderen Kriterien der Nachweis einer Hypo- bzw. Atrophie der Zwerchfellmuskulatur aufgrund von wissenschaftlichen Daten notwendig sei und damit dieser Nachweis von den Kliniken zu führen sei. Unter anderem wird auf die Vorgaben des Bundessozialgerichts (Nach den ausdrücklichen Darlegungen des BSG [19. 12. 2017, B 1 KR 18117 R, SozR 4–5562 § 9 Nr. 8] sind Spontanatmungsstunden nach Wortlaut und Regelungssystem der DKR IOOIH nur dann als Beatmungsstunden mitzuzählen, wenn der Wechsel von Beat-

mung und Spontanatmung in einer Phase der Entwöhnung erfolgt. Dies setzt eine vorherige Gewöhnung an die maschinelle Beatmung voraus) verwiesen.

Der Spruch des 11. Senats des Landes-Sozialgerichts Baden-Württemberg in Stuttgart vom 23.07.2019 [L 11 KR 717/18 ZVW] interpretiert hierzu Studien und Untersuchungen, was weder wissenschaftlich, pathophysiologisch noch klinisch nachvollziehbar ist und nicht dem aktuellen wissenschaftlichen und klinischen Kenntnisstand entspricht. Darüber hinaus wird mit dem Begriff „Gewöhnung“ im Kontext der Beatmung von juristischer Seite ein Zustand neu dekliniert, den es in der Beatmungsmedizin nicht gibt, da dieser, wie noch ausgeführt wird, nicht sinnig ist und es auch nicht sein kann.

Aufgrund der in diesem Urteil aufgestellten nicht zutreffenden Behauptungen zu wissenschaftlichen Aspekten des Weanings mit entsprechend finanziellen Implikationen für die Abrechnung der Kliniken sehen sich die DGP und der VPK zu der Publikation des folgenden Positionspapiers verpflichtet.

## Darstellung der Abrechnungsproblematik im aktuellen Fall

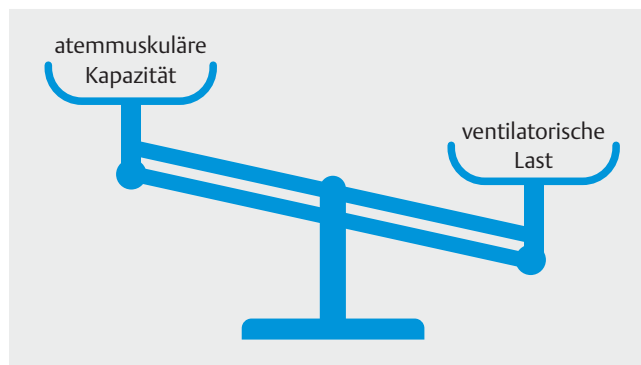
Im vorliegenden Fall war die Beatmung nichtinvasiv über 5 Tage über ca. 77 Stunden durchgeführt worden. Die behandelnde Klinik hatte die beatmungsfreien Intervalle zu der Beatmungszeit hinzugezählt, womit sich eine Gesamt-Beatmungsdauer von 101 Stunden ergab, und somit eine A-DRG in Rechnung gestellt. Dem hatte die zuständige Krankenkasse widersprochen.

Nachdem das Landgericht Ulm die Klage der Krankenkasse auf Rechnungskürzung abgelehnt hatte, wurde der Fall an das Bundessozialgericht verwiesen. Dieses stellte am 19.12.2017 fest, dass beatmungsfreie Intervalle im Rahmen des Weanings (von der nichtinvasiven Beatmung) nur zur Beatmungszeit hinzugerechnet werden dürfen, wenn von einer vorherigen Gewöhnung an die Beatmung auszugehen ist (Bundessozialgericht Urteil vom 19.12.2017, B 1 KR 18/17R). Das BSG argumentiert im Rahmen der Tatbestandserhebung, dass „nach dem allgemeinen Sprachgebrauch“ einer Entwöhnung immer eine Gewöhnung vorauszugehen habe. Der Fall wurde zur Prüfung, ob eine Gewöhnung an die Beatmung vorgelegen habe, an das Landessozialgericht Baden-Württemberg zurückverwiesen.

