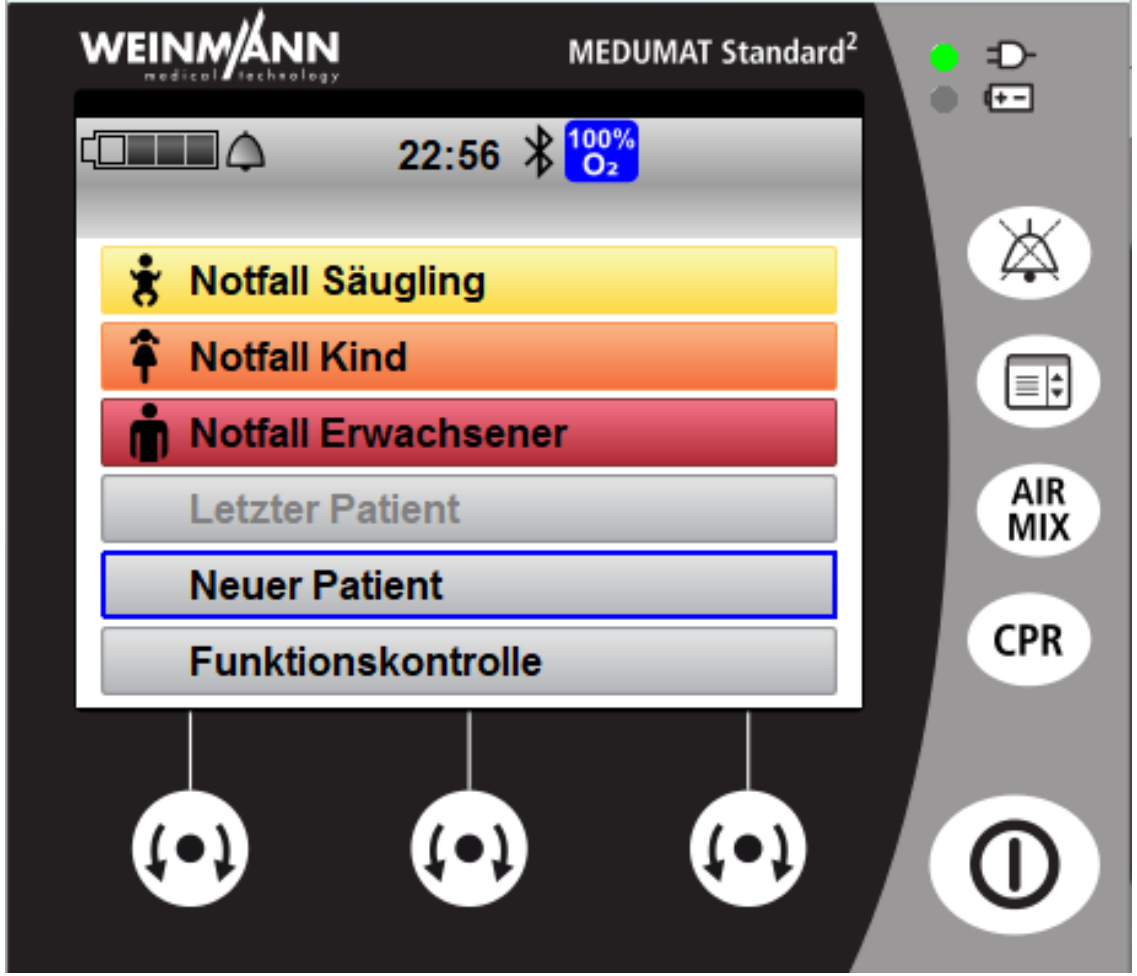
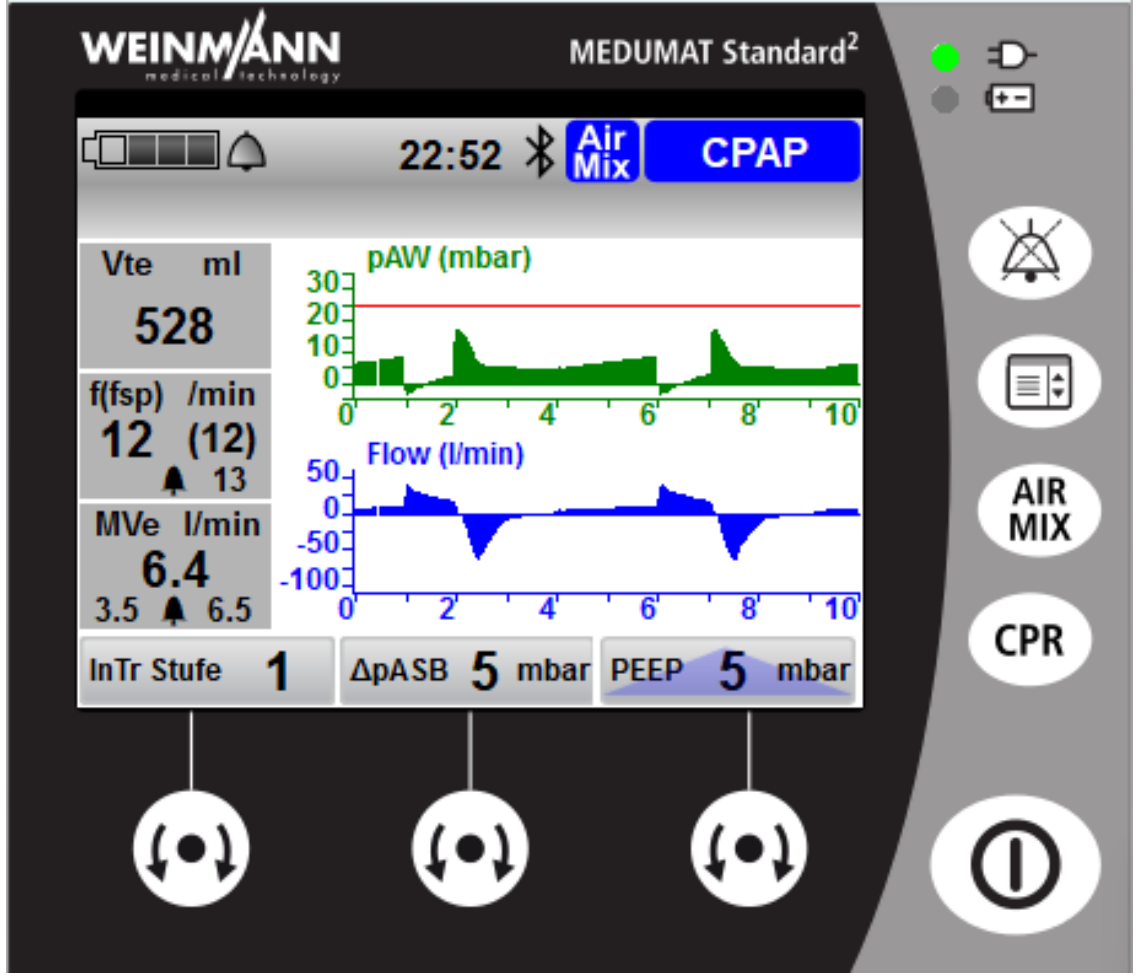
Version 3.1





präklinische nichtinvasive Ventilation (NIV)

nicht-invasive Beatmung leicht gemacht

mit dem MEDUMAT Standard²

[S2k Leitlinie NIV]

Indikation

schwerwiegende Störung des pulmonalen Gasaustausches mit schwerer **Dyspnoe** trotz Sauerstoffgabe (SpO_2 <90%, typischerweise Einsatz Atemhilfsmuskulatur, Atemfrequenz > 25/min) bei wachem (GCS > 12), spontan atmenden, kooperativen Patienten mit stabilen Kreislaufverhältnissen (hämodynamische Stabilität)

akute respiratorische Insuffizienz (ARI)

- **hyperkapnische respiratorische Insuffizienz: Ventilationsstörung**
  - akute Exazerbation der COPD (AECOPD)
  - akute Exazerbation von Asthma bronchiale

    } Exazerbation obstruktiver Atemwegserkrankungen
  - Versagen Atemmuskulatur / Myasthene Krise / Palliation

- **hypoxämische respiratorische Insuffizienz: Oxygenierungsstörung**
  - akutes kardiogenes Lungenödem [v.a. Sympathetic Crashing Acute Pulmonary Edema SCAPE] [teils auch nonkardiogen]
  - Kohlenmonoxidvergiftung
  - Pneumonie
  - Ertrinkungsunfall
  - COVID-19

Die DGK-Leitlinie Lungenembolie empfiehlt NIV nicht / nur in Ausnahmefällen.

- Präoxygenierung Delayed Sequence Induction/Intubation (DSI)

Der Medumat Standard[2] verfügt auch über einen eigenen RSI-Modus zur Präoxygenierung (≠PEEP)

- Weaningstrategie, Schlafapnoe (notfallmedizinisch irrelevant)

per se altersunabhängig möglich, stark compliance abhängig auch bei Säuglingen/Kleinkindern, NIV Kinder nur auf Intensivstation [S2k NIV]

Tabelle: [S2K Leitlinie NIV] (erweitert)

Kontraindikationen für die NIV	
Absolute Kontraindikationen	**Relative Kontraindikationen**
fehlende Spontanatmung, Schnappatmung	hyperkapnisch bedingtes Koma
fixierte oder funktionelle Verlegung der Atemwege / Aspirationsgefahr (≠Schutzreflexe)	massive Agitation / Incompliance
gastrointestinale Blutung oder Ileus	massiver Sekretverhalt trotz Bronchoskopie bzw. nichtinvasivem Sekretmanagement
nicht-hyperkapnisch bedingtes Koma / GCS ≤ 12	schwergradige Hypoxämie* oder Azidose (pH<7,1)
Abbruch NIV: ▪ SaO_2 <75% ▪ Anstieg $etCO_2$ ▪ schlechte Compliance ▪ Bewußtseinstrübung ▪ Übelkeit / Erbrechen	hämodynamische Instabilität (kardiogener Schock, Myokardinfarkt) Instabilität! Infarkt profitiert per se sogar besonders [1][2] DGK: erwäge NIV bei akuter Herzinsuffizienz (AHF) / kardiogenem Schock in/nach der Schwangerschaft [3]
	anatomische u/o subjektive Interface-Inkompatibilität / Gesichtsverletzung
	Z.n. oberer gastrointestinaler OP
Bartträger: de facto Maske nicht dicht zu bekommen	nicht entlasteter Pneumothorax
* SpO_2 <75% trotz Sauerstoffgabe	erhöhter ICP / cerebrale Perfusionsstörung

Effekt

- „Schienung der Atemwege“
- Steigerung funktionelle Residualkapazität
  (Luft wird in der Lunge gehalten)
- Stabilisierung Alveolen
- alveolare Rekrutierung / Wiedereröffnung Atelektasen
  → Vergrößerung Diffusionsfläche
  → Steigerung Volumenleitfähigkeit (Clearance/Sekretabtransport)
- Reduktion Shuntvolumen
- verbesserte Perfusion
- verbesserte Oxygenierung

NIV-Setting

Bild: Weinmann [1]

1. **Maske**
2. **Tubusverlängerung** („Gänsegurgel“)
3. **Filter** (bevorzugt HEPA, optional HME)
4. **Messküvette** $etCO_2$ nach Filter zum Verhindern Beschlagen,[vgl. [2]] via C3, wenn das Gerät nicht über integrierte $etCO_2$-Messung verfügt (Bayern nicht Standard)

Hier einsetzen

5. **Beatmungsgerät**

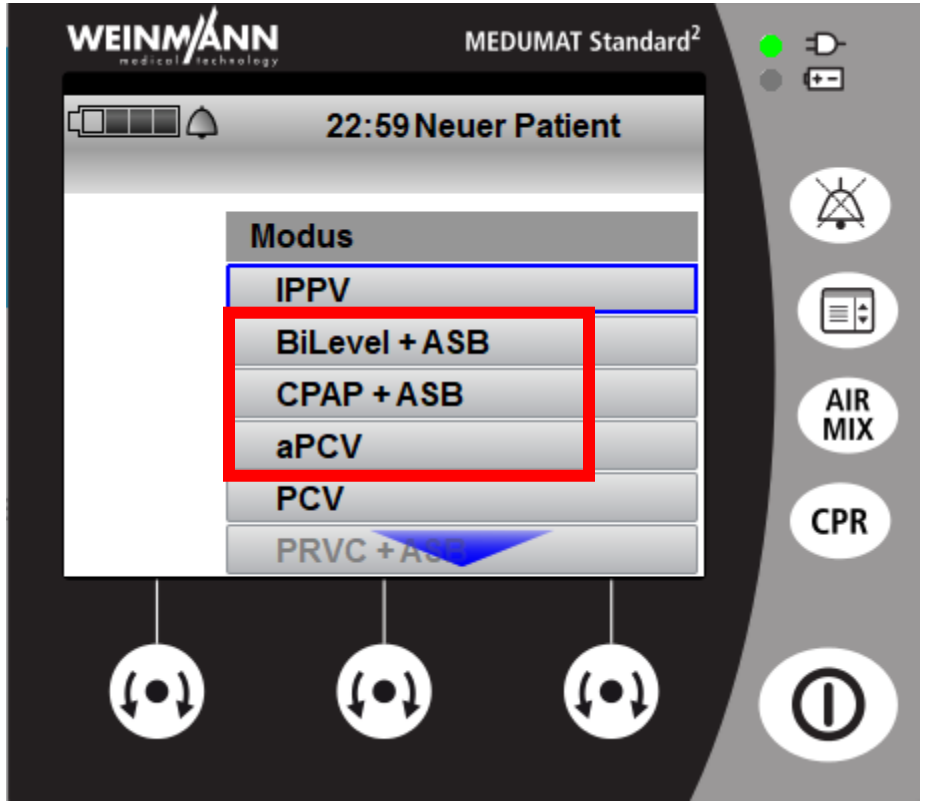
Bild: Weinmann [2]

verfügbare NIV-Modi

- **CPAP**

  für CPAP ohne ASB: CPAP + ASB auswählen und ΔpASB = 0 einstellen

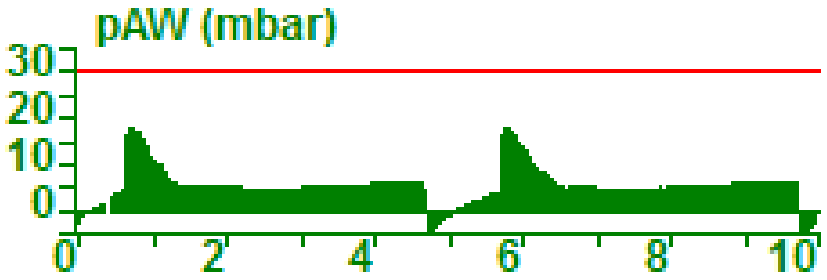
- **CPAP + ASB**
- **BiLevel + ASB**
- **aPCV**



