

## Schnittstelle Tracheostoma – Wo Atmung, Wunden und Teilhabe aufeinandertreffen

**Wer heilt zuerst – die Haut  
oder die Lunge? Beatmen wir  
die Wunde mit?**

Ajdin Telalovic, B. A. / cand. MHBA

Bereichsleitung in operativem Management DEUTSCHE FACHPFLEGE  
Atmungstherapeut, Pädiatrischer Atmungstherapeut, Fachtherapeut  
für außerklinische Intensivpflege und Wachkoma

## Darlegung potentieller Interessenkonflikte

- Der Inhalt des folgenden Vortrages ist Ergebnis des Bemühens um größtmögliche Objektivität und Unabhängigkeit.
- Als Referent versichere ich, dass in Bezug auf den Inhalt des folgenden Vortrags **keine Interessenkonflikte** bestehen, die sich aus einem Beschäftigungsverhältnis, einer Beratertätigkeit oder Zuwendungen für Forschungsvorhaben, Vorträge oder andere Tätigkeiten ergeben.
- Ajdin Telalovic / DEUTSCHEFACHPFLEGE





# Inhalt

Vorstellung der Klientin

Restriktive Ventilationsstörung

Beatmungssituation und BGA

Leitlinie und Studienlage

Fazit und Ausblick

# Fallvorstellung

## Diagnosen:

- Prolongiertes Weaning Kat. 3cl
- Chronische ventilatorische Insuffizienz bei ausgeprägter rechtskonvexer Kyphoskoliose der BWS und Lungenemphysem
- Tracheotomie und PEG-Anlage
- Dysphagie
- Dekubitus Grad 4

## Ziele:

- Entwöhnung von der Beatmung
- Kostaufbau
- Wundheilung
- Mobilität





# Restriktive Lungenerkrankung

- Unter dem Begriff **restriktive Lungenerkrankung** wird eine Vielzahl verschiedener Krankheiten zusammengefasst, die sich in akute oder chronische Lungenfunktionsstörungen pulmonaler wie extrapulmonaler Genese unterteilen lassen.

Genese	Akute Erkrankungen	Chronische Erkrankungen
Pulmonal	Lungenödem Pneumonie	Sarkoidose Lungenfibrose Z. n. Lungenresektion
Extrapulmonal	Pleuraerguss Pneumothorax	Systemische Veränderungen und Erkrankungen <ul style="list-style-type: none"><li>Adipositas</li><li>Schwangerschaft</li><li>Aszites</li></ul> Erkrankungen des Bewegungsapparats <ul style="list-style-type: none"><li><b>Kyphoskoliose</b></li><li>Sternummalformationen</li><li>Neuromuskuläre Krankheit</li></ul>