Dieses urteilte am 23.07.2019, dass die beatmungsfreien Intervalle nicht der Beatmungszeit hinzuzuzählen sind, da eine Gewöhnung an die Beatmung im vorliegenden Falle nicht nachgewiesen wurde (LSG Baden-Württemberg, Urteil vom 23.07.2019 – L 11 KR 717/18 ZVW). Als Beweis einer Gewöhnung fordert des LSG Baden-Württemberg u. a. den Nachweis einer Hypo- bzw. Atrophie des Zwerchfells.

## Stellungnahme von DGP und VPK zur Sequenz Gewöhnung–Entwöhnung im Weaning-Prozess

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird die Entwöhnung häufig mit einer vorausgegangen Gewöhnung in Zusammenhang gebracht, aber auch z. B. bei Behandlung von Abhängigkeiten verwendet. Letzterer Zusammenhang findet sich z. B. auch in der Rechtsprechung bei Suchterkrankungen wieder (VG Bayreuth, Urteil vom 04.07.2014 – 1 K 14.168). Der begrifflichen Fehleinschätzung im Sinne einer Kausalkette von einer „Gewöhnung hin zur Entwöhnung“ liegt zugrunde, dass hier fälschlich von einer Zustandsänderung ausgegangen wird, die sich biologisch bei der Entwöhnung von einer Abhängigkeit von z. B. Drogen ergibt. Bei der mechanischen Beatmung findet weder bei kontinuierlicher noch bei intermittierender Beatmung pathophysiologisch eine Gewöhnung im herkömmlichen Sinne statt, sondern eine akute Gasaustauschstörung und/oder Schwächung bzw. Überlastung der Atemmuskulatur stellen die initiale Indikation zur Beatmung dar. Diese so verursachte Beeinträchtigung führt zu einer akut einsetzenden Abhängigkeit von der lebenserhaltenden Beatmungsmaschine, die das Überleben in der respiratorischen Krise sichert – ohne Beatmung würde der Patient aufgrund seiner respiratorischen oder ventilatorischen Insuffizienz Schaden nehmen bzw. versterben. Die Dauer der Beatmungsnötigkeit ergibt sich durch die benannten pathophysiolo-



► **Abb. 1** Ventilatorische Insuffizienz.

gischen Veränderungen, jedoch nicht durch eine Gewöhnung an die Beatmung. Es besteht daher eine Abhängigkeit von einer Beatmung, ohne die der Erhalt des Lebens nicht möglich ist. Eine Gewöhnung liegt demgegenüber nicht vor.

Der Begriff „Abhängigkeit“ ist ebenfalls nicht im Sinne der psychischen oder körperlichen Abhängigkeit bei Suchterkrankungen zu verstehen, sondern in dem Sinne, dass zeitlich begrenzt oder dauerhaft der Betroffene nicht ohne den Ersatz der ausgefallenen Funktion leben kann (vergleichbar der Dialyse oder dem Kunstherz).

Der Begriff „Weaning“ von der Beatmung (deutsche Übersetzung „Entwöhnung“) beschreibt die Befreiung eines Patienten von der Beatmung (im englischen Schrifttum als „Liberation from mechanical ventilation bezeichnet“ [1]). Dieser Begriff hat sich international etabliert.

Eine Ausführung in diesem Sinne wurde in die Revision der S2k-Leitlinie „Prolongiertes Weaning“ unter Federführung der DGP aufgenommen und ist nach bereits erfolgter Verabschiedung durch insgesamt 17 deutsche medizinische Fachgesellschaften gerade auf der Website der Arbeitsgemeinschaft wissenschaftlich-medizinischer Fachgesellschaften publiziert worden ([www.awmf.org/leitlinien](http://www.awmf.org/leitlinien)).

### Statement 1

DGP und VPK lehnen den Begriff „Gewöhnung“ bei Beatmungspatienten ab und empfehlen entsprechend den nationalen und internationalen Leitlinien von der Abhängigkeit eines Patienten von der Beatmung zu sprechen.

## Stellungnahme von DGP und VPK zur Zwerchfell-Atrophie als alleinige Ursache einer Entwöhnung von der Beatmung

Eine Beatmung ist immer dann notwendig, wenn trotz aller sonstiger Maßnahmen wie medikamentöse Therapie und/oder Sauerstoffgabe der Gasaustausch nicht gesichert ist und eine schwere Schädigung bis zum Tod droht. Die Ursachen hierzu sind mannigfaltig und reichen von primär pulmonalen über akute kardiale bis hin zu neurologischen Erkrankungen. Letztlich besteht ein Ungleichgewicht zwischen Kapazität und Belastung

► **Tab. 1** Pathophysiologie und mögliche Ursachen der Atempumpeninsuffizienz [8].

