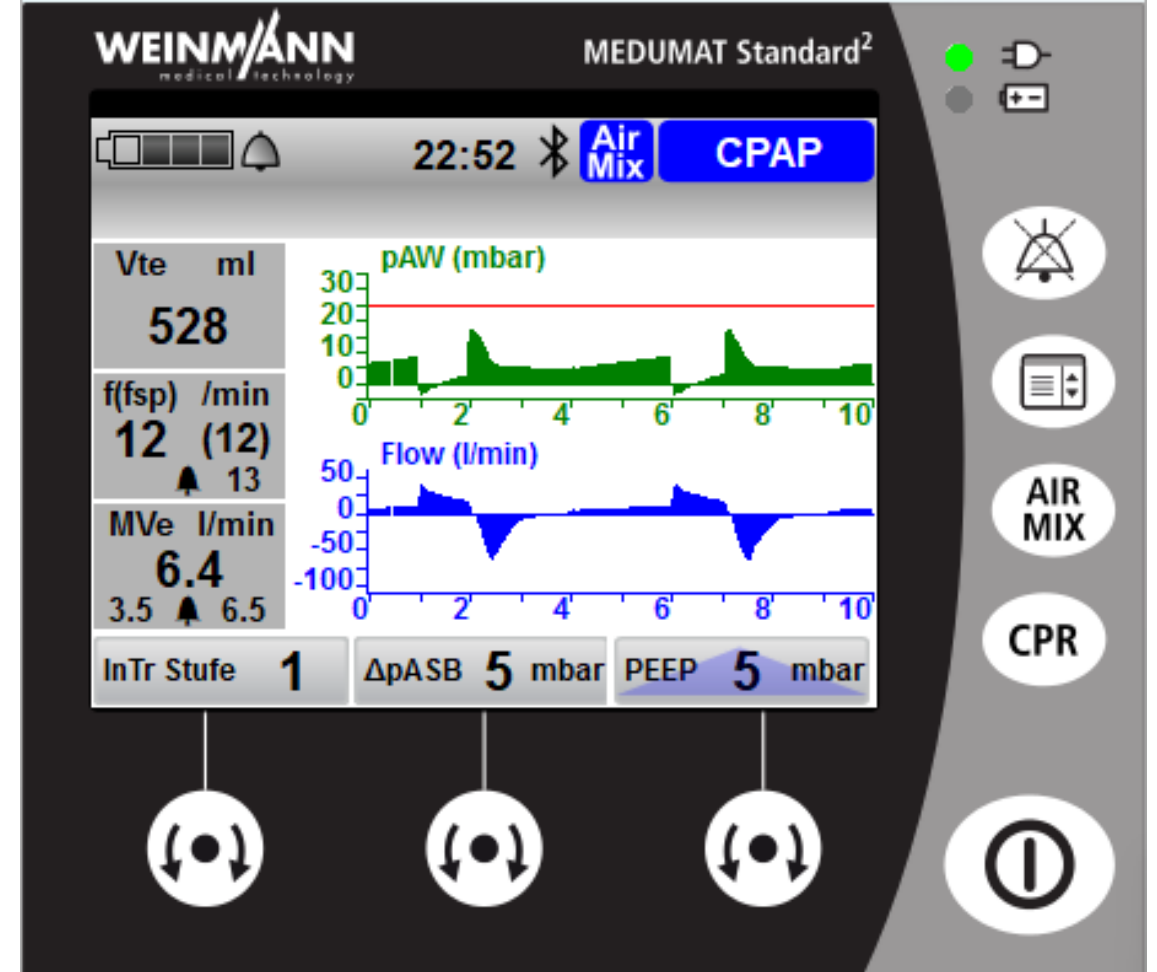
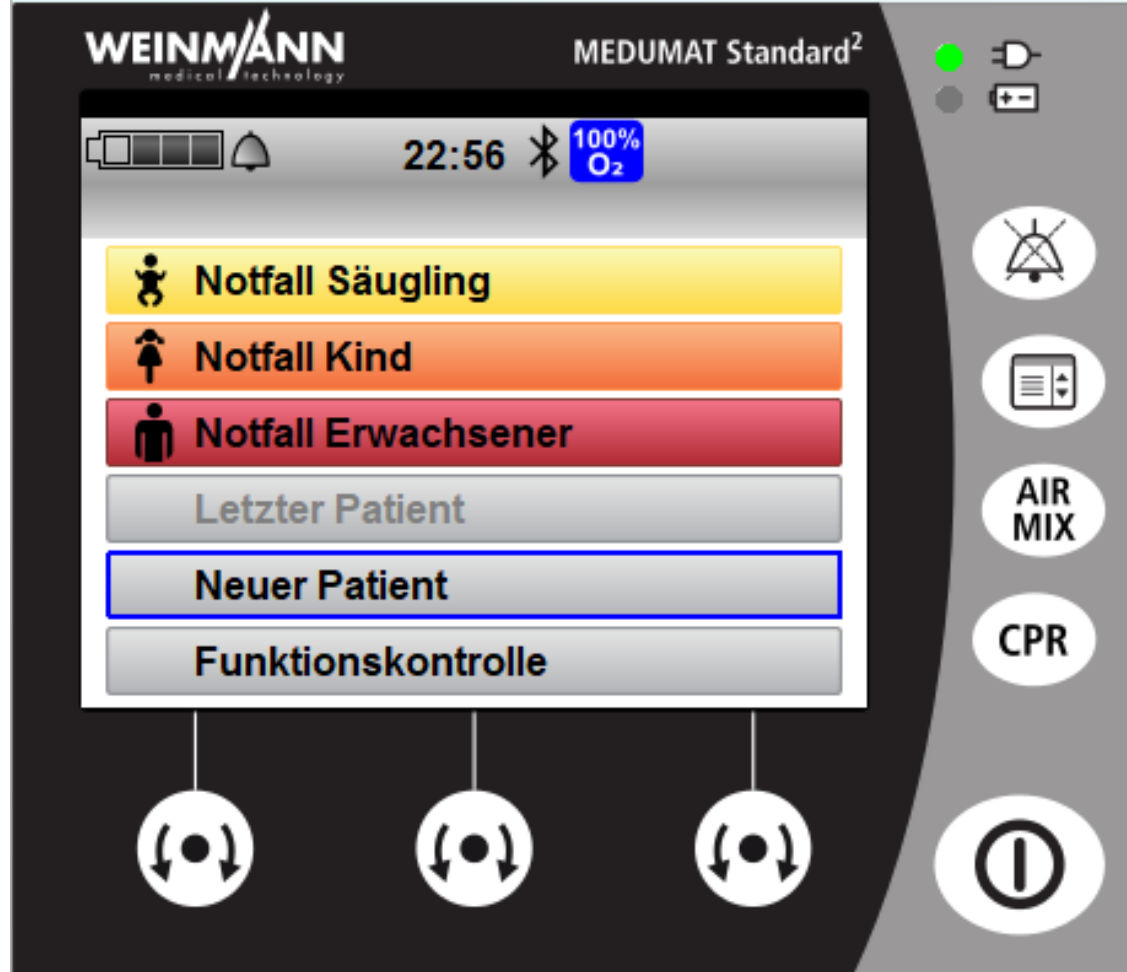