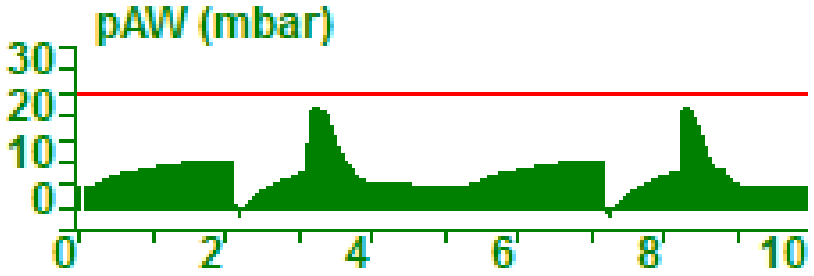
Modi Darstellung pAW-Kurve

invasiv

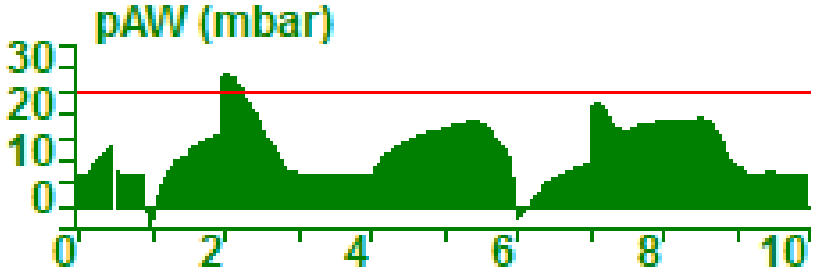
CPAP



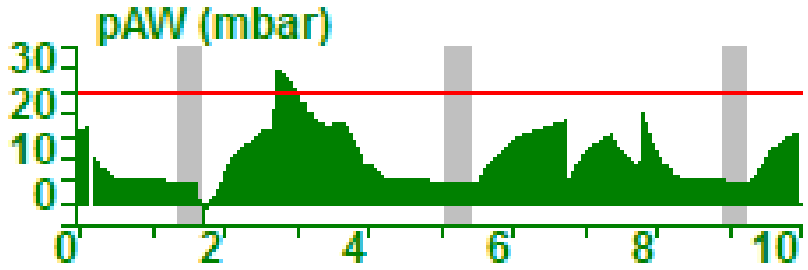
CPAP + ASB



BiLevel + ASB

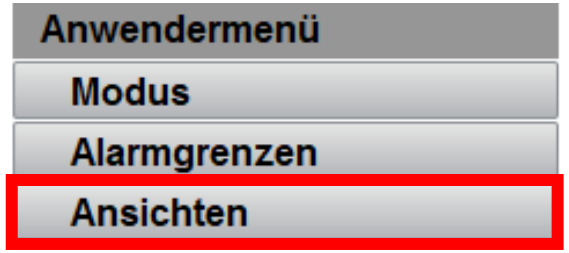


aPCV



pAW: Atemwegsdruck (Airway Pressure)

Kurve darstellbar über



Einstellungen vornehmen, Beatmung starten, Patienten die Maske unter bereits *laufendem* Beatmungsgerät zunächst vorhalten, erst nach adäquatem Komfort fixieren / Patient i.d.R. Todesangst! Permanente Begleitung & Erläuterung ⚠

spontane NIV-Beatmungsmodi

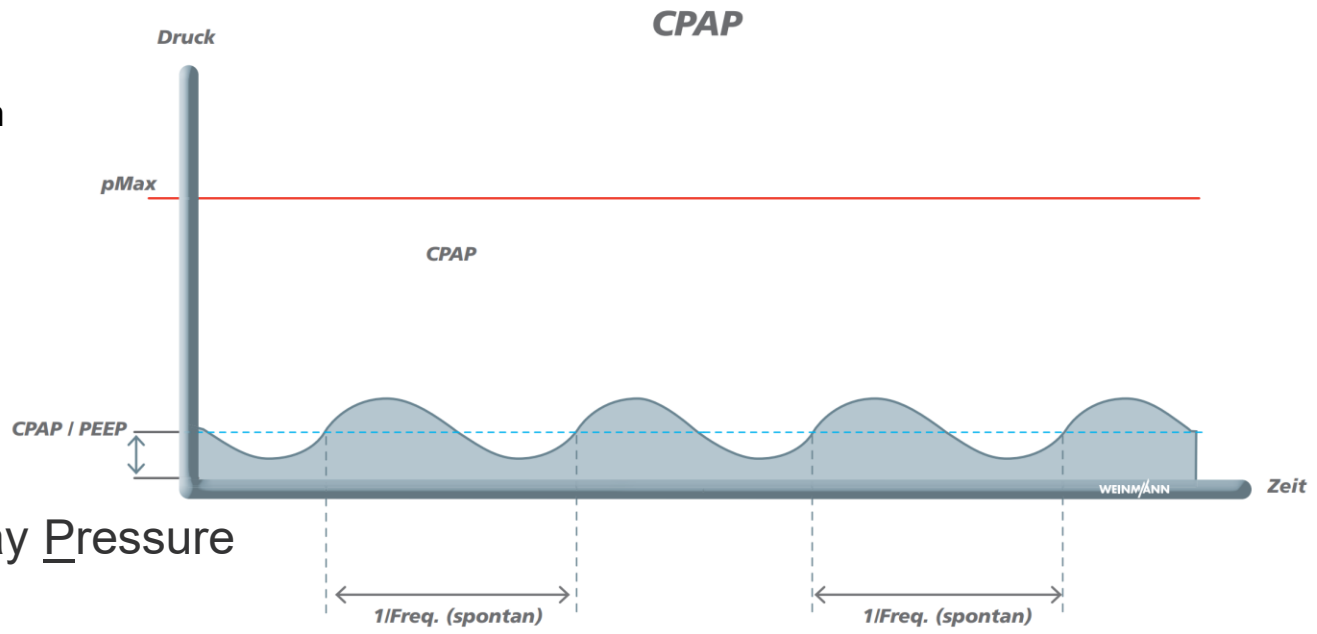
kontinuierlich positiver Inspirationsflow unabhängig von der Eigenatmung

Patient atmet eigenständig auf CPAP/ PEEP-Niveau

„PEEP ohne Tubus“

reines CPAP z.B. bei Lungenödem / Kohlenmonoxidintoxikation

CPAP

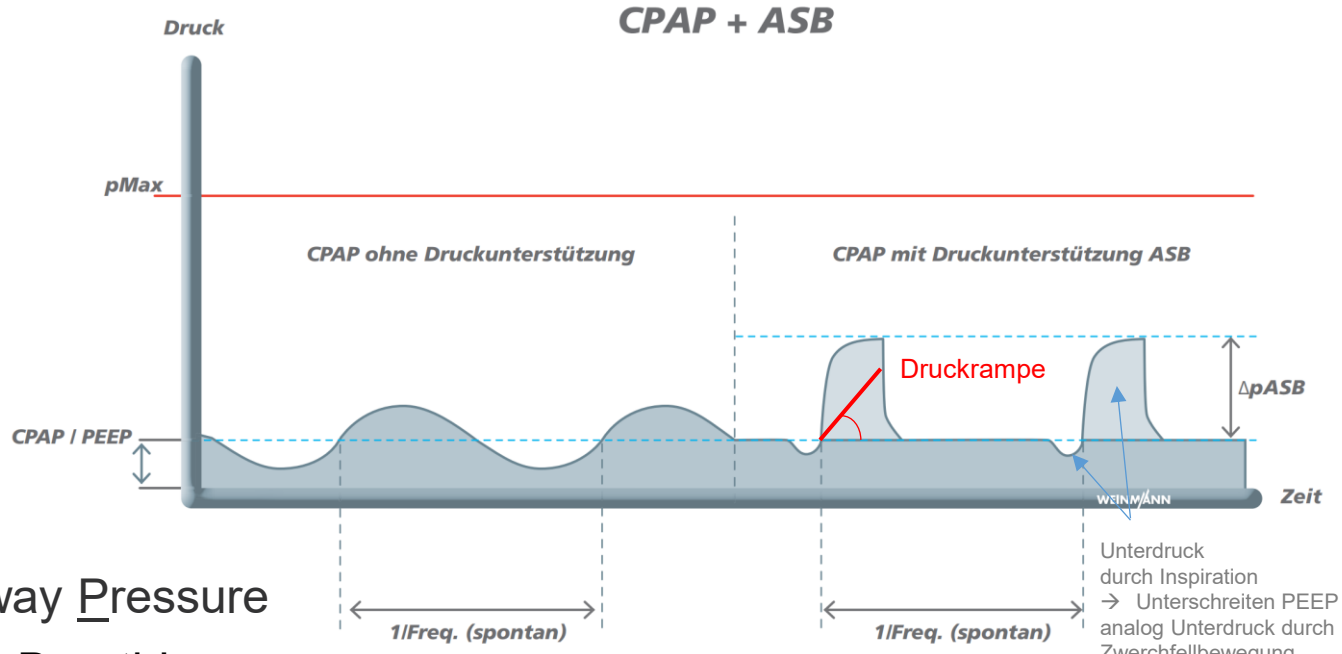


Continuous Positive Airway Pressure

CPAP + ASB ist die Eskalationsstufe von CPAP; bei COPD/Asthma tendenziell direkt inkl. ASB beginnen

ASB: Gerät erkennt einen Einatemversuch des Patienten und gibt synchron dazu Druckunterstützung

CPAP + ASB



Continuous Positive Airway Pressure

+ Assisted Spontaneous Breathing

Grafiken: weinmann-emergency.com

druckkontrollierte NIV-Modi

Regelgröße: pInsp
wird konstant festgesetzt

Druck in der Lunge konstant

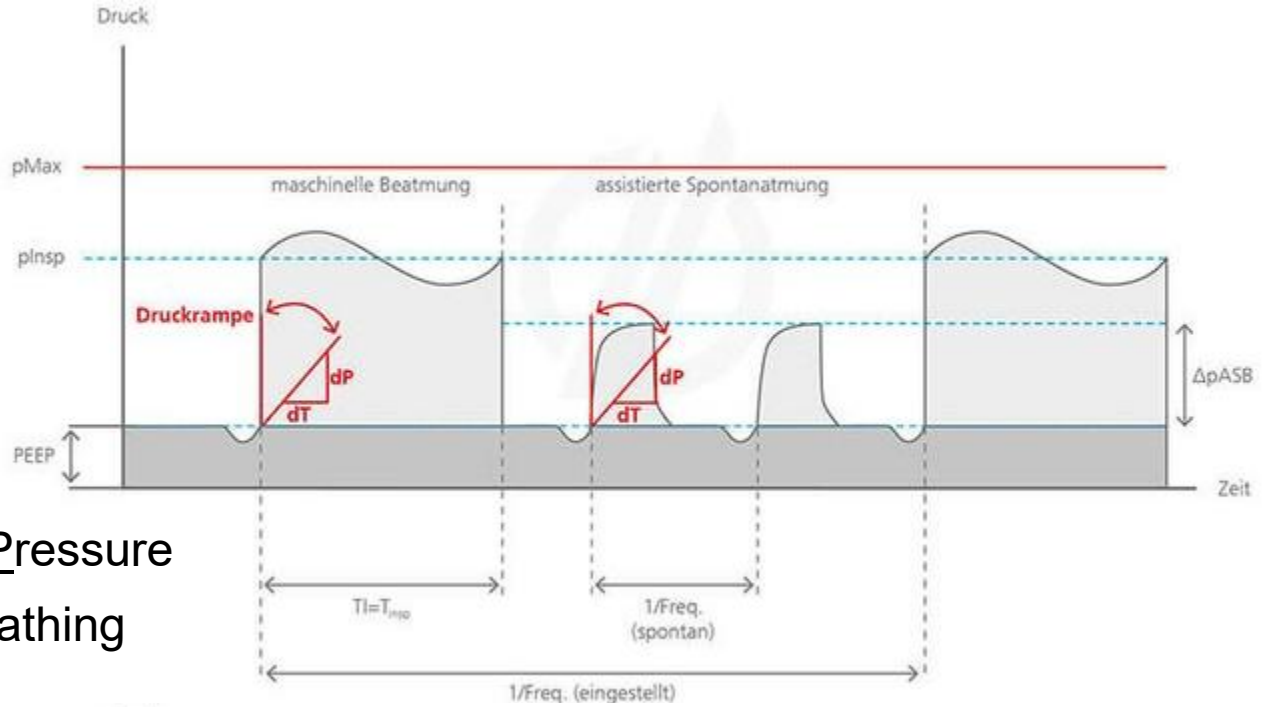
Volumen variiert

Tidalvolumen abhängig von
- pInsp
- Differenz pInsp und PEEP
- Compliance
- Resistance

⇨ Spitzendrücke und somit beatmungsassoziierte Lungenschädigungen werden vermieden

BiLevel ist die Eskalationsstufe von CPAP+ASB

BiLevel + ASB

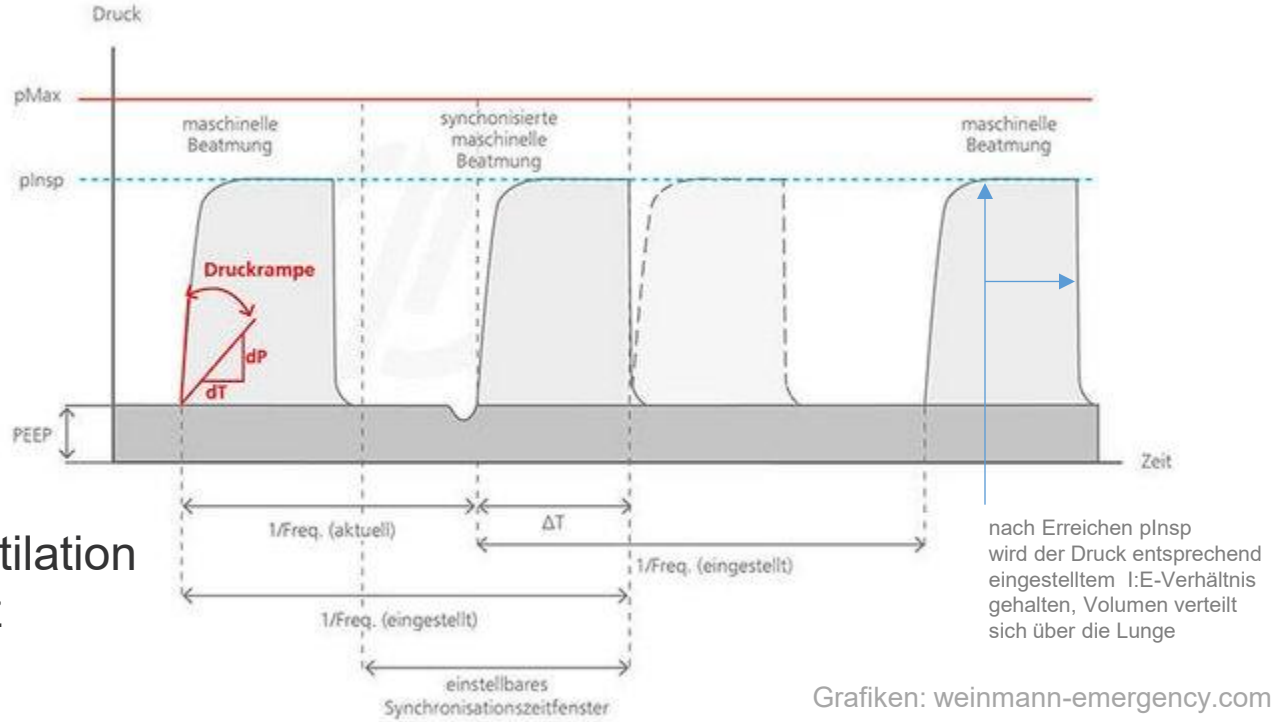


Bisphasic Positive Airway Pressure

Assisted Spontaneous Breathing

aPCV ist der Modus für schwere respiratorische Insuffizienz „Patient atmet kaum noch spontan“

aPCV



assisted Pressure Control Ventilation
→ vorgegebene Atemfrequenz
→ feste Druckniveaus