Unmittelbarer Grund für unzureichende Spontanatmung	Pathophysiologischer Bereich	Mögliche Ursachen	Beispiel
Schwäche der Atempumpe	Atemzentrum	Ischämie, Infektion	Enzephalitis
	nervale Steuerung	Neuritis, Nervenschädigung	Zwerchfellparese, Querschnittlähmung, Guillain-Barré-Syndrom, CIP, ALS, Diabetes mellitus
	Atemmuskeln	Myositis, Muskeldystrophie, Muskelatrophie	CIM, VIDD, Myasthenie, M. Duchenne, Post-Polio-Syndrom, nach herz- und thoraxchirurgischem Eingriff
Überlastung der Atempumpe	Atemwege	Obstruktion, Überblähung, Rekurrensparese	COPD, Mucoviszidose
	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, Elektrolyt-imbalance, Nebenniereninsuffizienz, Metabolische Alkalose und Azidose	

Legende: 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.

des ventilatorischen und/oder gasaustauschenden Systems. Diese Insuffizienz zeigt die Überlastung der Atemmuskulatur an, wie in folgender ► **Abb. 1** dargestellt:

Erkennbar aus ► **Abb. 1** ist, dass sowohl eine erhöhte Last des ventilatorischen Systems als auch eine verminderte Kapazität der Atemmuskeln ursächlich für eine Dekompensation des Systems sein können. Regelmäßig kommt es dann zur Dekompensation des ventilatorischen Systems, wenn die Atemmuskeln dauerhaft 40% oder mehr ihrer maximalen Kraft einsetzen müssen [2–4]. Ob dieses Verhältnis durch eine verminderte Kapazität, eine vermehrte Last oder eine Kombination von beidem zustande kommt, spielt dabei keine Rolle. So lässt sich eine Schwäche der Atemmuskulatur eben auch nicht bei allen Weaning-Patienten nachweisen [5].

I. d. R. steht am Beginn einer akut einsetzenden Erkrankung (z. B. Pneumonie, Lungenödem, COPD, ARDS) zunächst die erhöhte Last bzw. ein erhöhter ventilatorischer Bedarf ursächlich im Vordergrund, die einer Unterstützung durch eine Beatmung bedürfen, um eine Dekompensation zu vermeiden. Es entsteht also eine Abhängigkeit von Beatmung, obwohl die Kapazität der Atemmuskeln primär nicht reduziert ist.

Wird eine Beatmung initiiert, tritt ein Ventilator-induzierter Atemmuskelschaden überwiegend nur bei vollentlastender kontrollierter Beatmung auf [6]. Dagegen scheinen teilentlastende

Beatmungsformen (z. B. Pressure Support Ventilation), wie sie üblicherweise auf unseren Intensivstationen zum Einsatz kommen, einen weniger nachteiligen Einfluss auf die Atemmuskulatur zu haben [7]. Trotzdem müssen auch diese Patienten von der Beatmung abtrainiert bzw. getrennt (im Sinne von „Liberation from mechanical ventilation“) werden, dies aufgrund der in ► **Abb. 1** dargestellten Diskrepanz von Last und Kapazität. Analog hierzu empfiehlt die aktuelle Leitlinie zum prolongierten Weaning sowohl Konzepte, um die atemmuskuläre Kraft zu verbessern, als auch Konzepte zur Verminderung der ventilatorischen Last [8].

### Was sind Ursachen für ein erschwertes Weaning?

Die aktuelle Revision der Leitlinie „Prolongiertes Weaning“ führt eine Reihe von Ursachen auf, die eine prolongierte Entwöhnung von der Beatmung verursachen können [8] (► **Tab. 1**):

Die Schwäche des Zwerchfells spielt hier durchaus eine Rolle, ist sicher aber nicht der ausschließliche Faktor für eine längere Abhängigkeit von einer Beatmung, nachdem die akute Krankheitsphase überwunden ist.

Auch für das einfache Weaning sind vornehmlich Komorbiditäten (v. a. Herzerkrankungen) die Hauptursachen für eine längere Phase des Weanings bzw. das Scheitern der Beendigung einer Beatmungstherapie. Die folgenden ► **Tab. 2** und

► **Tab. 2** Ursachen für Scheitern des einfachen Weanings [9].