Version
2.0

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 ($\text{SpO}_2 < 90\%$, typischerweise Einsatz Atemhilfsmuskulatur, Atemfrequenz $> 25/\text{min}$) bei wachem (GCS > 12), spontan atmenden, kooperativen Patienten mit stabilen Kreislaufverhältnissen (hämodynamische Stabilität)

▪ hyperkapnische respiratorische Insuffizienz: **Ventilationsstörung**

- akute Exazerbation der COPD (AECOPD)
 - akute Exazerbation von Asthma bronchiale
 - Versagen Atemmuskulatur / Myasthene Krise / Palliation
- Exazerbation obstruktiver Atemwegserkrankungen

▪ hypoxämische respiratorische Insuffizienz: **Oxygenierungsstörung**

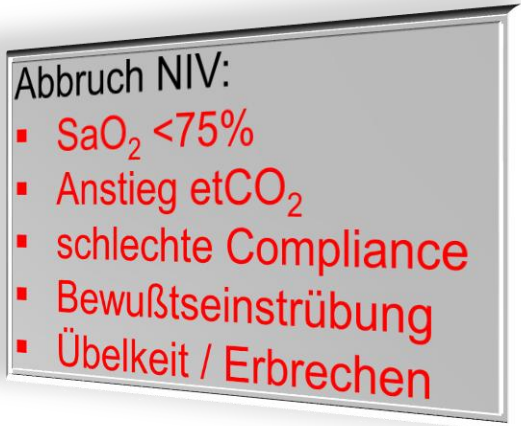
- akutes kardiogenes Lungenödem [v.a. Sympathetic Crashing Acute Pulmonary Edema SCAPE] [teils auch nonkardiogen]
- Kohlenmonoxidvergiftung
- Pneumonie
- Ertrinkungsunfall
- COVID-19