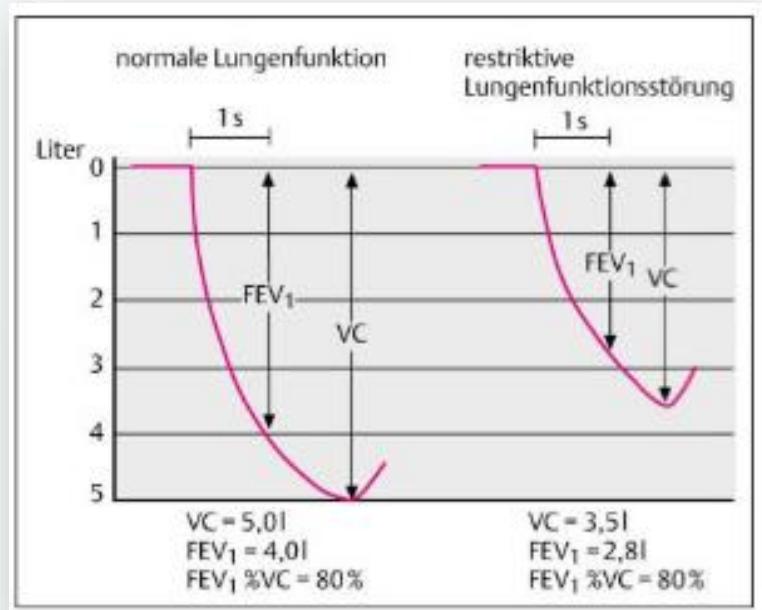
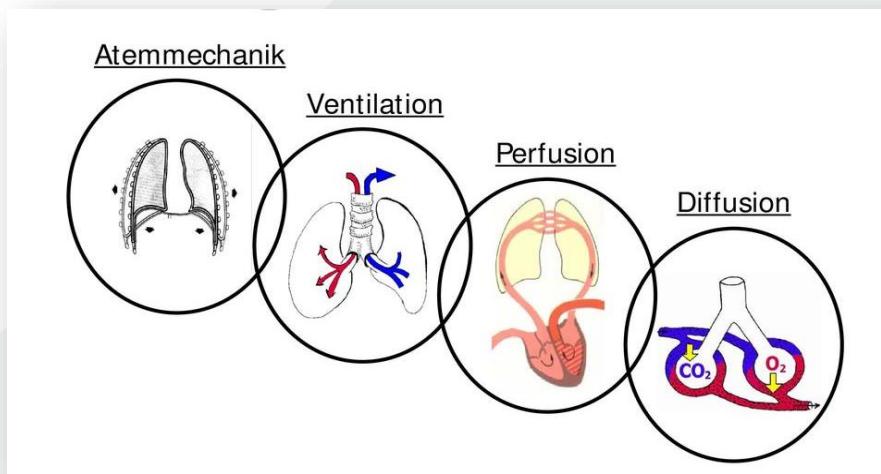
# Pathophysiologie

- Allen restriktiven Lungenerkrankungen gemeinsam sind Veränderungen der **Atemmechanik**.
- Die Lungenvolumina sind bei erhaltenem exspiratorischem Flow reduziert und die totale pulmonale **Compliance nimmt ab**.
- Aufgrund reduzierter Lungengencompliance können die Beatmungsdrücke während mechanischer Ventilation und Verwendung von PEEP deutlich erhöht sein, es besteht die Gefahr eines Barotraumas.
- **Chronisch extrapulmonal-restriktive Erkrankungen** - wie bei der akuten Form stehen die Störungen des Gasaustauschs durch Behinderung der Lungenausdehnung im Vordergrund.



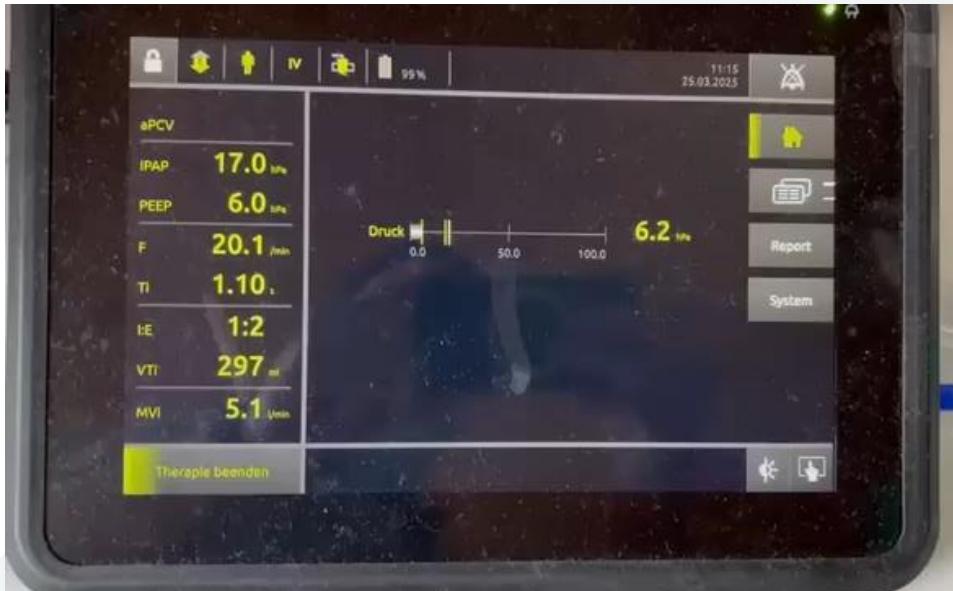
# Gasaustausch und Lungenmechanik

- Gasaustausch und Lungenmechanik** - der pulmonale Gasaustausch ist bei restriktiven Lungenerkrankungen unabhängig von der Genese durch eine **Verringerung aller Lungenvolumina** sowie eine **eingeschränkte statische Compliance** beeinträchtigt.