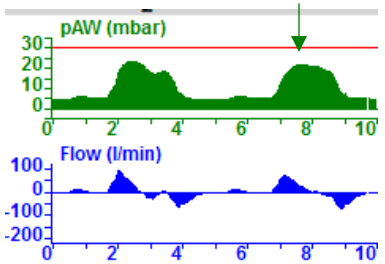
Grafiken: weinmann-emergency.com

optionale NIV-Modi

druckkontrollierter Modus

PCV

druckkontrolliert:
pAW wird durch Pinsp
und PEEP vorgegeben,
Volumen wird angepasst

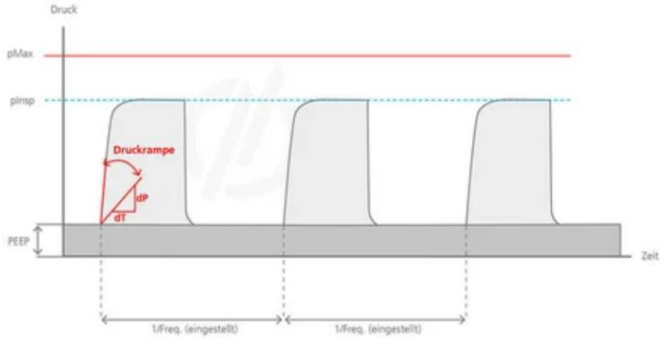


Pressure **C**ontrol **V**entilation
→ vorgegebene Atemfrequenz
→ feste Druckniveaus

Weinmann empfiehlt PCV zur NIV-Beatmung [1], der Modus kann grundsätzlich mit und ohne Spontanatmung verwendet werden.

jedoch: “In contrast to PCV mode, PSV mode was significantly associated with NIV success in the intensive care unit setting, particularly when large leaks were not a major concern.” [2] ⇨ CPAP + ASB vor PCV

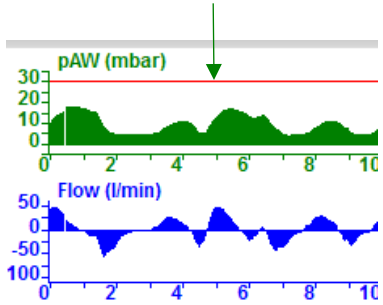
aPCV ist für schwere respiratorische Insuffizienz mit kaum noch vorhandener Spontanatmung vorgesehen. Unter dieser Prämisse sollte n.A.d.V. nicht auf “assisted” verzichtet werden und PCV für die kontrollierte Beatmung bei fehlender Spontanatmung vorbehalten werden, zumal im präklinischen Primäreinsatz-Setting ohne die Überwachungsoptionen einer Intensivstation.



hybrider Modus
druckkontrolliert volumenkontrolliert

PRVC + ASB

pAW wird angepasst



Pressure **R**egulated **V**olume **C**ontrol
hybride, mit ASB kombinierbare Beatmung
druckkontrollierter Modus mit Volumengarantie
(konstantes Zielvolumen)
⇨ konstantes CO_2, konstanter pH

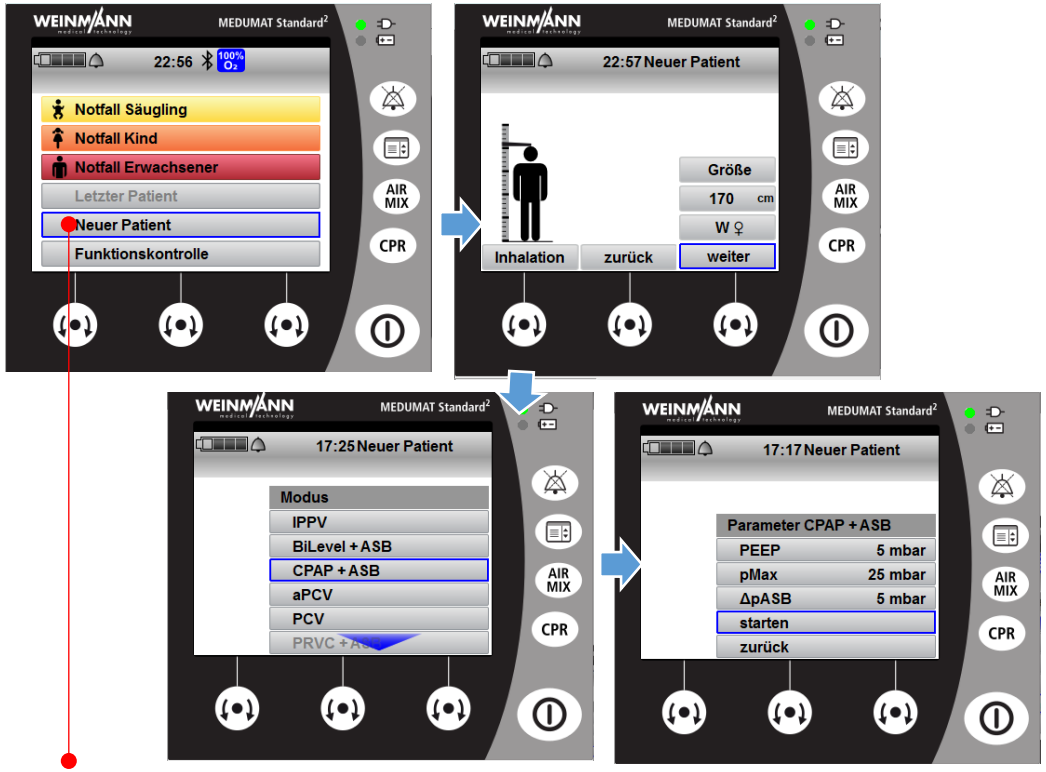
Weinmann empfiehlt PRVC + ASB 01/2026 zur NIV-Beatmung [3]

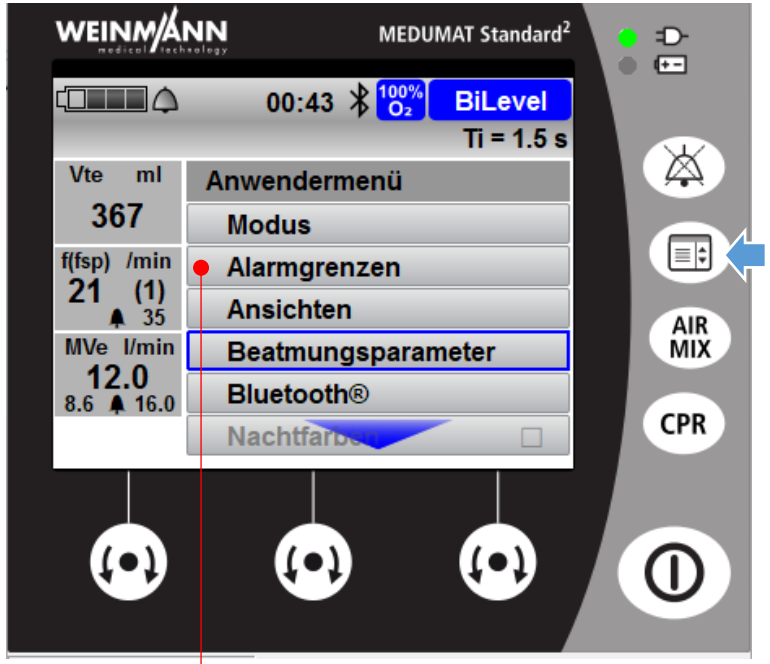
Das Gerät stellt einen Druck ein, misst das abgegebene Tidalvolumen. Das Druckniveau wird auf Basis der Messung bei jedem Beatmungshub “breath-by-breath” alteriert, um das Ziel-Tidal-Volumen mit einem niedrigst möglichen inspiratorischem Druck zu erreichen.
Der Flow wird über das Druckniveau automatisch angepasst (“dezelerierter Flow”).
ASB ist optional zu- oder abwählbar.

Die korrekte Justierung unterliegt Fehlergefahr, Artefakte beim Patiententransport können die Messungen stören, eher für Langzeitbeatmung geeignet, Priorität muss ein rascher Abtransport haben (→ typische Fehler). Andere NIV-Modi sind rasch und einfach einstellbar.

“PRVC is “typically” a set it and forgets it type of mode, which can be dangerous. We do not believe that PRVC should be the initial mode upon initiation of mechanical ventilation, as respiratory drive can be variable which can lead to assynchrony. In high respiratory drive states the adaptive targeting scheme in PRVC can lead to decreased Pvent and subsequent increased Pmusc, contributing to an overall increase in work of breathing. We recommend that PRVC should be set in patients who have stable respiratory drives.” [4]

Gerätestart und Einstellung Alarmgrenzen

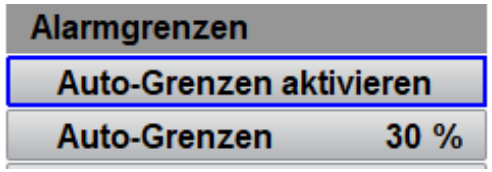




Die Feineinstellungen sind nicht in der Hauptmaske über die Drehräder erreichbar, sondern müssen über Menü / Beatmungsparameter eingestellt werden.

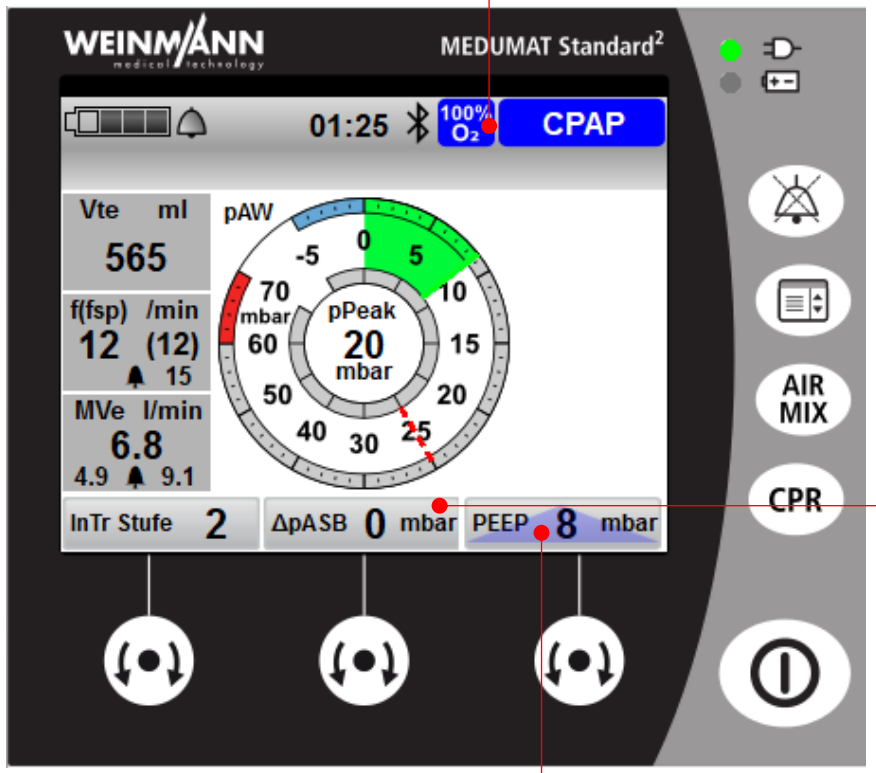
Besser im Startmenü über „Neuer Patient“ als via „Notfall Erwachsener“ starten. Nach dem Ideal Body Weight (IBW) - Ansatz wird zunächst das Tidalvolumen (V_T) vorab berechnet und entsprechend eingestellt, primär relevant ist allerdings: unter „Notfall Erwachsener“ startet das Gerät automatisch im IPPV-Modus und springt bei zu langsamer Parametereingabe ohne zu speichern rasch zurück zu den ursprünglichen IPPV-Einstellungen, was unnötig Hektik fördert. Über „Neuer Patient kann die Eingabe in Ruhe erfolgen.

Die Alarmgrenzen stellen sich nicht dynamisch selbst nach den gewählten Beatmungsparametern ein → manuell automatische Limitanpassung aktivieren, nachdem alle Parameter justiert wurden (≠ Alarm Fatigue).



Oxygenierungsstörung (Lungenödem, Pneumonie)

- CPAP mit FiO_2: NoAirMix O_2 100%



- PEEP eher höher wählen (PEEP 8 - 10 mbar)

→ Verbesserung Lungen-Compliance und Atemwegswiderstände, Senkung der kardialen Vorlast

- PEEP bei Lungenödem primär deutlich wichtiger als ΔpASB (anders als bei COPD/Asthma)

Lungenödem

Primäre Geräteeinstellungen

Beatmungsmodus: ..... CPAP
PEEP (nach Komfort und Oxygenierung): ..... 5/7/10 mbar
FiO_2: ..... 0,4 – 1,0 [sic!] 0,4 kann am Medumat² nicht eingestellt werden

Ziel- und Erfolgskriterien

Ziel-SpO_2: > 90 % ..... Check
Abnahme der Dyspnoe ..... Check
sinkende Atem- und Herzfrequenz ..... Check
ggf. Verbesserung der Vigilanz ..... Check

Eskalationsstufen

Bei drohender respiratorischer Erschöpfung Druckunterstützung (ASB) einstellen.
Unverzügliche Intubation bei ausbleibender klinischer Besserung oder Eintreten der Kontraindikationen!