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

▪ Präoxygenierung Delayed Sequence Intubation (DSI)

▪ Weaningstrategie, Schlafapnoe (notfallmedizinisch irrelevant)

per se altersunabhängig möglich, stark complianceabhängig auch bei Säuglingen/Kleinkindern

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)
	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
	nicht entlasteter Pneumothorax
Bartträger: de facto Maske nicht dicht zu bekommen * 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

1. Maske
2. Tubusverlängerung („Gänsegurgel“)
3. Filter (bevorzugt HEPA, optional HME)
4. Messküvette etCO₂ nach Filter zum Verhindern Beschlagen, vgl. [2] via C3, wenn das Gerät nicht über integrierte etCO₂-Messung verfügt (Bayern nicht Standard)

Hier einsetzen



5. Beatmungsgerät

4 verfügbare NIV-Modi

- **CPAP**

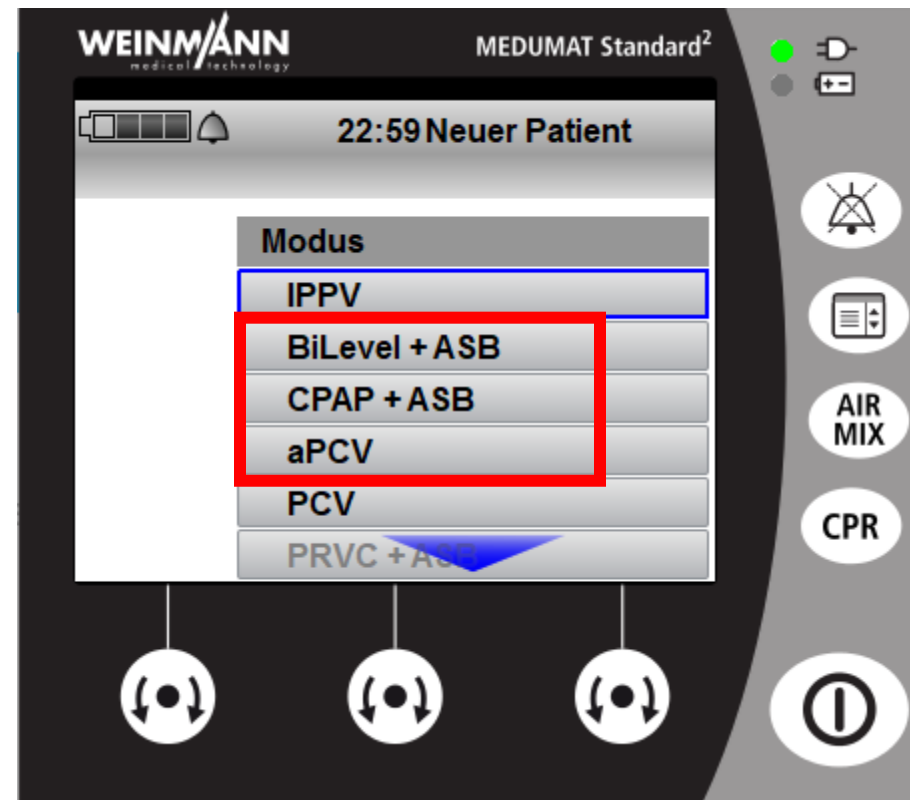
für CPAP ohne ASB: CPAP + ASB
auswählen und $\Delta p_{ASB} = 0$ einstellen

- **CPAP + ASB**

- **BiLevel + ASB**

- **aPCV**

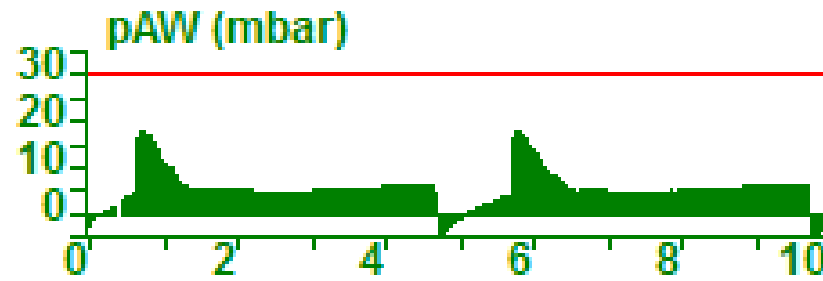
PCV ohne a ist kein NIV-Modus,
sondern eine kontrollierte
Beatmung bei fehlender
Spontanatmung