**Einsenkundenkapazität bei pulmonaler Restriktion**  
 Die relative Einsekundenkapazität  $FEV_1/VC$  in Abhängigkeit von der Vitalkapazität VC ist bei restriktiven Ventilationsstörungen in der Regel normwertig (80%).  
 Vitalkapazität (VC) und Einsekundenkapazität (FEV<sub>1</sub>) abgeflacht und vermindert.

# Beatmung – Ausgangssituation



## Beatmungsinfos

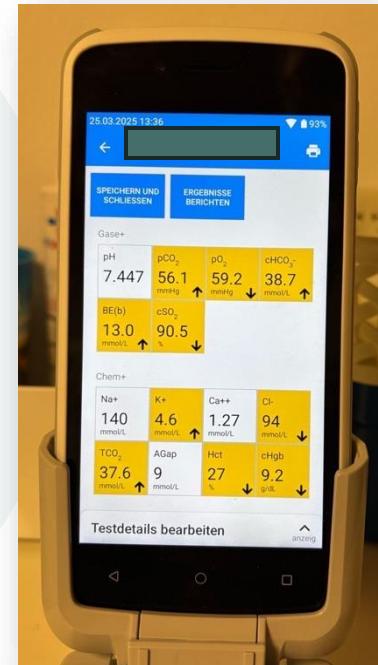
- Beatmungsmaschine: Luisa Löwenstein
- Beatmungsmodus: aPCV
- IPAP 17hPa
- PEEP 6hPa
- Af 14 /Min
- Ti 1,1s
- Anstieg 400ms
- Trigger 3
- Was erwarten wir in der BGA?

# Blutgasanalyse (BGA)

Schauen wir uns die Blutgasanalyse (BGA) im Detail an:

- pH 7.447 → im oberen Normbereich (leicht alkalisch)
- pCO<sub>2</sub> 56.1 mmHg → erhöht, spricht für eine Hypoventilation
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 38.7 mmol/L und BE +13 → deutlich erhöht, kompensatorisch metabolische Alkalose
- → **chronisch kompensierte respiratorische Azidose.**  
Bei chronisch erhöhtem pCO<sub>2</sub> (z. B. bei restriktiver Ventilationsstörung) hat die Niere HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> zurückgehalten, um den pH zu normalisieren.  
Daher trotz hohem CO<sub>2</sub> ein (nahezu) normaler pH.
- pO<sub>2</sub> 59.2 mmHg, sO<sub>2</sub> 90.5 % → **Hypoxämie** (unzureichende Oxygenierung, Shunt, (Sekret)Atelektasen, restriktive Lungenerkrankung typisch)
- Cl<sup>-</sup> erniedrigt (94 mmol/L) → typisch bei kompensatorischer metabolischer Alkalose (Bikarbonatretention geht mit Chloridverlust einher).
- Hkt 27 %, Hb 9.2 g/dL → **Anämie**, was die Oxygenierung zusätzlich verschlechtern kann.

25.03.2025



# Beatmungsoptimierung



Beatmungsmaschine: Luisa Löwenstein  
Beatmungsmodus: aPCV + SV

IPAP 20 – 25hPa

PEEP 4hPa

Af 14 /Min

Ti 1,4s

Anstieg 400ms

Trigger 3

Sicherheitsvolumen 400ml

Was haben wir optimiert?

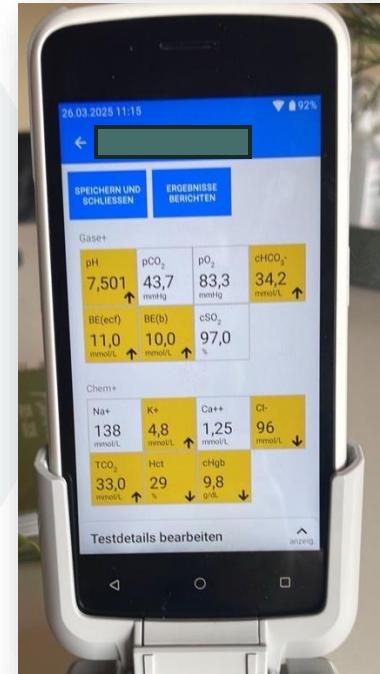
- PEEP reduziert, SV eingestellt, Tinsp verlängert
- Wieso belassen wir den Anstieg bei 400ms?