- Verzögertes Aufwachen durch Akkumulation von sedierenden Medikamenten
- Fehlen eines täglichen Screenings auf das Vorliegen eines Entwöhnungspotenzials
- Exzessive ventilatorische Unterstützung

► **Tab. 3** Ursachen für eine Verlängerung des schwierigen Weanings [9].

- Akkumulation von Sedativa
- Flüssigkeitsüberladung des Körpers
- Linksherzinsuffizienz
- Atemmuskelschwäche
- Exzessive Atemarbeit (Sekret, Sepsis, Infektion)

► **Tab. 3**, modifiziert nach Perren et al. [9], stellen die Hauptursachen für das Scheitern eines Weanings nach dem ersten bzw. innerhalb von 3 Spontanatemversuchen dar:

Aus diesen beiden Tabellen wird klar ersichtlich, dass nicht nur eine Zwerchfell-Hypo- oder -Atrophie bzw. -Schwäche ursächlich für eine verlängerte Beatmungsdauer, ggf. mit mehreren, von Spontanatmung unterbrochenen Phasen ist.

## Statement 2

DGP und VPK empfehlen in jedem Fall eines Weanings, das diskontinuierlich mit Spontanatmungsphasen mit nachfolgender Wiederaufnahme der Beatmung durchgeführt wird, die zugrundeliegende Pathophysiologie klar zu benennen und die Notwendigkeit der neuerlichen Beatmung (z. B. Entwicklung einer bzw. Verschlechterung einer chronischen respiratorischen oder ventilatorischen Insuffizienz) klar zu dokumentieren. Gleiches gilt für die intermittierende Durchführung einer nichtinvasiven Akut-Beatmung.

## Diskussion der Methodik für die Messung der Zwerchfellfunktion im Weaning

Last und Kapazität eines Muskels sind prinzipiell technisch messbar. Hierzu benötigt man Drucksensoren, welche zwischen dem respiratorischen System (Lunge und Atemwege) und der Atemmuskulatur (Zwerchfell und Thoraxwand) liegen müssten. Dieser Raum entspricht dem Pleuraspalt und ist anatomisch nicht zugänglich, ohne das System zu verletzen. Alternativ hierfür kann der Druck mithilfe von Ösophaguskathetern innerhalb der Speiseröhre bestimmt werden, da er gut mit dem Pleuradruck korreliert. Diese Methode stellt den Goldstandard dar. Hierdurch ist es möglich, sowohl Last als auch Kapazität und damit die Atemarbeit zu bestimmen [10, 11]. Diese Methoden sind aber mitarbeitsabhängig und daher beim akut erkrankten intensivpflichtigen Patienten i. d. R. nicht durchführbar. Alter-

nativ kann dann eine externe Magnetstimulation der Zwerchfellnerven durchgeführt werden. Diese ist mitarbeitsunabhängig, aber technisch nur mit sehr hohem Aufwand durchzuführen. Zudem hat sie viele Kontraindikationen und wird vom Patienten häufig als schmerzhaft oder unangenehm empfunden [12].

Darüber hinaus sind auch mit diesen Messverfahren nur begrenzt allgemeingültige Aussagen anhand von Messwerten möglich, da diese krankheitsbezogen sehr unterschiedlich hinsichtlich der Prädiktion eines Weaning-Erfolges sind [3, 13].

## Statement 3

Die DGP empfiehlt keine routinemäßige Anwendung von Ösophaguskathetern sowie der magnetischen Phrenikusstimulation im Weaning.

Die **Zwerchfellsonografie** bietet Messmethoden zur Evaluation des sich kontrahierenden Zwerchfells. Zum Einsatz kommen zum einen die Bestimmung der Zwerchfellbeweglichkeit (Diaphragmatic Excursion, DE) mit dem Sektorschallkopf in antero-lateraler Position im M-Mode sowie die Zunahme der Zwerchfelldicke (Diaphragmatic Thickening Fraction, DTF) in lateraler Position mit dem Linearschallkopf im M-Mode.

Für die Zwerchfellbeweglichkeit werden in der Literatur Normwerte zwischen 1 und 4,7 cm angegeben [14, 15], für die Zunahme der Zwerchfelldicke gilt ein Prozentwert zwischen 20 und 36% als physiologisch [15]. Die enorme Spannweite der publizierten Normalwerte lässt bereits die Problematik dieser Methode erkennen. Auch wenn einzelne Arbeiten von einer guten Reproduzierbarkeit der Untersuchungen sprechen [16–18], zeigt sich, dass die Sensitivität und Spezifität bez. eines erfolgreichen Weaning-Outcomes in etwa nur bei 75% liegt [15].