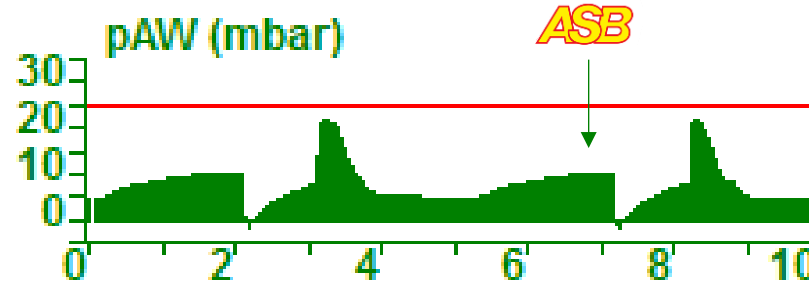
Modi Darstellung pAW-Kurve

invasiv

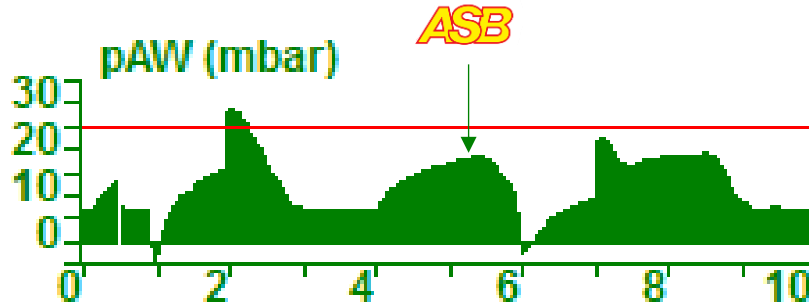
CPAP



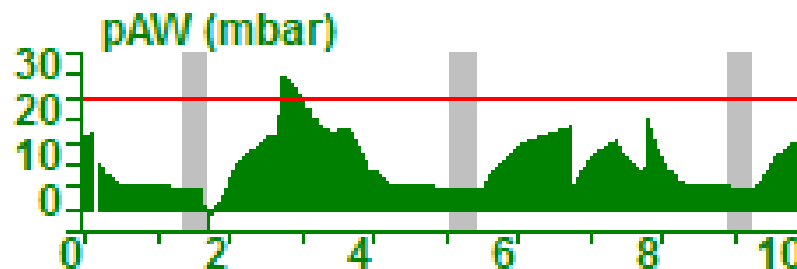
CPAP
+ ASB



BiLevel
+ ASB



aPCV



pAW: Atemwegsdruck
(Airway Pressure)