Cave

- engmaschige klinische Beobachtung und enger Patientenkontakt
- keine Verzögerung einer pharmakologischen Therapie oder einer notwendigen Intubation
- jederzeitige Intubationsbereitschaft
- rechtzeitige Vorinformation an die aufnehmende Klinik

Herstellerempfehlung Weinmann modifiziert nach KERNER

Die S2k Leitlinie NIV gibt generell keine Parameter / Geräteeinstellungen vor

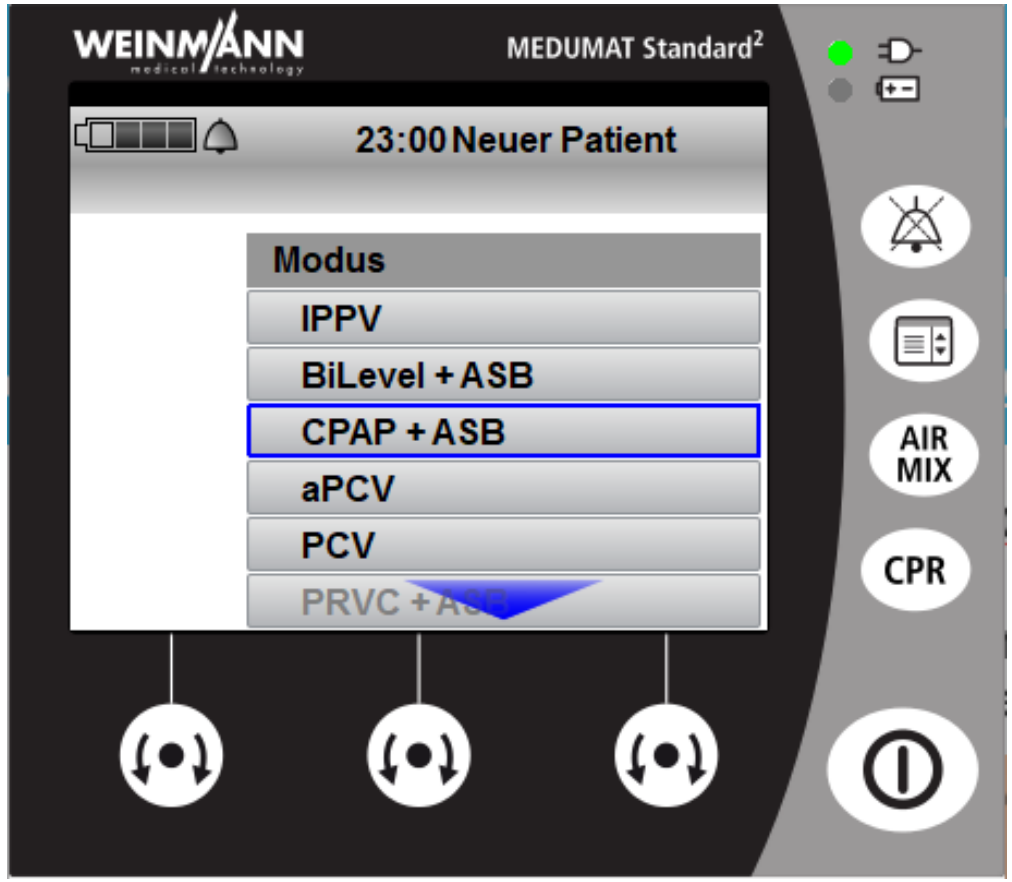
CPAP

CPAP (kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck)

Continuous Positive Airway Pressure

+ ASB (assistiere Spontanatmung)

Assisted Spontaneous Breathing (≙ Pressure Support Ventilation)



C = Continuous: während Inspiration und Exspiration
PEEP erzeugt einen exspiratorischen Widerstand
und hält die Atemwege während der Inspiration offen
Verbesserte Oxygenierung, aber: erschwerte Atmung

daher: Pressure Support (PS) bei der Inspiration

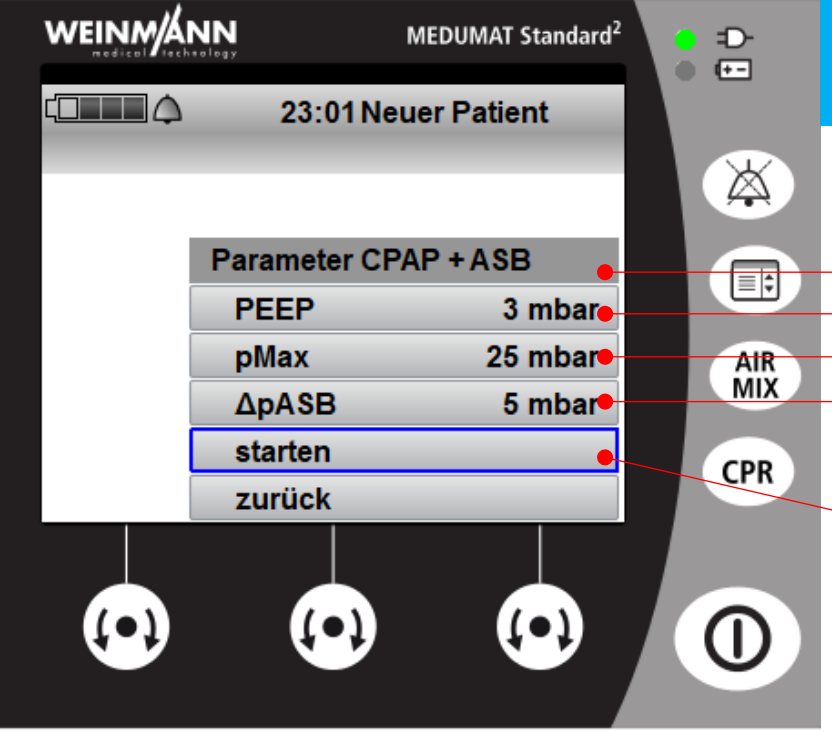
ΔpASB: Gerät erkennt bei Spontanatmung Einatemversuch und gibt dabei Druckunterstützung (assistierte Beatmung), aber das Grund-Druckniveau bleibt stets gleich

Pressure Support erhöht den Druck rein bei der Inspiration: PEEP + ΔpASB (5 + 8 = 13mbar pInsp)

Terminologie: ΔpASB = Δpsupp = PS

CPAP + ASB

Ventilationsstörung aeCOPD / Asthma



Exazerbierte COPD

Herstellerempfehlung Weinmann modifiziert nach KERNER

Primäre Geräteeinstellungen

Beatmungsmodus: ..... CPAP + ASB

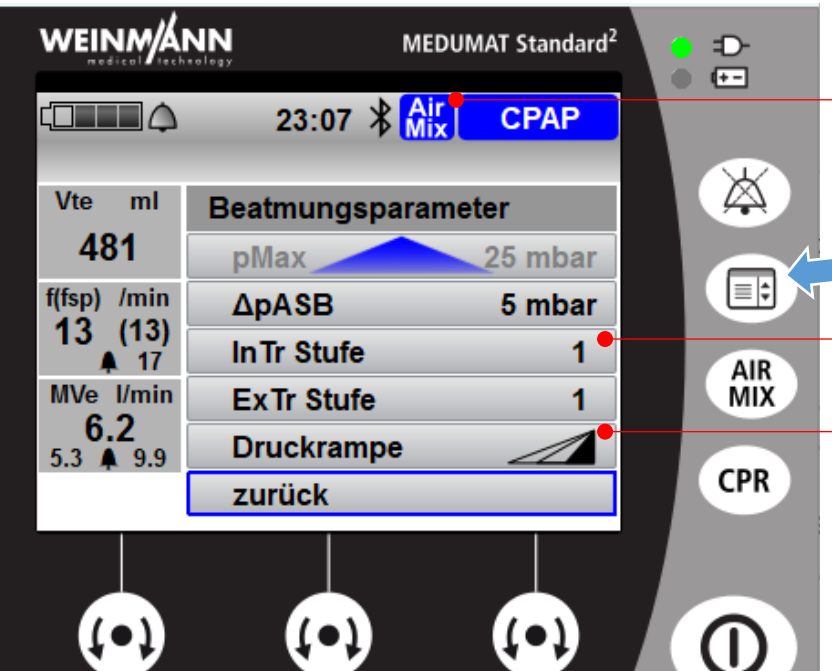
PEEP: ..... 3/6 mbar

Spitzendruck (pMax): ..... max. 25 mbar

ΔpASB (nach Komfort und Oxygenierung): ..... 5/10/15 mbar

(reine CPAP-Beatmung ohne ASB im Modus CPAP + ASB möglich, wenn ΔpASB auf Null gestellt wird; dann bei PEEP = 0: InTr -0,8bar, ab PEEP > 0: InTr -1,3mbar unter PEEP; ExTr 30% MaxFlow)

⚠ Erst „starten“ aktiviert CPAP + ASB. Ohne das Klicken auf „starten“ im Notfallmodus wird der ursprüngliche Beatmungsmodus IPPV beibehalten!



[sic!] 0,4 kann am Medumat² nicht eingestellt werden

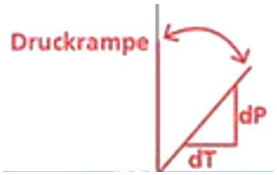
FiO_2: ..... 0,4 – 1,0

Die Feineinstellungen sind nicht in der Hauptmaske über die Drehräder erreichbar, sondern müssen über Menü / **Beatmungsparameter** eingestellt werden!

Inspirationstrigger: ..... möglichst niedrig

Trigger 1 | 2 | 3 möglich

Druck-Rampe: ..... steil

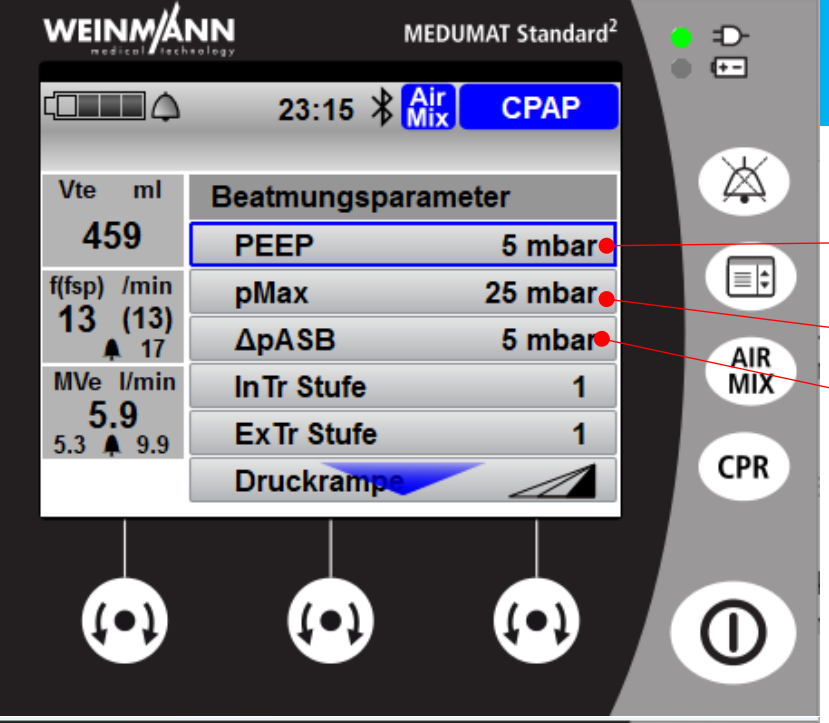


Die Rampe beschreibt, wie schnell der eingestellte Druck während der Inspirationsphase aufgebaut wird. Sie beeinflusst nicht nur den Beginn, sondern die gesamte Phase. Je steiler das Profil, desto stärker wird die Einatmung des Patienten aktiv unterstützt; rasche Einatmung schafft Raum für entspanntere Ausatmung.

CPAP + ASB

Ventilationsstörung aeCOPD / Asthma

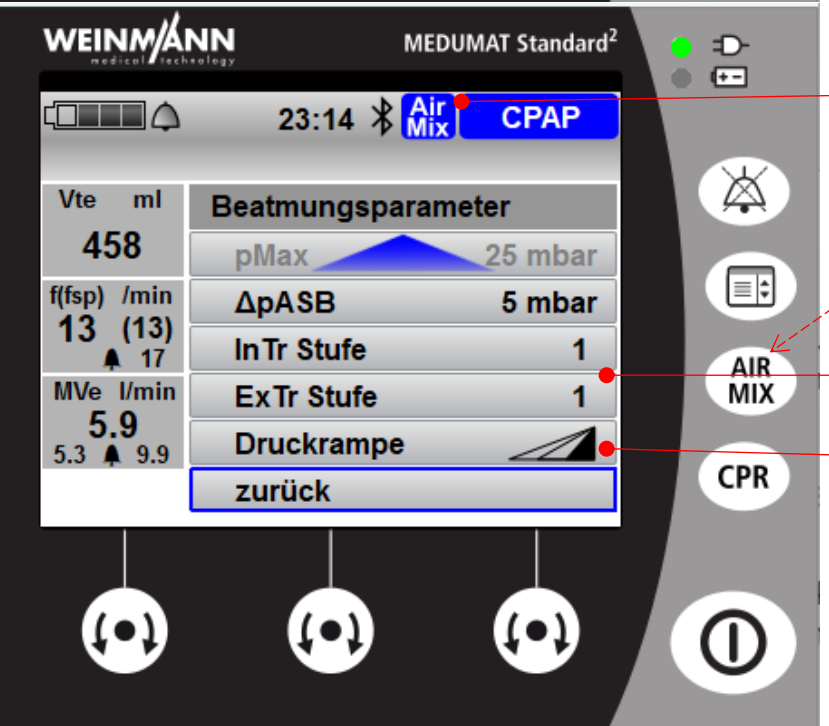
optionale Einstellungen modifiziert nach SCHLEITOFF / KUMLE



PEEP CPAP initial max. 5mbar (exspiratorisches Druckniveau)
in +2mbar Schritten steigern bis max. 10mbar, auf toleriertem Niveau halten
typisch 8mbar, ggf. mit 4mbar starten

pMax 25-30mbar (Abbruch Beatmungshub bei Überschreiten)

ΔpASB (Δpsupp, PS) initial 5mbar (inspir. Druckunterstützung)
in 1-2mbar Schritten steigern bis max. 20mbar, auf toleriertem Niveau halten
typisch 10mbar; ggf. auch direkt mit 8mbar starten



AIR MIX

Air Mix Ventilationsstörung z.B. COPD

100% O_2 Oxygenierungstörung z.B. Lungenödem

⚠ aber wähle FiO_2 stets abhängig SpO_2 bzw. stärke Dyspnoezeichen

möglichst niedriger Trigger: Stufe 1

steiles Flussprofil
flache Rampe Druckrampe hingegen verlangsamt den Druckanstieg bei der Inspiration: evtl. wird hierdurch der Spitzendruck nicht erreicht, CO_2 steigt an, Begünstigung Atelektasen aber: flaches Profil reduziert bei einigen Patienten das Atemnotgefühl

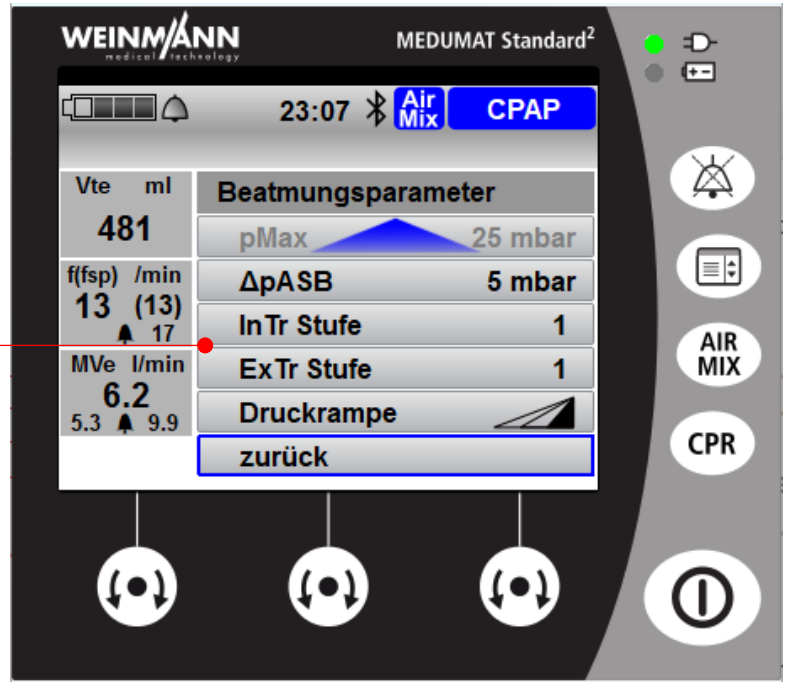
CPAP + ASB

Einstellen des Triggers

Der Trigger definiert, wie sensitiv das Gerät gegenüber Atemversuchen des Patienten ist, um einen Beatmungshub auszulösen. Der Medumat arbeitet mit einem Flowtrigger (Option Flowmessung muss verbaut sein).