# Ergebnis der Umstellung

Schauen wir uns die Blutgasanalyse (BGA) im Detail an:

- pH 7.501 → Alkalose
- pCO<sub>2</sub> 43.7 mmHg → Normoventilation
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 34.2 mmol/L und BE +11.0 → weiterhin erhöht, metabolische Alkalose - *Niere sind langsamer*
- pO<sub>2</sub> 83,3 mmHg, sO<sub>2</sub> 97,0 % → ausreichende Oxygenierung, trotz niedrigerem PEEP und bei gleicher Sauerstoffgabe
- Hkt 29 %, Hb 9.8 g/dL → weiterhin Anämie
- Was schlagen Sie noch vor?

26.03.2025



## Sauerstoff ist mehr als $pO_2$ – die entscheidende Rolle des Hämoglobins

Die effektive O<sub>2</sub>-Versorgung des Gewebes hängt vor allem vom Sauerstoffgehalt des Blutes (CaO<sub>2</sub>) ab – also von Hämoglobin (cHgb), Sättigung (SaO<sub>2</sub>/SpO<sub>2</sub>) und dem gelösten O<sub>2</sub> (pO<sub>2</sub>).

Formel (in ml O<sub>2</sub> / dL Blut):  $CaO_2 = 1,34 \times Hb \text{ (g/dL)} \times SaO_2 + 0,0031 \times PaO_2$

Referenzwerte:

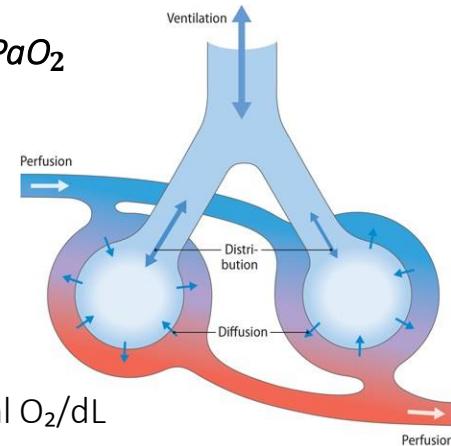
- CaO<sub>2</sub> normal  $\approx 17\text{--}20 \text{ ml O}_2/\text{dL Blut}$  (abhängig von Hb)

In unserem Fall:  $CaO_2 = 1,34 \times 9,2 \times 0,905 + 0,0031 \times 59,2$   
 $CaO_2 \approx 11,34 \text{ ml O}_2/\text{dL Blut}$

- Zum Vergleich (Normannahme Hb 15 g/dL, SaO<sub>2</sub> 97 %, PaO<sub>2</sub> 90 mmHg): CaO<sub>2</sub> 19,8  $\approx \text{ml O}_2/\text{dL}$

→ Die Patientin hat also nur  $\sim 57\%$  des typischen CaO<sub>2</sub> – trotz beatmeter Lunge.

Ohne Hämoglobin keine Heilung – Sauerstofftransport als Schlüssel für die Wundregeneration