Kurve darstellbar über



Anwendermenü

Modus

Alarmgrenzen

Ansichten

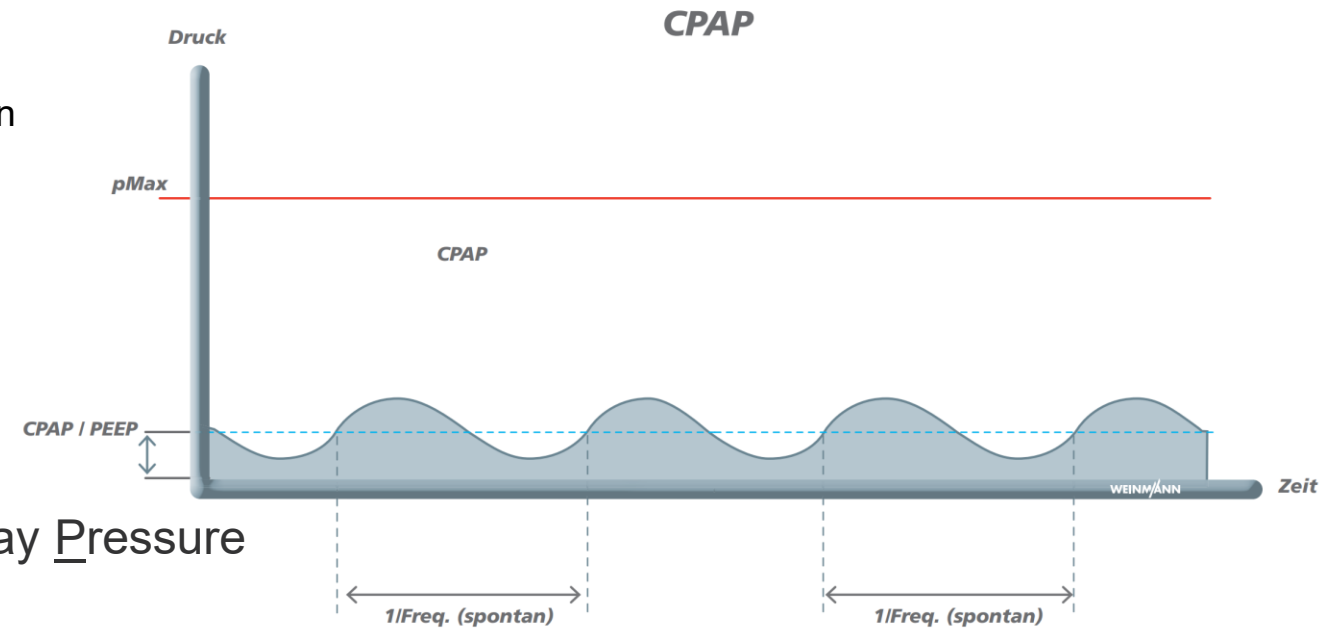
Einstellungen vornehmen,
Beatmung starten, Patienten
die Maske unter bereits
laufendem Beatmungsgerät
zunächst vorhalten, erst nach
adäquatem Komfort fixieren /
Patient i.d.R. Todesangst!
Permanente Begleitung &
Erläuterung ⚠