Bei massiver Atemnot ist initial stets ein möglichst **niedriger Trigger**, also bevorzugt **Stufe 1**, zu wählen.

Differenzierte Triggerschwellen bei Ein- und Ausatmung können eingestellt werden.



Stufe	InTr	ExTr
1	sensitiv, ca. 3 l/min	langer ASB-Hub, entspricht ca. 10 % inspiratorischer maximaler Flow
2	mittlel, ca. 7 l/min	mittlerer ASB-Hub, entspricht ca. 30 % inspiratorischer maximaler Flow
3	unempfindlich, ca. 10 l/min	kurzer ASB-Hub, entspricht ca. 50 % inspiratorischer maximaler Flow

[Gebrauchsanweisung]

Ist der Trigger jedoch zu sensibel eingestellt, kommt es zur Selbsttriggerung durch Artefakte seitens Patientenbewegung oder Fahrzeugvibration und Druck-, Flow- oder Volumenschwankungen im Beatmungsschlauchsystem.

→ Atemrhythmus des Patienten wird gestört → Trigger erhöhen

CPAP + ASB

BiLevel + ASB

Ablauf NIV: Gerät einstellen, Maske an das Gesicht des Patienten führen (Maßnahme erläutern!). Maske bei laufendem Gerät ans Schlauchsystem anschließen. Ziel: Synchronisierung von Patient und Gerät

CPAP

Lungenödem

Primäre Geräteeinstellungen

Beatmungsmodus: ..... CPAP
PEEP (nach Komfort und Oxygenierung): ..... 5/7/10 mbar
FiO_2: 0,4–1,0

Ziel- und Erfolgskriterien

Ziel-SpO_2: > 90 % ..... Check
Abnahme der Dyspnoe ..... Check
sinkende Atem- und Herzfrequenz ..... Check
ggf. Verbesserung der Vigilanz ..... Check

Eskalationsstufen

Bei drohender respiratorischer Erschöpfung Druckunterstützung (ASB) einstellen.
Unverzügliche Intubation bei ausbleibender klinischer Besserung oder Eintreten der Kontraindikationen!

Cave

- engmaschige klinische Beobachtung und enger Patientenkontakt
- keine Verzögerung einer pharmakologischen Therapie oder einer notwendigen Intubation
- jederzeitige Intubationsbereitschaft
- rechtzeitige Vorinformation an die aufnehmende Klinik

CPAP + ASB

Exazerbierte COPD

Primäre Geräteeinstellungen

Beatmungsmodus: ..... CPAP + ASB
PEEP: ..... 3/6 mbar
ΔpASB (nach Komfort und Oxygenierung): ..... 5/10/15 mbar
Spitzendruck (pMax): ..... max. 25 mbar
Inspirationstrigger: ..... möglichst niedrig
Druck-Rampe: ..... steil
FiO_2: 0,4–1,0

Ziel- und Erfolgskriterien

Ziel-SpO_2: > 85 % ..... Check
Abnahme der Dyspnoe ..... Check
sinkende Atem- und Herzfrequenz ..... Check
ggf. Verbesserung der Vigilanz ..... Check

Eskalationsstufen

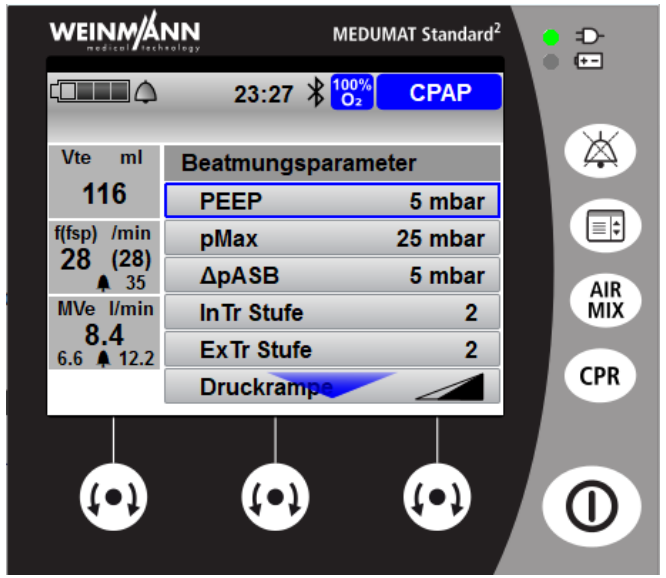
Bei drohender respiratorischer Erschöpfung Beatmungsmodus **BiLevel (z.B. PEEP: 5 mbar, pInsp: 20 mbar)** einstellen.
Unverzügliche Intubation bei ausbleibender klinischer Besserung oder Eintreten der Kontraindikationen!

Cave

- engmaschige klinische Beobachtung und enger Patientenkontakt
- keine Verzögerung einer pharmakologischen Therapie oder einer notwendigen Intubation
- jederzeitige Intubationsbereitschaft
- rechtzeitige Vorinformation an die aufnehmende Klinik

Herstellerempfehlung Weinmann, modifiziert nach KERNER

Kurzübersicht Schnellstart CPAP + ASB

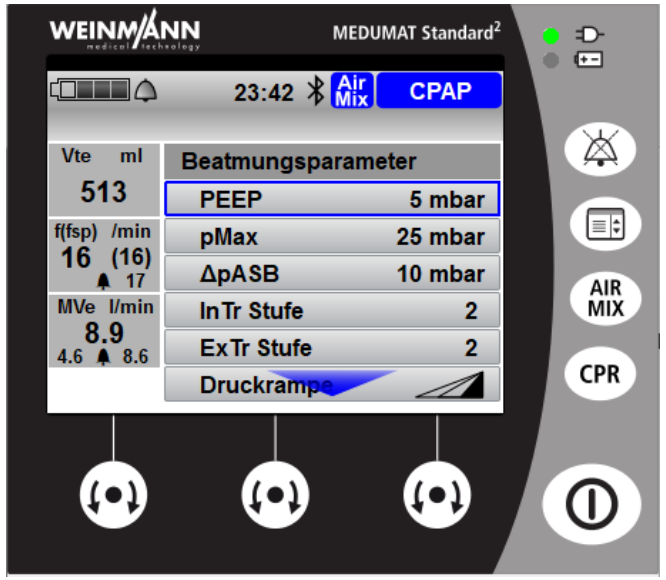


modifiziert nach **FANDLER / GOTTHARD**

„Unklare 4:00-Uhr-Früh-NIV | 5 – 5 – 100“ **(gemischte ARI)**
= Diagnose nicht 100%ig klar, z.B. akute Herzinsuffizienz oder aeCOPD?

PEEP 5
ΔpASB 5
FiO_2 100% NoAirMix
mittlerer Trigger
mittlere Druckrampe
pMax 25

ggf. mit niedrigerem initial PEEP, z.B. 2 - 3mbar starten und später steigern, um dem Patienten mit Atemnot nicht direkt anfangs die Atmung zu erschweren, insbesondere bei mit NIV unerfahren Patienten.



modifiziert nach **GRÜNEWALDT / FRANZEN**

„Faustformel zur NIV-Einleitung“ bei aeCOPD | 5 – 10 – 15

PEEP 5
ΔpASB 10
Frequenz 15 (nur in BiLevel möglich)
FiO_2 AirMix →
mittlerer Trigger
mittlere Druckrampe
pMax 25

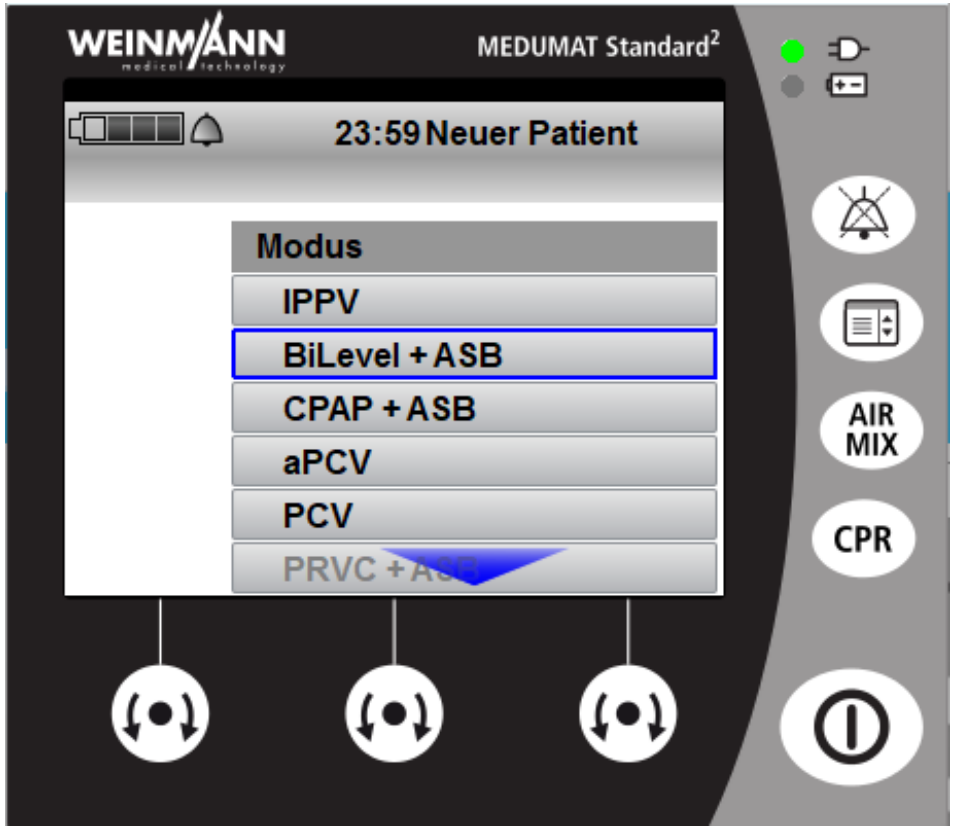
Atemantrieb bei chronischer Hypoxämie primär über Sauerstoffpartialdruck (pO_2) geregelt.

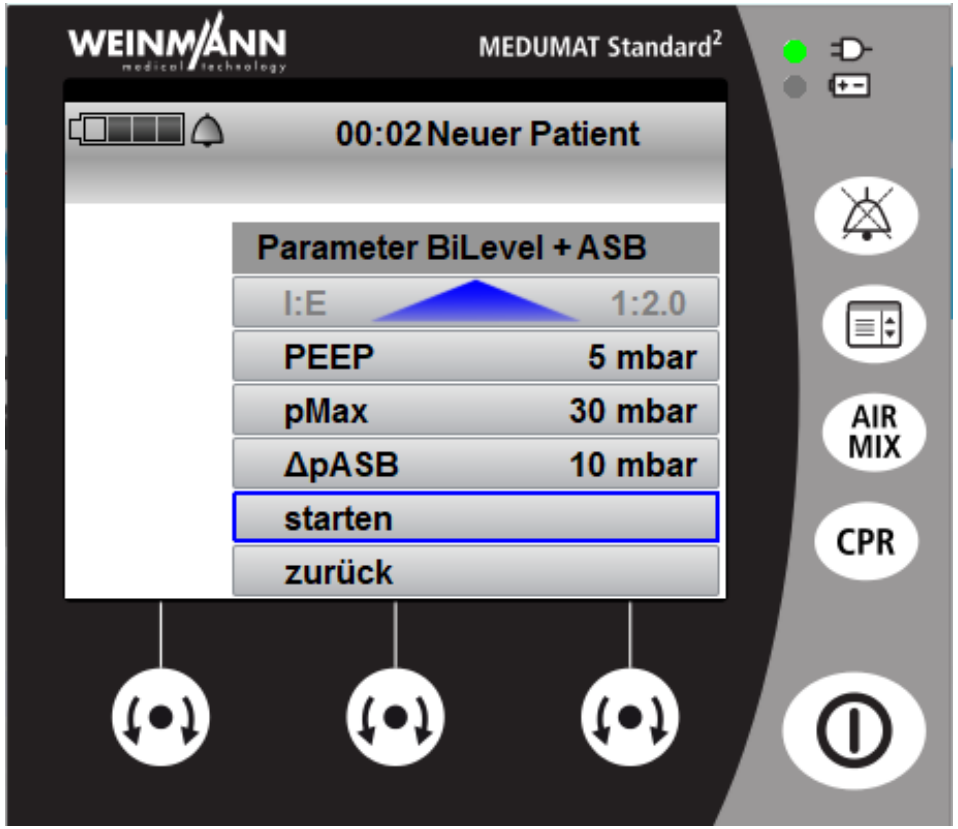
Gewissenhafte Titration FiO_2 bei Ventilationsstörung dringend empfohlen!

hohe inspiratorische Sauerstofffraktion (FiO_2):
→ Hypoventilation
→ Verschlechterung hyperkapnischen Atempumpenverssagens
→ respiratorische Azidose

CPAP + ASB

BiLevel (bisphasischer positiver Atemwegsdruck) + ASB (assistiere Spontanatmung)





BiLevel = BiPAP® = BIPAP (Bisphasic Positive Airway Pressure)

BiLevel: höherer Druck bei der Einatmung (IPAP)
+ niedrigerer Druck bei der Ausatmung (EPAP)
→ Erleichterung Ausatmung

BiLevel ist eine druckkontrollierte Beatmungsform

Eskalationsstufen

Bei drohender respiratorischer Erschöpfung Beatmungsmodus BiLevel (z.B. PEEP: 5 mbar, pInsp: 20 mbar) einstellen.