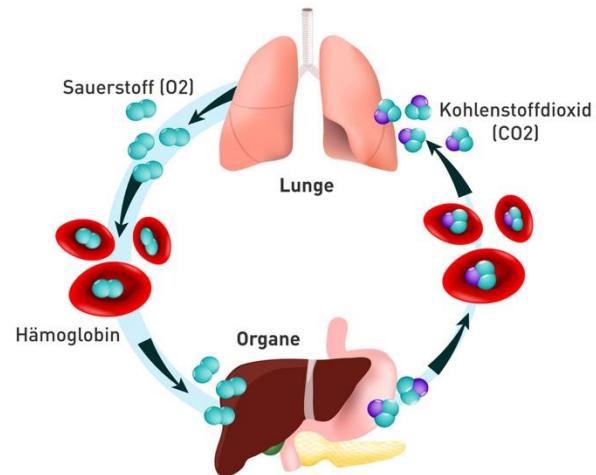


# Beatmen wir die Wunde mit?

- Was heißt das für Wundheilung?
- Wundheilung ist stark **oxygen-abhängig** (Kollagensynthese, Fibroblastenfunktion, bakterielle Abwehr).
- Niedriger CaO<sub>2</sub>** reduziert die O<sub>2</sub>-Zufuhr ins Gewebe selbst bei akzeptabler SpO<sub>2</sub> — weil weniger Transportmasse (Hb) vorhanden ist.
- Zusätzlich verschlechtert Anämie die Sauerstoff-Delivery (DO<sub>2</sub>), die sich berechnen lässt als:

$$DO_2(\text{ml/min}) = CaO_2(\text{ml/dL}) \times \text{Herzzeitvolumen (L/min)} \times \mathbf{10}$$

- Beispiel (angenommenes HZV 5 L/min):
- Patientin: DO<sub>2</sub> ≈  $11,34 \times 5 \times 10 = 567 \text{ ml/min}$
- Normal: DO<sub>2</sub> ≈  $19,8 \times 5 \times 10 = 989 \text{ ml/min}$   
→ deutlich verringerte O<sub>2</sub>-Zufuhr pro Minute.





# Was sagt die Leitlinie?

Studie	Studiendesign	Fallzahl [n]	Patienten Kohorte	Maskentherapie	Outcome
(P. Leger et al., 1994)	Retrospektiv 5 Jahre Monozentrisch	276	n=105 Kyphoskoliose n=80 Post-Tuberkulose n=16 M. Duchenne n=50 COPD n=25 Bronchiektasen	Nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV)	Die günstigsten Effekte wurden bei Patienten mit Kyphoskoliose und post-Tuberkulose erzielt ( $\text{PaO}_2$ und $\text{PaCO}_2$ Verbesserungen) sowie einer <b>Reduktion der Hospitalisierungstage</b>
(Ellis et al., 1988)	Prospektiv, nicht randomisiert, nicht kontrolliert, Follow UP 3 Monate	7	Kyphoskoliose	Bilevel NIPPV (n=5) NCPAP (n=2)	3 Monate nach Therapie Einleitung mit NIPPV/CPAP bei Kyphoskoliose mit Tageshyperkapnie zeigen sich <b>Verbesserungen der Schlafarchitektur, des Tagesgas austausches, der Lungenfunktion (FVC) und der Atemmuskularkraft</b>
(Nauffal et al., 2002a)	Prospektiv, nicht randomisiert, nicht kontrolliert, Follow UP: 3,6,9,12, 18 Monate	62	n=35 Kyphoskoliose, n=27 Neuromuskuläre Erkrankungen	Noninvasive positive-pressure home ventilation (NIPPHV)	NIPPHV verbessert den Tagesgas austausch, die Dyspnoe, die Lebensqualität bei Patienten mit Kyphoskoliose und das auch besser als bei Patienten mit NME. Diese Verbesserung persistiert über die Zeit hinweg bis zu 18 Monate. <b>Sowohl bei Kyphoskoliose als auch bei NME kommt es unter NIPPHV zu einer Reduktion der Hospitalisierungsrate</b>
(Buyse et al., 2003)	Retrospektiv LTOT vs. LTOT+nNIPPV	33	Kyphoskoliose n=15 LTOT n=18 LTOT + NIPPV	Nasal Noninvasive positive-pressure home ventilation (nNIPPHV)	NNIPPHV + LTOT resultiert in günstigerem Überleben und Verbesserung des Gas austausches und der Lungenfunktion als eine alleinige LTOT Therapie
(Budweiser et al., 2007a)	Retrospektiv NIPPV	77	n=50 Kyphoskoliose n=12 post Tuberkulose n=5 post Polio Syndrom n=19 andere	Noninvasive positive-pressure home ventilation (NIPPHV)	NIPPHV verbessert den Tages Gas austausch, Lungen und Atemmuskelfunktion Base excess, Hb und vor allem nächtlicher $\text{PaCO}_2$ sind relevante prognostische Faktoren für das Überleben von Patienten mit thorakorestriktiven Ventilationsstörungen unter NIPPHV
(Doménech-Clar et al., 2003)	Prospektiv, nicht randomisiert, nicht kontrolliert, Follow UP: 3,6,9,12, 18 Monate	45	n=27 Kyphoskoliose n=18 Neuromuskuläre Erkrankungen	Noninvasive positive-pressure home ventilation (NIPPHV)	NIPPHV steigert die Lebensqualität sowohl bei Patienten mit Thoraxwanddeformitäten als auch bei Patienten mit NME und senkt die Hospitalisierungsrate