kontinuierlich
positiver
Inspirationsflow
unabhängig von der
Eigenatmung

Patient atmet
eigenständig auf
CPAP/ PEEP-Niveau

„PEEP ohne Tubus“

reines CPAP z.B.
bei Lungenödem /
Kohlenmonoxidintoxikation

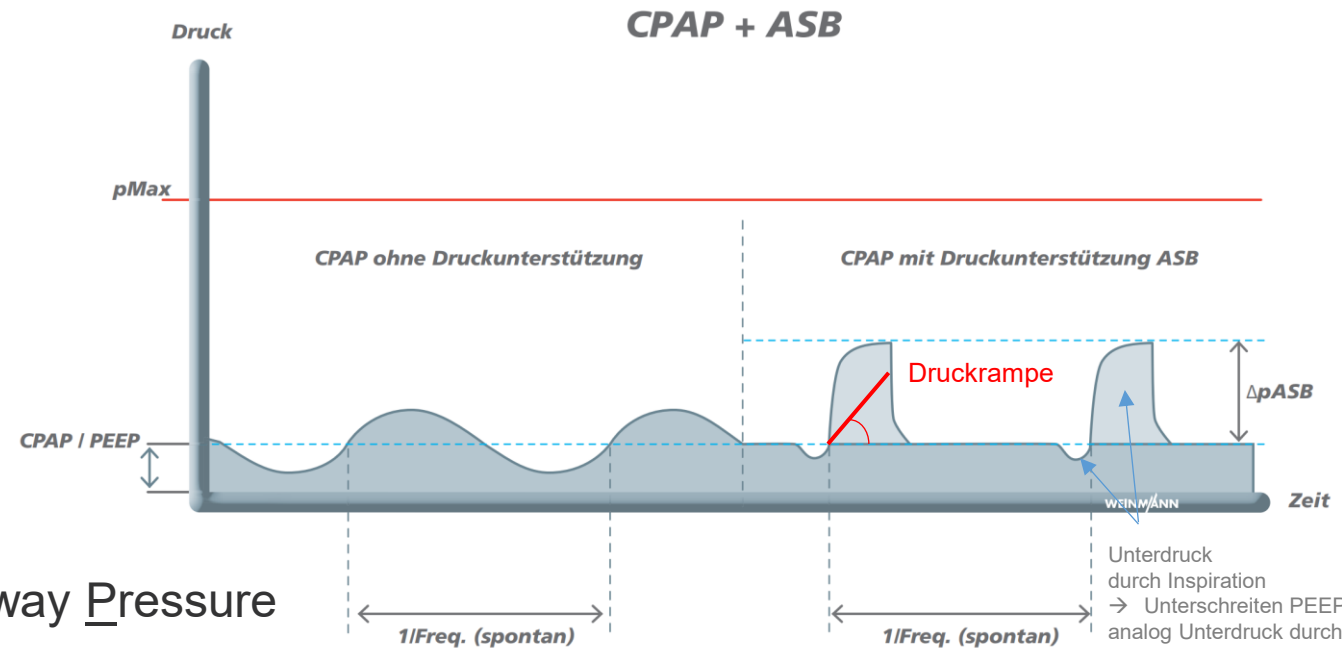


Continuous Positive Airway Pressure

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



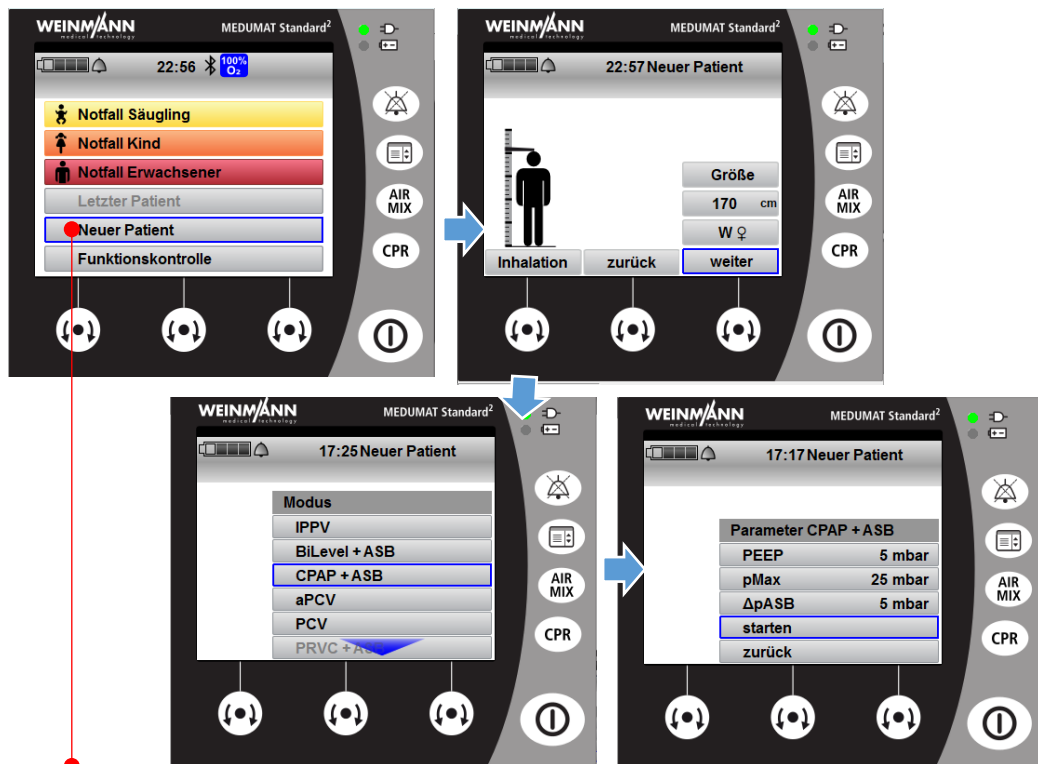
ASB: Gerät erkennt
einen Einatemversuch
des Patienten und
gibt synchron dazu
Druckunterstützung



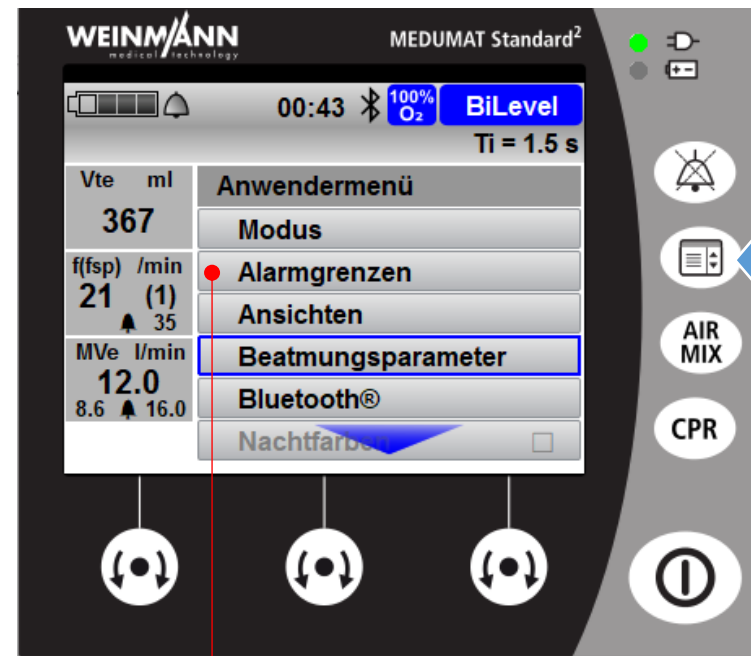
Continuous Positive Airway Pressure
+ Assisted Spontaneous Breathing