✊ Faustregel: Eskalation auf BiLevel spätestens, wenn keine Besserung unter CPAP + ASB > 10min

BiLevel + ASB

Eskalationsstufen

Bei drohender respiratorischer Erschöpfung Beatmungsmodus BiLevel (z.B. PEEP: 5 mbar, pInsp: 20 mbar) einstellen.

pInsp und **Frequenz** können nur in BiLevel verändert werden, nicht im CPAP-Modus.

pInsp (Inspirationsdruck) ist das fest eingestellte obere Druckniveau bei der Inspiration (Stellgröße für das Tidalvolumen).

ΔpASB hingegen ist die aktive Druckunterstützung bei spontanen Atemzügen („anschieben“) mit Anwendung auf das untere Druckniveau (PEEP), z.B. PEEP 8 + ASB 12 = pInsp 20.

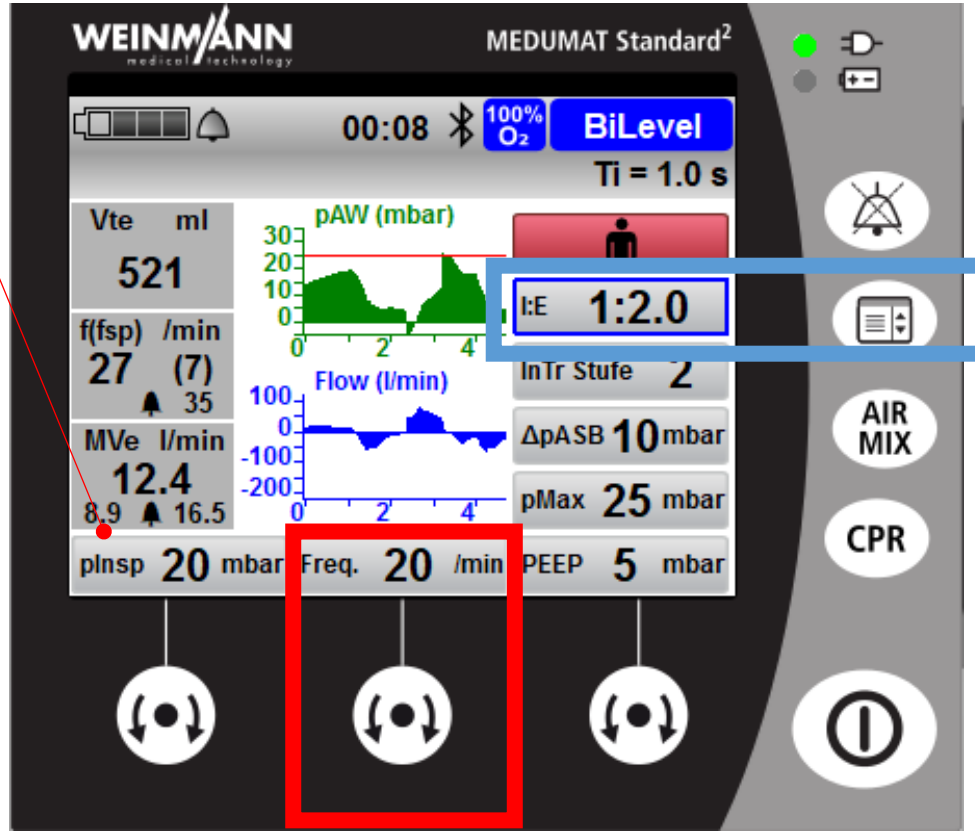
pInsp (P_{insp}) ist der eingestellte *Ziel*wert der Inspiration. Der pMax hingegen ist der eingestellte *Höchst*wert für In- und Expiration (pMax „sticht“ ggf. einen höheren pInsp, bei Überschreiten des pMax wird abgeblasen).

ΔpASB wird nie höher als pInsp gewählt.

⚠ driving pressure = pInsp ./. PEEP, Druck-Differenz zwischen PEEP und pInsp soll 15mbar nie überschreiten (Lungenprotektion) [1]

Nota bene: pInsp ≠ Δ pInsp (Δ pInsp = pInsp ./. PEEP)
pInsp = IPAP (Inspiratory Positive Airway Pressure)

Erschöpfte Atempumpe: **BiLevel**



pAW: Atemwegsdruck

Ti: Inspirationszeit

Inspiration : Exspiration

Standard 1:2

Medumat mandatorisch 1:1,7 bzw. triggerabhängig ±10 %

differenzierte Einstellung Ventilationsstörung / Oxygenierungsstörung notwendig

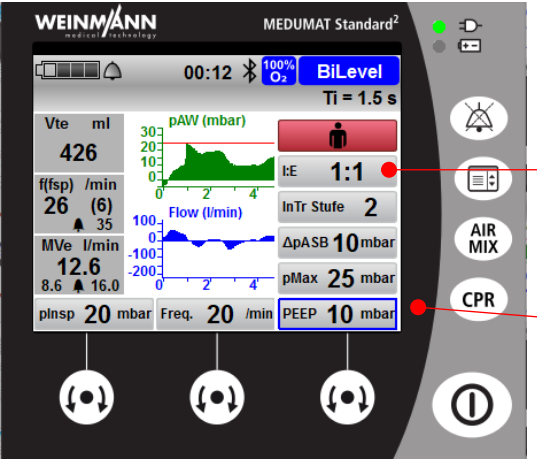
BiLevel mit hoher Beatmungsfrequenz wählen, z.B. 20/min
→ Patient spürt durch die hohe Frequenz, dass ihm die Atemarbeit abgenommen wird

GRÜNEWALDT / FRANZEN „Faustformel zur NIV-Einleitung“ COPD
5 – 10 – 15 (PEEP 5 – ΔpASB 5 – Frequenz 15)

BiLevel meist bessere Toleranz des Patienten

BiLevel + ASB

I : E



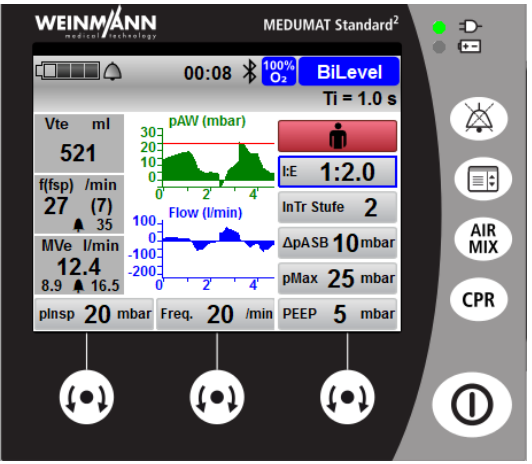
Hypoxämisches respiratorisches Versagen Setting

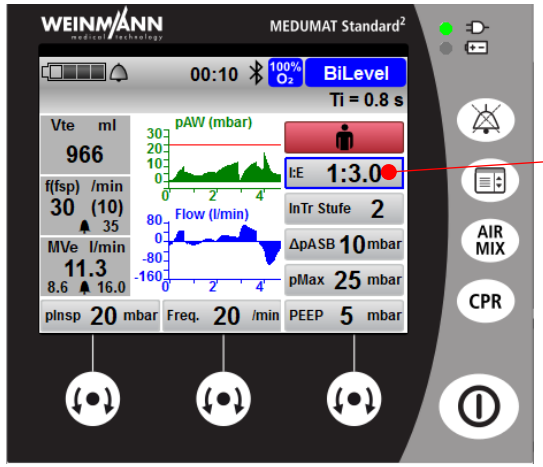
I : E 1 : 1 gegenüber dem Standard 1:2

Verschiebung Verhältnis zugunsten Inspiration

→ Verbesserung Oxygenierung

höherer PEEP, z.B. 10mbar





Ventilationsversagen COPD-Setting

I : E muss ausreichend hoch eingestellt sein

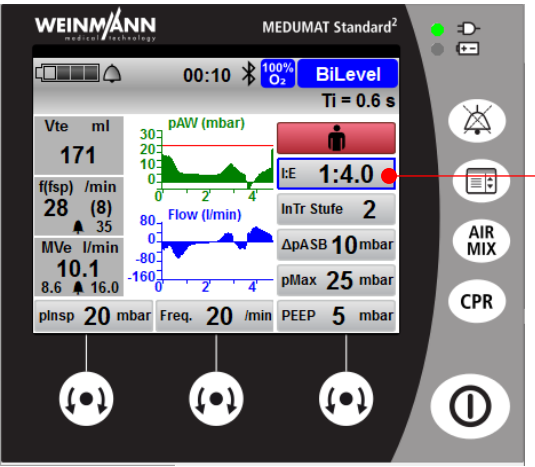
<u>mindestens</u> 1 : 2 – 1 : 3

PEEP maximal 5 – 7mbar

ΔpASB nicht unter 10mbar (häufig 15mbar)

bei schwerer Atemnot mit 100% O_2 einsteigen,

FiO_2 ggf. später reduzierbar



Ventilationsversagen Asthma-Setting

I : E 1 : 4 (einstellbarer Maximalwert)

verlängerte Exspirationszeit:

Verbesserte Entleerung der Lunge /

Vermeidung Air-Trapping

zur Reduktion Auto-PEEP / Lungenüberblähung

⚠ Achtung! Nicht versehentlich Inverse Ratio Ventilation einstellen, z.B. 2:1 (wird z.B. für ARDS verwendet)

BiLevel + ASB

Kurzübersicht Schnellstart

Parameter initial	Ventilationsstörung ▪ Asthma ▪ aeCOPD	gemischte ARI ▪ intermediate ▪ unklar	Oxygenierungsstörung ▪ Lungenödem ▪ Pneumonie ▪ CO-Intoxikation
PEEP			
ΔpASB / PS / Δpsupp			
FiO_2			
I : E			

pMax höchstens 25mbar [S2k]; Frequenz 15 – 20/min

Parameter initial	Ventilationsstörung ▪ Asthma ▪ aeCOPD	gemischte ARI ▪ intermediate ▪ unklar	Oxygenierungsstörung ▪ Lungenödem ▪ Pneumonie ▪ CO-Intoxikation
PEEP	3 – 5 (3 – 5 Asthma, 3 – 6 COPD)	5	8 – 10
ΔpASB / PS / Δpsupp	8 – 15	5	3 – 5
FiO_2	AirMix	100% NoAirMix	100% NoAirMix
I : E	COPD 1 : 2 – 1 : 4 Asthma	1 : 2	1 : 1