V. a. die Beurteilung der Zwerchfellbeweglichkeit auf der linken Körperseite ist aufgrund des fehlenden Schallfensters häufig schwierig [18]. Es gibt keine normierten Winkelangaben zur Positionierung des Schallkopfes sowie zur Lage des Patientenoberkörpers (Flachlagerung vs. Oberkörper-Hochlagerung). Klar ist zudem, dass die Zwerchfellsonografie nur am spontan atmenden Patienten eine Aussagekraft hat [15], da eine passive, durch das Beatmungsgerät hervorgerufene Bewegung des Zwerchfells nicht die patienteneigene Zwerchfellfunktion widerspiegelt. Die bisher größte zur Zwerchfellsonografie publizierte Metaanalyse kommt daher zum Schluss, dass die Zunahme der Zwerchfelldicke ein moderater Prädiktor für das Weaning-Outcome ist, die Messung der Zwerchfellbeweglichkeit wird aufgrund einer fehlenden Genauigkeit nicht empfohlen [15]. Der schlechte prädiktive Wert der Zwerchfellsonografie liegt aber v. a. daran, dass hier gemäß ► **Abb. 1** lediglich die Kapazität, nicht aber die Last gemessen wird.

Dies bestätigt sich in einer aktuellen Studie [5], in der der gescheiterte SBT als Prädiktor des Weaning-/Extubations-Versagens herangezogen wurde. Zwar zeigten die Patienten – eines ebenfalls heterogenen Kollektivs – mit gescheitertem ersten SBT geringere Zwerchfelldicken, aber nicht als Folge einer Gewöhnung an die Beatmung. Vielmehr sei das Weaning-/Extubations-Versagen, wie die Autoren pathophysiologisch darlegen, multikausal bedingt. Zudem finden sich Hinweise, dass

auch eine Hypertrophie der Zwerchfellmuskulatur negativ assoziiert ist mit dem Weaning-Erfolg [19]. Wie die Autoren zurecht ausführen, ist die Zwerchfellsonografie nur eine indirekte Methode, die weder die physikalische Funktion des Zwerchfellmuskels noch den morphologischen Umbauprozess auf zellulärer Ebene beschreiben kann, der jedoch bestimmend für die Funktion ist. Die Ultraschalluntersuchung des Zwerchfells ist daher eine ergänzende und wichtige Methode, die im Kontext mit anderen Parametern klinische Informationen liefern kann, die aber für sich alleine genommen weder die Funktion der Atemmuskulatur noch eine Abhängigkeit von der Beatmung ausreichend genau beschreiben kann. Dies wird durch eine aktuelle Studie von Vivier et al. untermauert [20]. Wichtige und wesentliche Hinweise ergeben sich aus der Arbeit von Goligher et al. [19]. Hier zeigt sich zum einen, dass in einem erfahrenen Umfeld etwa 10% der Patienten nicht mittels Ultraschall untersucht werden konnten. In der Studie konnte weiterhin gezeigt werden, dass die Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Weanings reduziert war, wenn die Zwerchfelldicke um mehr als 10% abgenommen hatte. Dies war bei 41% der Patienten der Fall. In derselben Studie konnte aber auch gezeigt werden, dass die 24% der Kohorte, bei denen es zu einer **Zunahme der Zwerchfelldicke** unter der Beatmung kam, ein erhöhtes Risiko für eine längere Weaning-Dauer hatten. Dies überrascht nicht, da die letztgenannten Patienten der Gruppe entsprechen, bei der eine erhöhte Last und nicht eine verminderte Kapazität das Weaning-Versagen begründet.

Auch die aktuelle Version des Updates der Leitlinie „Prolongiertes Weaning“ gibt zum Einsatz der Sonografie zur Beurteilung der Zwerchfellfunktion aufgrund der uneinheitlichen Datenlage keine Stellungnahme ab [8].

#### Statement 4

Die Zwerchfellsonografie kann nach aktueller Datenlage eine Einschränkung der Zwerchfellfunktion im Weaning-Prozess nicht ausreichend sicher detektieren. Eine regelhafte Durchführung der Zwerchfellsonografie als Prädiktor eines Weaning-Erfolges wird daher aktuell nicht empfohlen.