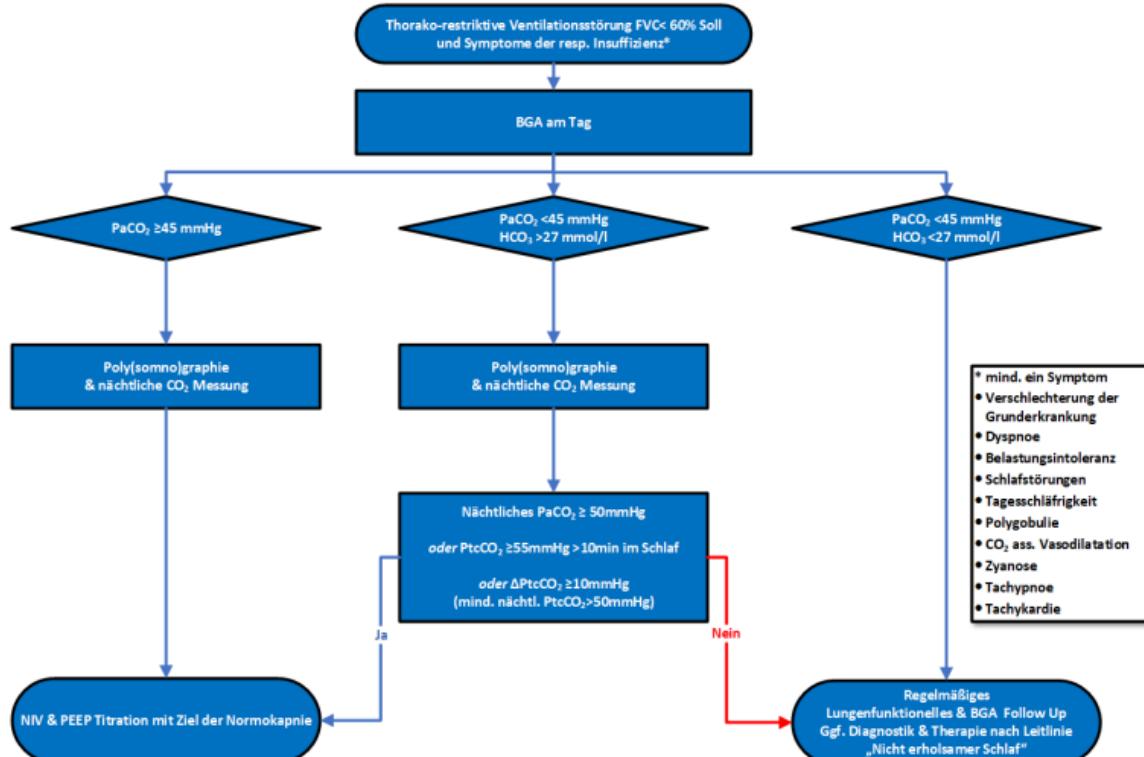


S3 Leitlinie: Nichtinvasive Beatmung

als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz

- In den meisten Studien wurden 39 innerhalb der Kohorte von **Patienten mit restriktiven Erkrankungen vor allem Patienten mit Kyphoskoliose betrachtet**. Hier konnten **positive Effekte** einer NIV Therapie auf den nächtlichen sowie den Gasaustausch am Tage, die Lungen- und Atemmuskelfunktion, die Schlaf- und Lebensqualität sowie die Hospitalisierungsrate über einige Monate bis Jahre hinweg nachgewiesen werden.