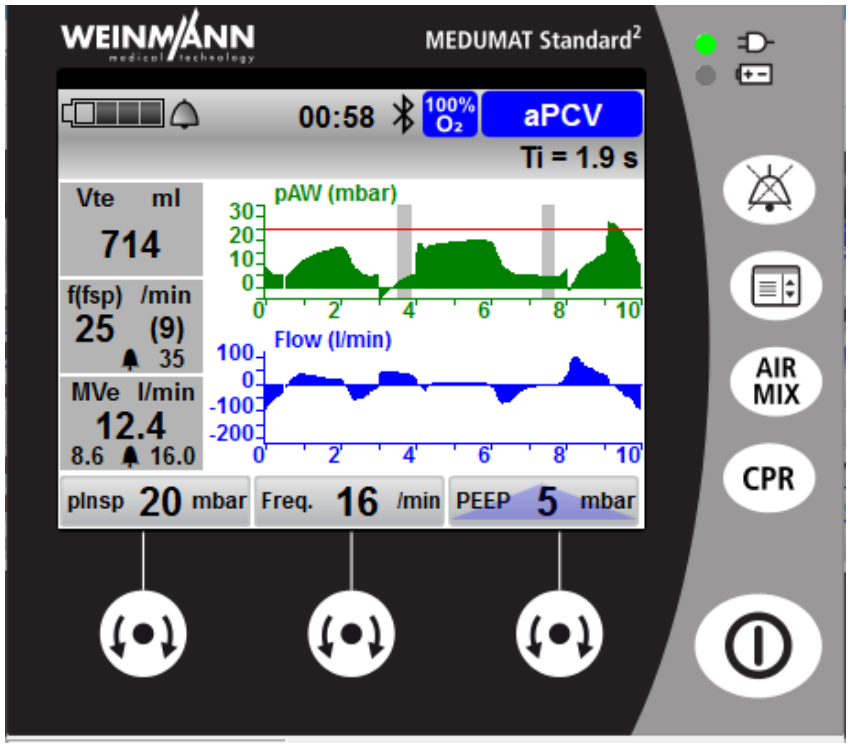
in Anlehnung an FANDLER / GOTTHARD

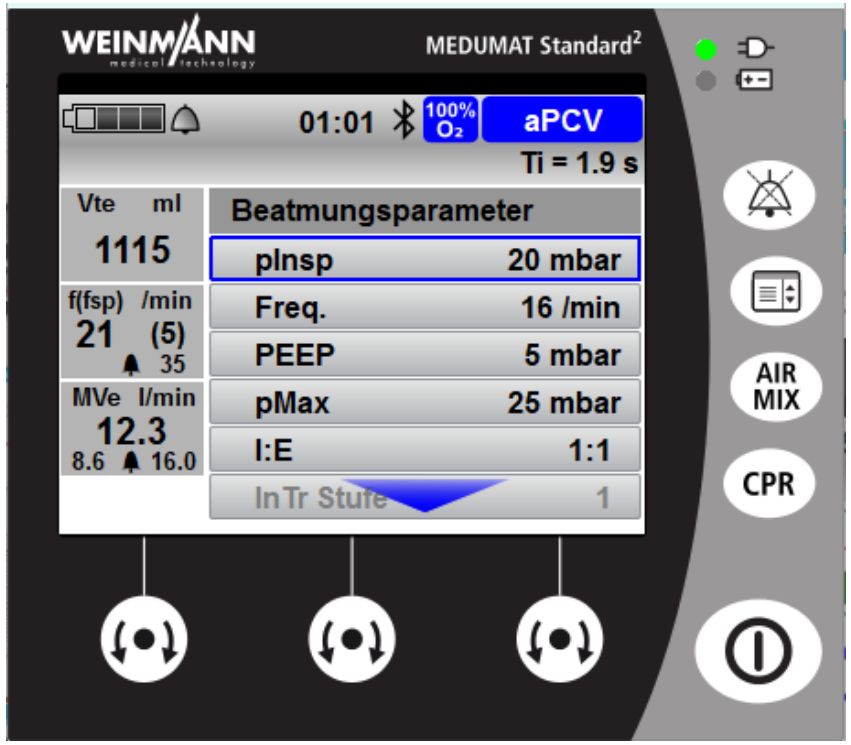
BiLevel + ASB

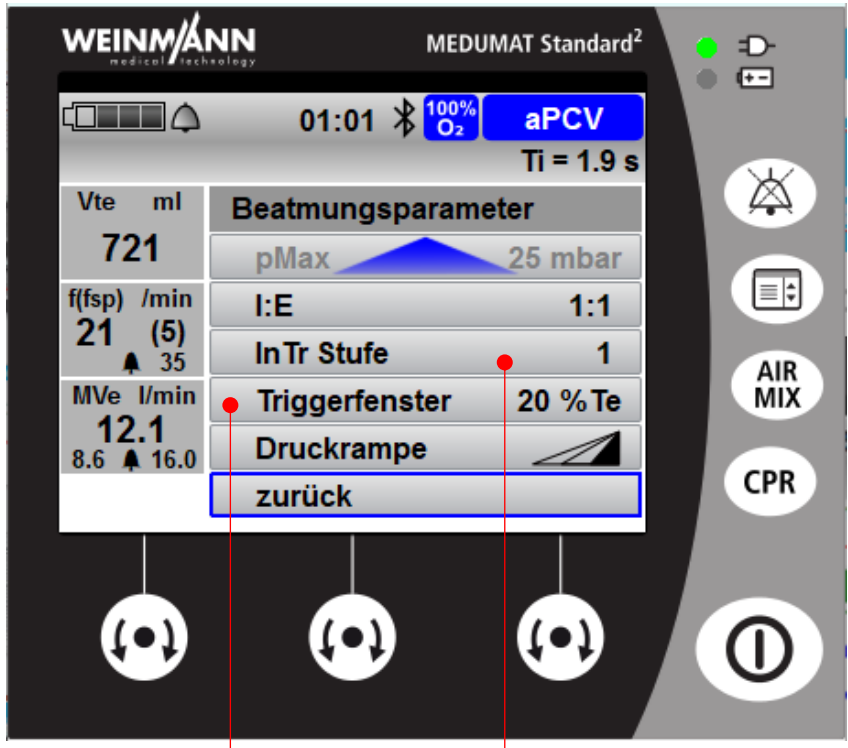
aPCV

assisted Pressure Control Ventilation

exemplarische Einstellung, Orientierung an den Einstellungen für BiLevel







Triggerfenster von 0% - 100% der Exspirationzeit einstellbar, i.d.R. unter 30% wählen,
typisch: 20%; nur während des Triggerfensters werden Inspirationsbemühungen des Patienten erkannt
(Einstellung Triggerfenster nur in aPCV möglich)

einstellbar: off | 1 | 2 | 3 (off nur in aPCV einstellbar)
Empfindlichkeit für Detektion Einatemversuche; je niedriger, desto einfacher kann Patient Beatmungshub auslösen: niedrigen Trigger wählen.

aPCV

Sedierung nichtinvasive Ventilation

⚠ **vermeide** weitest möglich Sedativa wg. Atemdepression [1][2]

www.einsatztaktik.de/medikamente/

lediglich 5 - 20% der Patienten benötigen Sedierung; die Wahl des Sedativums ist situativ individuell zu entscheiden. Haloperidol/Lorazepam nicht empfohlen. [1][2]

Dosierungsempfehlungen nach [Dormann/Wolf]

Morphin 2 – 5mg / Titration 1 – 2mg-Dosen

- Mastzellen: Histaminliberation → Bronchokonstriktion ⚠ Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie: Morphin 0,05-0,1mg/kg [1]
- Minderung Atemantrieb ⚠ opiatinduzierte Nausea ⚠ per se klar kontraindiziert; in praxi jedoch kontroversiell / differenzierte Handhabung: häufig zur Sedierung für NIV | wenn, dann moderate Dosen; [5][6][7][8] Verminderung Dyspnoe-Empfinden ohne objektive Besserung (S13), Morphin nur in Intubationsbereitschaft (E64) [9] Reduktion des Gesamtsauerstoffverbrauches und des Atemantriebes: Sedierung mit Morphin (11.6) [S2K NIV]; antagonisierbar, anxiolytisch, lang erhaltene Schutzreflexe

Midazolam (Dormicum®) 1 – 5mg rep.

- keine Anxiolyse, lange HWZ, antagonisierbar

0,03 – 0,3 mg/kg
ΔTitration: 2min
1/5 Ampulle

< 60J: 2 - 2,5mg
Titration 1mg
(max. 7,5 mg)

> 60J: 0,5 - 1mg
Titration 0,5 – 1mg
(max. 3,5 mg)

6mon – 5 Jahre:
0,05 – 0,1 mg/kg
max. 6mg

6 – 12 Jahre:
0,025 – 0,05 mg/kg
max. 10 mg

⚠ keine Kombination von Sedativa: entweder/oder Potenzierung Atemdepression

esKETAmin 20 – 40mg initial (mono ohne Midazolam!), folgend 5mg-Boli titrieren

⚠ Titration - Übersedierung unbedingt vermeiden!

- dissoziative Dosis > 0,5mg/kg – 1mg/kg (analgetische Dosis i.d.R. nicht ausreichend)
- milde **Bronchodilatation**: NDMA: Blockade Übererregung, Freisetzung von Katecholaminen: β_2-Effekt, Hemmung Freisetzung proinflammatorischer Zytokine sowie direkte Entspannung glatte Atemwegsmuskulatur unklaren Mechanismus‘
  - Etwaige Agitation bei bestimmten Patienten sogar stark vorteilhaft [3]
  - Ketamin allows NIV acute decompensated heart failure [4] [5]
  - Schutzreflexe und Atemantrieb bleiben lang erhalten
  - stärker sedierend / weniger euphorisierend als Morphin

Promethazin (Atosil® Phenergan®) 25mg

- anitemetisch, anxiolytisch, bronchospasmolytisch

1mg/kg, initial 25mg ½ Ampulle / 1ml
Kinder + geriatrisch max. 0,5mg/kg
(i.d.R. 12,5mg) ¼ Ampulle / 0,5ml

Promethazin z.B. vorgeschlagen durch Michels, G., Busch, H., Wolfrum, S. *et al.* Handlungsalgorithmus: Nichtinvasive Beatmung (NIV). *Med Klin Intensivmed Notfmed* 116, 508–510 (2021). https://doi.org/10.1007/s00063-021-00826-z

lt. Fachinfo besondere Vorsicht bei Asthmatikern [9] wg. genereller Anregung Schleimproduktion Antihistaminika; ZNS Dämpfung Atemantrieb (↓ Relevanz)

Propofol 1% 20 – 30mg rep. über 1 - 5min (titriert 0,5mg/kg)

- moderate **Bronchodilatation** 0,25 – 1 mg/kg

Sedierungstiefe: RASS-Score 0 bis -1 (schläfrig) [ebenda] [1]

Monitoring $etCO_2$ bei Sedierung stets obligat

$etCO_2$ Medumat nicht in Bayern-Beschaffung vorgesehen → C3

Wie lange reicht der O_2-Vorrat?

⚠ NIV generell sehr hoher O_2-Verbrauch

1. Sauerstoffvorrat

2l-Flasche mit 200bar voll aufgefüllt: 2l x 200bar = 400l

2. pneumatatische Betriebszeit Respirator

100% O_2

$$\text{Zeit(min)} = \frac{\text{Sauerstoffvorrat(l)}}{\text{Vt(l)} \times \text{f(min}^{-1}) + 0,3\,\text{l}}$$

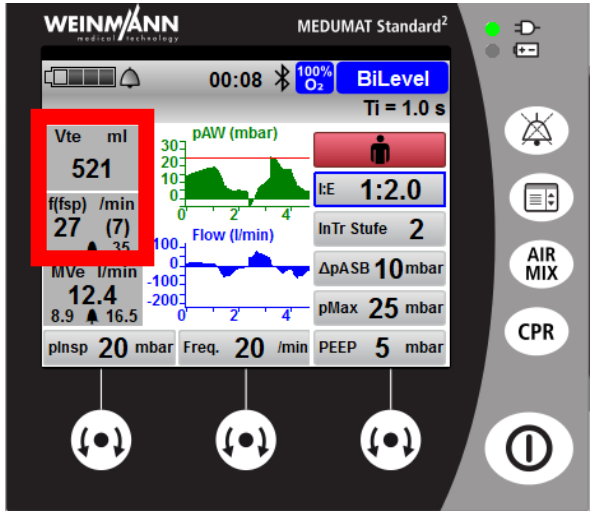
Beispiel	
Sauerstoffvorrat	2000 l
Vt	500 ml
f	12 min^{-1}
Zeit	**317 min = 5 h 17 min**

Air Mix

$$\text{Zeit(min)} = \frac{\text{Sauerstoffvorrat(l)} \times 2}{\text{Vt(l)} \times \text{f(min}^{-1}) + 0,3\,\text{l}}$$

Beispiel	
Sauerstoffvorrat	2000 l
Vt	500 ml
f	12 min^{-1}
Zeit	**634 min = 10 h 34 min**

⚠ Achtung!
Da mit dem Reziprok^{-1} (1÷f) der Frequenz gerechnet werden muss, darf nicht mit dem AMV = MV_e (Atemminutenvolumen) gerechnet werden, außerdem Vt_e x f(fsp) ≠ MV_e wegen unterschiedlicher Tidalvolumina je Beatmungshub/Atemzug



f: totale Atemfrequenz
fsp: Anzahl der spontanen Atemzüge
Freq.: eingestellte Beatmungsfrequenz

Formeln: [Gebrauchsanweisung]

Wie lange reicht der O_2-Vorrat?

	Bar	2l-Flasche	ungefähr
100% O_2	200	54 min	1 h
	175	47 min	$^3/_4$ h
	150	40 min	
	125	34 min	$^1/_2$ h
	100	27 min	
	75	20 min	$^1/_4$ h
	50	14 min	

✊ Faustregel:

Die volle 2l-Flasche mit 200bar reicht für etwa eine Stunde NIV-Betrieb.

Das relative Füllvolumen zeigt entsprechend den Anteil der Stunde an, welcher noch verbleibt:
½ Flasche ≙ 100bar
≙ ½ Restbetriebsdauer ≙ ½ Stunde usw.

	Bar	10l-Flasche
100% O_2	200	4,4 h
	175	3,9 h
	150	3,3 h
	125	2,8 h
	100	2,2 h
	75	1,7 h
	50	1,1 h

Im Fahrzeug kann eigentlich kein Problem entstehen, egal wie leer die Flasche sein mag.

Der Verbrauch der kleinen mobilen Flasche hingegen bedarf eines stetigen Monitorings / systematische Überwachung.

	Bar	2l-Flasche	ungefähr
Air Mix	200	107 min	1,8 h
	175	94 min	1,5 h
	150	80 min	
	125	67 min	1 h
	100	54 min	
	75	40 min	$^1/_2$ h
	50	27 min	

Ø Musterrechnung (gerundet) mit
Vt = 500ml
Frequenz = 15
Eigenverbrauch = 0,3l

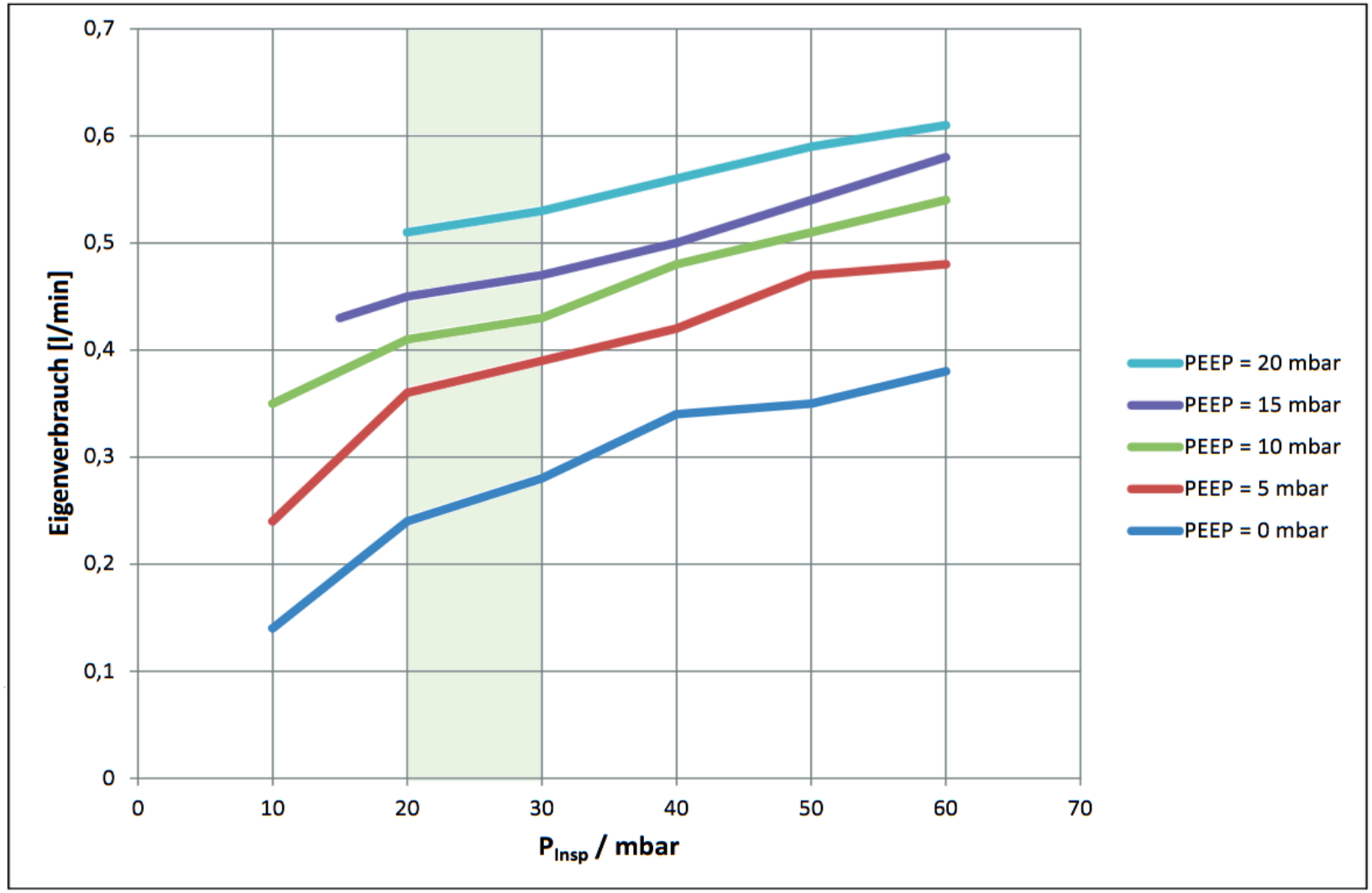
erwäge Umschalten auf AirMix unabhängig von der Stärke der Dyspnoe, wenn Sauersoff zur Neige geht und kein weiterer Sauerstoff verfügbar / rechtzeitig nachholbar ist (FiO_2 60% > 0%)

Bedenke Logistik: Patient muss auch vom RTW/NAW in die Aufnahme

	Bar	10l-Flasche
Air Mix	200	8,9 h
	175	7,8 h
	150	6,7 h
	125	5,6 h
	100	4,4 h
	75	3,3 h
	50	2,2 h

⚠ Leckage, gerade am Anfang der Beatmung, bevor die Maske dicht sitzt, erhöht den Verbrauch enorm, da das Gerät den Druckverlust kompensiert. Der Verbrauch kann durchaus > 30l/min steigen ⇨ kleine 2l-Flasche dann in 10min leer.