Die Beatmung stellt zwar immer eine Maßnahme dar, die darauf abzielt, das Leben des Betroffenen zu erhalten, die Beatmung selber bringt aber auch Gefahren für den Patienten mit sich. Dies gilt in besonderem Maße für die invasive Beatmung, da hier das Aspirationsrisiko erhöht ist und die natürlichen Reinigungsmechanismen des Respirationstraktes (Husten, mukoziliäre Clearance) durchbrochen werden. Die Häufigkeit der hierdurch verursachten Ventilator-assoziierten Pneumonie (ventilator associated pneumonia, VAP) wird dabei auf 16,8 Ereignisse pro 1000 Beatmungstage [21] oder auf 3% pro Tag [22] geschätzt. Die hierdurch entstehende zusätzliche Mortalität liegt bei 10% [23, 24].

Von daher ist es notwendig, so früh wie möglich im Krankheitsverlauf tägliche Aufwachversuche [8, 25] und Spontanatemversuche [8, 26] durchzuführen.

Der Spontanatemversuch gibt dabei gleichzeitig Aufschluss darüber, ob weiterhin eine Abhängigkeit von der Beatmung

► **Tab. 4** Abbruchkriterien eines Spontanatemversuches im Weaning [27, 28].

Kriterium	Abbruchkriterium
Atemfrequenz (AF)	> 35/Minute
Rapid shallow breathing index (AF/Tidalvolumen)	> 105
pCO <sub>2</sub>	> 55 mmHg
pH	< 7,25
Blutdruck systolisch	> 180 oder < 90 mmHg
Herzfrequenz	> 140/Minute oder Anstieg um 20%
Agitation	Klinische relevante Zunahme im Rahmen des Spontanatemversuches
Diaphoresse	
Angst	
Luftnot	

besteht. Hierbei helfen die in ► **Tab. 4** aufgeführten Abbruchkriterien bei der Durchführung.

Der Spontanatemversuch kann weder Last noch Kapazität des respiratorischen Systems (► **Abb. 1**) messen, bewertet aber das dargestellte Gesamtkonstrukt und zeigt, inwiefern die Kapazität ausreicht, um die Last zu bewegen. Insbesondere gilt das für das einfache und schwierige Weaning. Hier wird auch in der aktuellen S3-Leitlinie „Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz“ [29] der routinemäßige Einsatz von Spontanatemversuchen zur Beurteilung der Entwöhnbarkeit empfohlen. Durch diese einfache Maßnahme konnte die Beatmungszeit signifikant verkürzt werden [30]. Selbst im prolongierten Weaning in einem deutschen Entwöhnungszentrum konnte anhand der Analyse von 867 Patienten gezeigt werden, dass die Dauer der ersten Spontanatmung der beste Prädiktor für die Entwöhnbarkeit der Patienten ist [31].

#### Statement 5

DGP und VPK empfehlen die Durchführung täglicher Aufwachversuche gepaart mit Spontanatemversuchen, da hierdurch die Mortalität gesenkt wird und die weitere Abhängigkeit vom Respirator überprüft und somit Beatmungszeiten verkürzt werden können.

### Nicht invasive und invasive Beatmung bei akuter respiratorischer oder ventilatorischer Insuffizienz

Insbesondere die Fortschritte der nichtinvasiven Beatmung im Rahmen der Intensivmedizin haben in den letzten 25 Jahren die Prognose vieler Patienten verbessert: Verzicht auf Narkotika, geringere Infektionsrate durch die Beatmungsmaske anstelle eines Endotrachealtubus und der Vorteil der intermit-

tierenden Beatmung mit Pausen bedeuten z. B. bei akuter Verschlechterung einer COPD mit Beatmungspflichtigkeit eine dramatische Senkung der Sterblichkeit. Somit ist bei vielen Krankheitsbildern die akute nichtinvasive Beatmung anstelle einer Intubation und Beatmung in Narkose „State of the Art“. So zeigen Daten für die NIV bei akut exazerbierter COPD mit respiratorischer Azidose, dass verglichen mit der invasiven Beatmung lediglich 12 Patienten mit einer nichtinvasiven Beatmung zusätzlich zur Standardtherapie behandelt werden müssen, um einen Todesfall zu verhindern (Number needed to Treat [NNT] = 12) [32]. Ähnliche Effekte sieht man bei den meisten hyperkapnischen Erkrankungen, die zu einer Beatmungsabhängigkeit führen [33–36], oder für die Phase nach Beendigung einer invasiven Beatmung [36–38]. Die NIV hat im Vergleich zur invasiven Beatmung dabei einen in etwa gleich hohen Ressourcenverbrauch [39, 40] und ist daher entsprechend der invasiven Beatmung als maschinelle Beatmung zu werten.