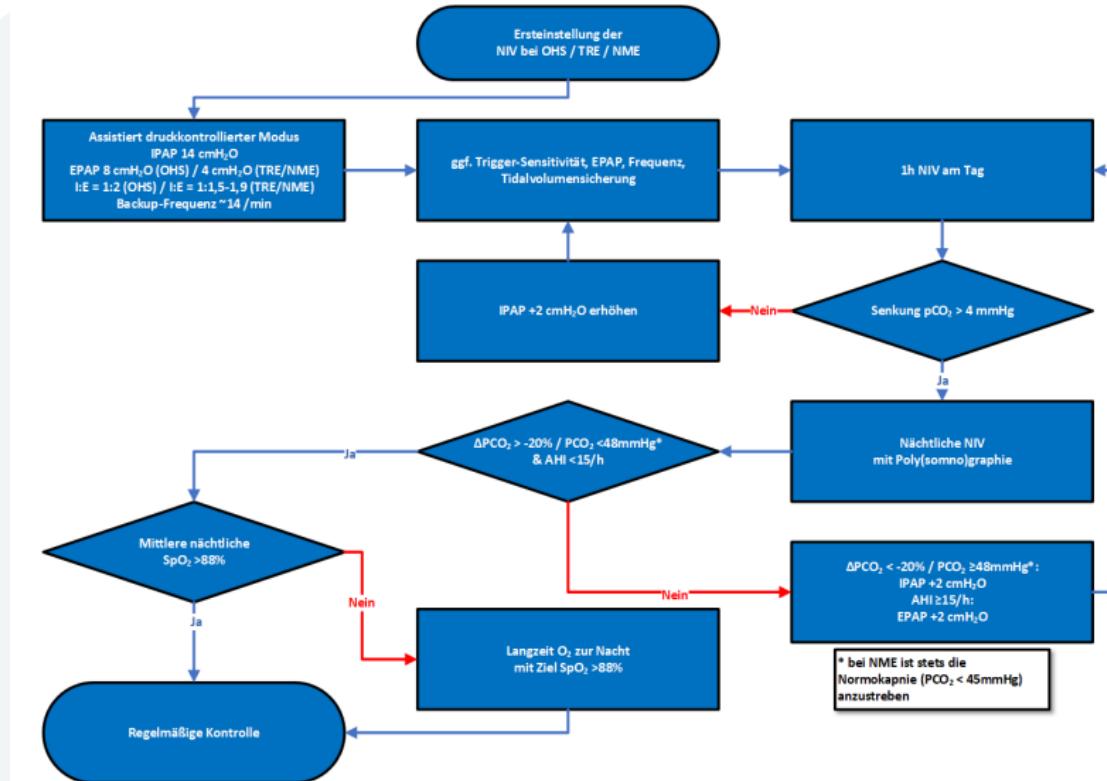
# NIV-Workflow bei thorakal-restriktiven Erkrankungen



Vgl. Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V.. S3 Leitlinie: Nichtinvasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. Version V1.3; 17.07.2024;  
<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/020-008>; Zugriff am: 22.10.2025

# Therapieeinleitung

- NIV-Therapieeinleitung bei thorakal-restriktiven Erkrankungen (TRE), neuromuskulären Erkrankungen (NME) und Obesitas Hypoventilationssyndrom (OHS); für die CPAP Therapie Titration bei OHS wird auf das entsprechende Kapitel verwiesen.



# Fazit und Danksagung

Heilung beginnt nicht in der Haut oder der Lunge, sondern in der Zusammenarbeit

## Danksagung

Danke an: Pflege, Atmungstherapie, Physio-, Ergo-, Logopädie, Wund- & Ernährungsmanagementteam, Ärzt\*innen, QM und alle weiteren beteiligten

Besonderer Dank an **Frau W.** und Angehörige  
Gelebte Interdisziplinarität ist Kern außerklinischer Intensivpflege



WEIL  
PFLEGE  
SO  
VIEL  
MEHR  
IST.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Ajdin Telalovic

+49 151 70510180  
[telalovic@deutschefachpflege.de](mailto:telalovic@deutschefachpflege.de)

**DEUTSCHEFACHPFLEGE**  
Heidestraße 13  
32051 Herford