Wie lange reicht der O_2-Vorrat?



Der Sauerstoff-Eigenverbrauch des Gerätes korreliert mit

- Höhe PEEP
- Höhe P_{insp}

Streng genommen muss für die Berechnung jeweils der höhere Wert statt den 0,3l in der herstellerseitigen Formel angesetzt werden.

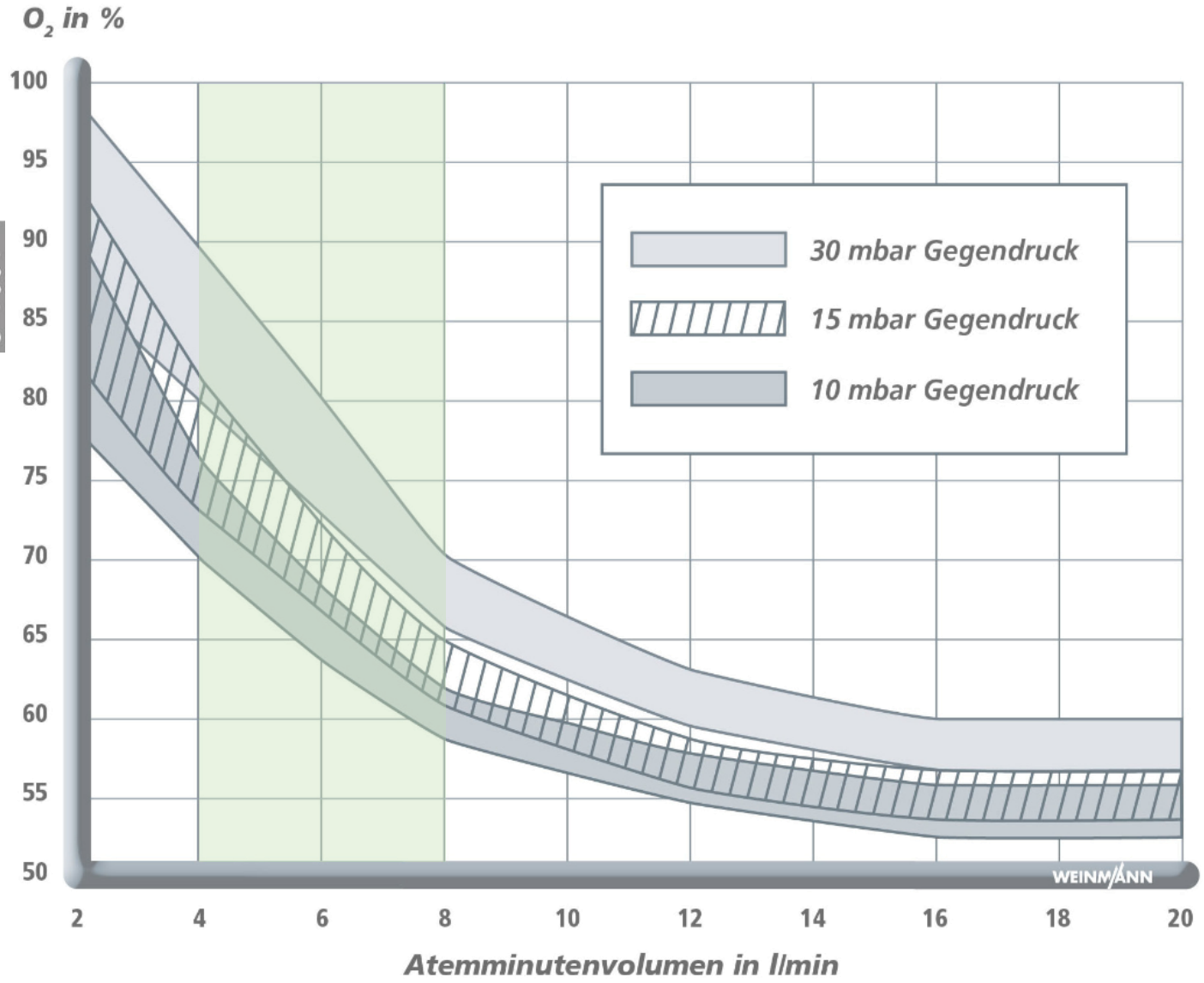
z.B. für PEEP 5mbar / P_{insp} 30mbar 0,39l/min statt 3l/min

aber:

Auch bei hohen PEEP / P_{insp} - Werten fällt das indes im Rahmen der Formel nur marginal ins Gewicht, der Unterschied der errechneten Betriebsdauer beträgt lediglich wenige Minuten, so dass ruhigen Gewissens vereinfacht stets mit 0,3l/min gerechnet werden kann.

Grafik: [Gebrauchsanweisung]

FiO_2 in Korrelation Atemminutenvolumen + Gegendruck bei AirMix



Vereinfacht ausgedrückt:

Der FiO_2 liegt im AirMix-Betrieb zwischen 55% - 85%

Vereinfachte Ø-Berechnung:

50% Beimischung Luft → **Ø 60% FiO_2**

Hälfte 100% Sauerstoff aus der Flasche +
Hälfte 21% atmosphärischer Sauerstoffgehalt Umluft

FiO_2 = 0,5 x 100% + 0,5 x 21% = 0,61%

Der MEDUMAT Standard[2] bietet ausschließlich die Einstellmöglichkeiten AirMix und NoAirMix an, Zwischenstufen sind nicht möglich.

tendenziell	
Ventilationsstörung (z.B. COPD)	AirMix
Oxygenierungsstörung (z.B. Lungenöden)	NoAirMix

Grafik: [Gebrauchsanweisung]

Typische Fehler

- unzureichende Aufklärung und permanente begleitende Erläuterung gegenüber Patienten mit panischer Luftnot
- keine NIV-Anwendung (fälschlich „lohnt sich nicht für die wenigen Minuten in die Klinik“)
- verzögerte NIV-Anwendung (z.B. Salbutamol+Ipratropiumbromid-Vernebelung bis Medumat aus dem Fahrzeug oder Patient ins Auto gebracht wurde, alsdann sofort NIV starten)
- unzureichende Gerätekenntnis („das lässt sich nicht einstellen“)
- oft Trigger zu hoch eingestellt (Weaning ist nicht das Ziel!)
- inspiratorisches Druckniveau zu niedrig eingestellt
- Druckrampe nicht angepasst
- verzögerter Transport durch „Verspielen“ – perfekte NIV-Einstellung kann sehr schnell äußerst zeitintensiv werden (keep it simple / Feinjustierung in der Klinik)
- Monitoring vernachlässigen RR alle 5min + $etCO_2$ [1]

Quellen

- Dormann, H., Wolf, M. (2015): *Nicht invasive Beatmung (NIV) im Notarzteinsatz und in der Notaufnahme*, in: Notarzt 2015; 31: 256–267, Stuttgart: Thieme
- Fandler, M., Gotthard, P. (2019): *Nichtinvasive Beatmung (NIV) ganz neu und 2019*, https://nerdfallmedizin.blog/2019/12/07/nichtinvasive-beatmung-niv-ganz-neu-und-2019/ [abgerufen am 18.01.2025]
- Fandler, M., Gotthard, P. (2019): *SOP Nichtinvasive Beatmung im Notfall*, in: Notfallmedizin up2date 2019; 14: 352–356, Stuttgart: Thieme
- Fink, M., Schmid, A., Girrbach F. (2026): *Nichtinvasive Beatmung im Rettungsdienst – Schritt für Schritt*, in Notfallmedizin up2date 2026; 21(03): 257–263, Stuttgart: Thieme
- Grünewaldt, A., Franzen, K. (2025): *Präklinische Versorgung der akuten COPD-Exazerbation*, in: Notfallmedizin up2date 2025; 20: 45-60, Stuttgart: Thieme
- Gottlieb, J. et al. (2021): *S3 Leitlinie Sauerstoff in de Akuttherapie beim Erwachsenen*, Berlin: AWMF
- Johannes, J. (oD): *Beatmung im Rettungsdienst,* Mainz: DRK Bildungsinstitut Rheinland-Pfalz
- Krehl, J. et al. (2025): *Nichtinvasive Beatmungstherapie in Akut- und Notfallmedizin*, in: Notfall + Rettungsmedizin 2025; 28: 635-649, Berlin: Springer
- Kumle, B. et al. (2016): *Umgang mit Notfallrespiratoren*, in: Bernhard, M., Gräser, J. (Hrsg.) (2016): *Notfalltechniken Schritt für Schritt*; 114-130, Stuttgart: Thieme
- Larsen R. (2016): *Maschinelle Beatmung und NIV*, Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege; 14:745–95, Berlin: Springer
- Schleithoff, E. (2019): *NIV – ganz praktisch*, Heidelberg: Klinikum
- Sellmann, T., Meyer, J. (2017): *Nichtinvasive Ventilation im Notarzt- und Rettungsdienst. Möglichkeiten und Grenzen*, in: Notfall + Rettungsmedizin 2017; 20:649–657, Berlin: Springer
- Städtler, M. (2020): *1-Minutenfortbildung NIV Beatmung ÄLRD Rosenheim. NIV Beatmung pragmatisches Vorgehen,* Rosenheim: ZRF
- Weinmann (Hrsg.) (oD): *Schritt-für-Schritt-Anleitung für die NIV-Therapie mit MEDUMAT Transport*, Hamburg: Weinmann
- Weinmann (Hrsg.) (2025): *Nicht-invasive Beatmung (NIV),* www.weinmann-emergency.com/de/themen/notfallbeatmung/nicht-invasive-beatmung [abgerufen am 18.01.2025]
- Weinmann (Hrsg.) (2015): *MEDUMAT Standard² Beatmungsgerät Gebrauchsanweisung für Geräte ab der Softwareversion 3.1,* Hamburg: Weinmann
- Westhoff, M. et al. (2023): *S2k-Leitlinie Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz*, Berlin: DGP

Simon Damböck fecit 2025 © | Version 2.0 Stand 04/2025 | online verfügbar unter www.einsatztaktik.de/praesentation/

Für die Richtigkeit kann keine Gewähr übernommen werden, eine Haftung für Fehlinformationen ist explizit ausgeschlossen. Um Hinweise auf etwaige Fehler und Aktualisierungsnotwendigkeiten an simon.damboeck@web.de wird gebeten. Die Informationen auf den Charts stellen teilweise die Position des Verfassers und nicht zwingend eine etablierte Lehrmeinung oder evidenzbasierte Aussagen dar. Die Verwendung von Inhalten erfolgt ausschließlich nichtkommerziell unter Inanspruchnahme des § 60a UrhG.

weiterführend: maschinelle Beatmung unter Reanimation mit dem MEDUMAT Standard² siehe www.einsatztaktik.de/reanimation/

FAMAB Stiftung

Die Nutzung dieser Ausarbeitung steht frei zur Aus- und Fortbildung von Rettungsdienstpersonal zur Verfügung.

In Anlehnung an das Shareware – Prinzip können Nutzer (ohne dies zu müssen), einen frei wählbaren Obolus an die gemeinnützige Famab-Stiftung entrichten. Diese hat sich der Förderung von Zielen der Nachhaltigkeit verpflichtet. Größtes Projekt ist eine Wiederaufforstung in Panama, welches im Gegensatz zu vielen anderen Projekten dieser Art auch auf tatsächliche Umsetzung überprüft wurde. Bepflanzungen am Äquator sind effektiver als z.B. in Deutschland, da die Pflanzen hier klimatisch bedingt deutlich schneller wachsen. Zudem ist dort der soziale Effekt höher: Waldarbeitende können mit dem bei der Wiederaufforstung verdienten Geld ihre Familien ernähren.

Zum Erreichen des 1,5°-Ziels zur Eindämmung der Erderwärmung müssten 1 Milliarde Hektar Bäume gepflanzt werden (≙ 27 x Deutschland ≙ 1 x USA)

Die Stiftung konnte bereits über 200.000,00 € an Stiftungs- und Spendengeldern sammeln und steht selbstverständlich unter Überwachung der deutschen Stiftungsaufsicht.

Spendenkonto:
Konto: 066 888 88 00
Bankleitzahl: 251 900 01
IBAN: DE70 2519 0001 0668 8888 00
Hannoversche Volksbank e.G.

www.famabstiftung.de

BAUM-SETZLINGE

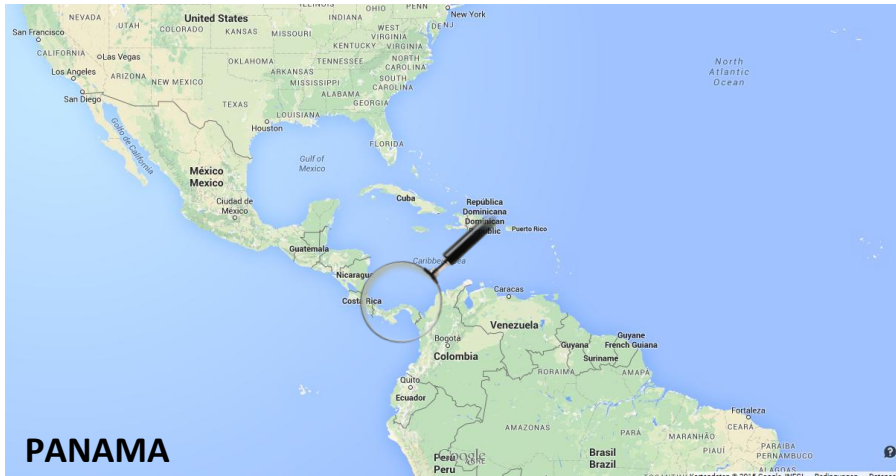
“Wer Bäume pflanzt, obwohl er weiß, dass er nie in ihrem Schatten sitzen wird, hat zumindest angefangen, den Sinn des Lebens zu begreifen.”

Rabindranath Tagore
bengalischer Philosoph und Nobelpreisträger

„Auch wenn ich wüsste, dass morgen die Welt unterginge, würde ich heute noch einen Apfelbaum pflanzen.“

Martin Luther zugeschrieben

BRANDGERODETE FLÄCHE



PANAMA