## Statement 6

DGP und VPK empfehlen bei gegebener Indikation und Durchführbarkeit die NIV der invasiven Beatmung vorzuziehen. Um keine Fehlanreize mit früher Intubation und der damit längeren Beatmungszeit und erhöhten Komplikationsrate zu setzen, ist die NIV wegen des gleichen Ressourcenverbrauchs der invasiven Beatmung im Vergütungssystem gleichzusetzen.

## Zusammenfassung

Die Feststellung des BSG und des LSG Baden-Württemberg, dass ein Weaning in der Beatmungsmedizin immer an eine Gewöhnung gebunden sein muss, beschreibt die medizinischen Zusammenhänge falsch. Vielmehr besteht eine akute Abhängigkeit von der Beatmung, sei es invasiv oder nichtinvasiv, von der aus medizinischer Sicht so schnell wie möglich eine Entwöhnung (Trennung=Liberation) stattfinden muss, um die Prognose des Patienten nicht zu verschlechtern. Dieser Prozess wird am besten durch (tägliche) Spontanatemversuche realisiert. Diese geben zusätzlich Aufschluss darüber, inwieweit eine weitere Abhängigkeit vom Beatmungsgerät im Sinne einer medizinisch notwendigen Beatmung besteht.

Die Zwerchfellsonografie kann lediglich eine verminderte Kapazität der Atemmuskulatur nachweisen und macht dies zudem mit einer zu geringen Genauigkeit. Sie erfasst damit einen Großteil der Weaning-Patienten nicht.

Eine Koppelung der Vergütung beatmungsfreier Intervalle im Weaning an den sonografischen Nachweis einer Zwerchfellatrophie geht von der pathophysiologisch nicht herleitbaren und damit falschen Annahme aus, hiermit eine Gewöhnung an eine Beatmung nachweisen zu können. Ein derartiges Vorgehen ruft Fehlsteuerungen in der Patientenselektion hervor. Außerdem negiert es eindeutig den aktuellen medizinischen evidenzbasierten Standard, dass es eine Gewöhnung an eine Beatmung nicht gibt; weder im einfachen, noch im schweren, noch im prolongierten „Weaning“.

## Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Girard TD, Alhazzani W, Kress JP et al. 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* 2017; 195: 120–133
- [2] Roussos CS, Macklem PT. Diaphragmatic fatigue in man. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1977; 43: 189–197
- [3] Purro A, Appendini L, De Gaetano A et al. Physiologic determinants of ventilator dependence in long-term mechanically ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1115–1123
- [4] Vassilakopoulos T, Zakynthinos S, Roussos C. Respiratory muscles and weaning failure. *Eur Respir J* 1996; 9: 2383–2400
- [5] Dres M, Dube BP, Mayaux J et al. Coexistence and Impact of Limb Muscle and Diaphragm Weakness at Time of Liberation from Mechanical Ventilation in Medical Intensive Care Unit Patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 195: 57–66
- [6] Levine S, Nguyen T, Taylor N et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med* 2008; 358: 1327–1335
- [7] Futier E, Constantin JM, Combaret L et al. Pressure support ventilation attenuates ventilator-induced protein modifications in the diaphragm. *Crit Care* 2008; 12: R116
- [8] Schonhofer B, Geiseler J, Dellweg D et al. S2k-Guideline “Prolonged Weaning”. *Pneumologie* 2015; 69: 595–607
- [9] Perren A, Brochard L. Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2013; 39: 1885–1895
- [10] Dellweg D, Barchfeld T, Haidl P et al. Tracheostomy decannulation: implication on respiratory mechanics. *Head Neck* 2007; 29: 1121–1127
- [11] Dellweg D, Haidl P, Siemon K et al. Impact of breathing pattern on work of breathing in healthy subjects and patients with COPD. *Respir Physiol Neurobiol* 2008; 161: 197–200
- [12] Supinski GS, Westgate P, Callahan LA. Correlation of maximal inspiratory pressure to transdiaphragmatic twitch pressure in intensive care unit patients. *Crit Care* 2016; 20: 77
- [13] Carlucci A, Ceriana P, Prilianakis G et al. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. *Crit Care* 2009; 13: R97
- [14] Dube BP, Dres M, Mayaux J et al. Ultrasound evaluation of diaphragm function in mechanically ventilated patients: comparison to phrenic stimulation and prognostic implications. *Thorax* 2017; 72: 811–818
- [15] Llamas-Alvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Perez J. Diaphragm and Lung Ultrasound to Predict Weaning Outcome: Systematic Review and Meta-Analysis. *Chest* 2017; 152: 1140–1150
- [16] Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. *Chest* 2009; 135: 391–400
- [17] Dhungana A, Khilnani G, Hadda V et al. Reproducibility of diaphragm thickness measurements by ultrasonography in patients on mechanical ventilation. *World J Crit Care Med* 2017; 6: 185–189
- [18] Kim WY, Suh HJ, Hong SB et al. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2011; 39: 2627–2630

- [19] Goligher EC, Dres M, Fan E et al. Mechanical Ventilation-induced Diaphragm Atrophy Strongly Impacts Clinical Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med* 2018; 197: 204–213
- [20] Vivier E, Muller M, Putegnat JB et al. Inability of Diaphragm Ultrasound to Predict Extubation Failure: A Multicenter Study. *Chest* 2019; 155: 1131–1139
- [21] Rosenthal VD, Maki DG, Mehta Y et al. International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary of 43 countries for 2007–2012. Device-associated module. *Am J Infect Control* 2014; 42: 942–956
- [22] Cook DJ, Walter SD, Cook RJ et al. Incidence of and risk factors for ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Ann Intern Med* 1998; 129: 433–440
- [23] Melsen WG, Rovers MM, Koeman M et al. Estimating the attributable mortality of ventilator-associated pneumonia from randomized prevention studies. *Crit Care Med* 2011; 39: 2736–2742
- [24] Nguile-Makao M, Zahar JR, Francais A et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: respective impact of main characteristics at ICU admission and VAP onset using conditional logistic regression and multi-state models. *Intensive Care Med* 2010; 36: 781–789
- [25] Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF et al. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2000; 342: 1471–1477
- [26] Esteban A, Frutos F, Tobin MJ et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med* 1995; 332: 345–350
- [27] Vitacca M, Vianello A, Colombo D et al. Comparison of two methods for weaning patients with chronic obstructive pulmonary disease requiring mechanical ventilation for more than 15 days. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 225–230
- [28] Boles JM, Bion J, Connors A et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007; 29: 1033–1056
- [29] Fichtner F, Moerer O, Laudi S et al. Mechanical Ventilation and Extracorporeal Membrane Oxygenation in Acute Respiratory Insufficiency. *Dtsch Arztebl Int* 2018; 115: 840–847
- [30] Chatburn RL, Deem S. Respiratory controversies in the critical care setting. Should weaning protocols be used with all patients who receive mechanical ventilation? *Respir Care* 2007; 52: 609–619; discussion 19–21
- [31] Barchfeld T, Dellweg D, Bockling S et al. Weaning from long-term mechanical ventilation: data of a single weaning center from 2007 to 2011. *Dtsch Med Wochenschr* 2014; 139: 527–533
- [32] Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV et al. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 7: CD004104
- [33] Antonelli M, Conti G, Rocco M et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998; 339: 429–435
- [34] Guerin C, Girard R, Chemorin C et al. Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. A prospective epidemiological survey from a single ICU. *Intensive Care Med* 1997; 23: 1024–1032
- [35] Hess DR. Noninvasive positive-pressure ventilation and ventilator-associated pneumonia. *Respir Care* 2005; 50: 924–929; discussion 9–31
- [36] Schonhofer B, Kuhlen R, Neumann P et al. Clinical practice guideline: non-invasive mechanical ventilation as treatment of acute respiratory failure. *Dtsch Arztebl Int* 2008; 105: 424–433
- [37] Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM et al. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 164–170
- [38] Ornicco SR, Lobo SM, Sanches HS et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome after acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *Crit Care* 2013; 17: R39
- [39] Kramer N, Meyer TJ, Meharg J et al. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 1799–1806
- [40] Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2000; 355: 1931–1935