Unterdruck
durch Inspiration
→ Unterschreiten PEEP
analog Unterdruck durch
Zwerchfellbewegung
→ löst ASB pressure
support aus

Gerätestart und Einstellung Alarmgrenzen

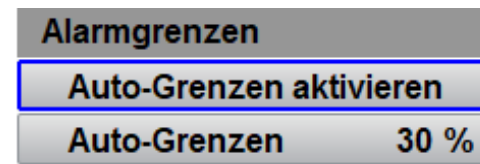


Besser im Startmenü über „Neuer Patient“ als via „Notfall Erwachsener“ starten. Nach dem Ideal Body Weight (IBW) - Ansatz wird zunächst das Tidalvolumen (V_T) vorab berechnet und entsprechend eingestellt, primär relevant ist allerdings: unter „Notfall Erwachsener“ startet das Gerät automatisch im IPPV-Modus 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.



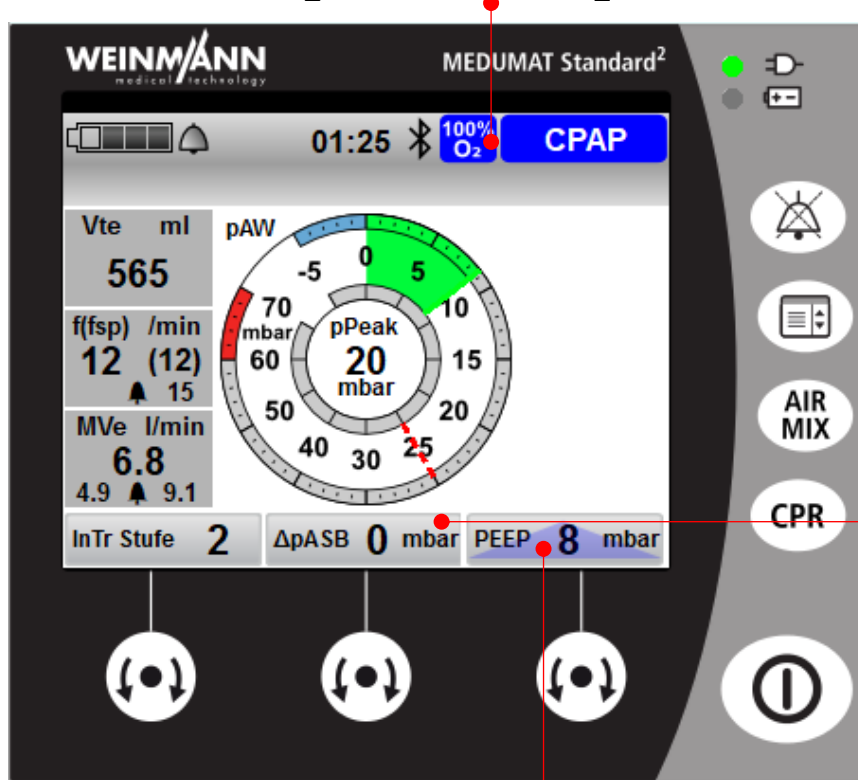
Die Feineinstellungen sind nicht in der Hauptmaske erreichbar, sondern müssen über Menü / Beatmungsparameter eingestellt werden.

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



Oxygenierungsstörung (Lungenödem, Pneumonie)

- CPAP mit FiO₂: NoAirMix O₂ 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

Beatungsmodus: CPAP
PEEP (nach Komfort und Oxygenierung): 5/7/10 mbar
FiO₂: 0,4–1,0

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

Ziel- und Erfolgskriterien

Ziel-SpO₂: > 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

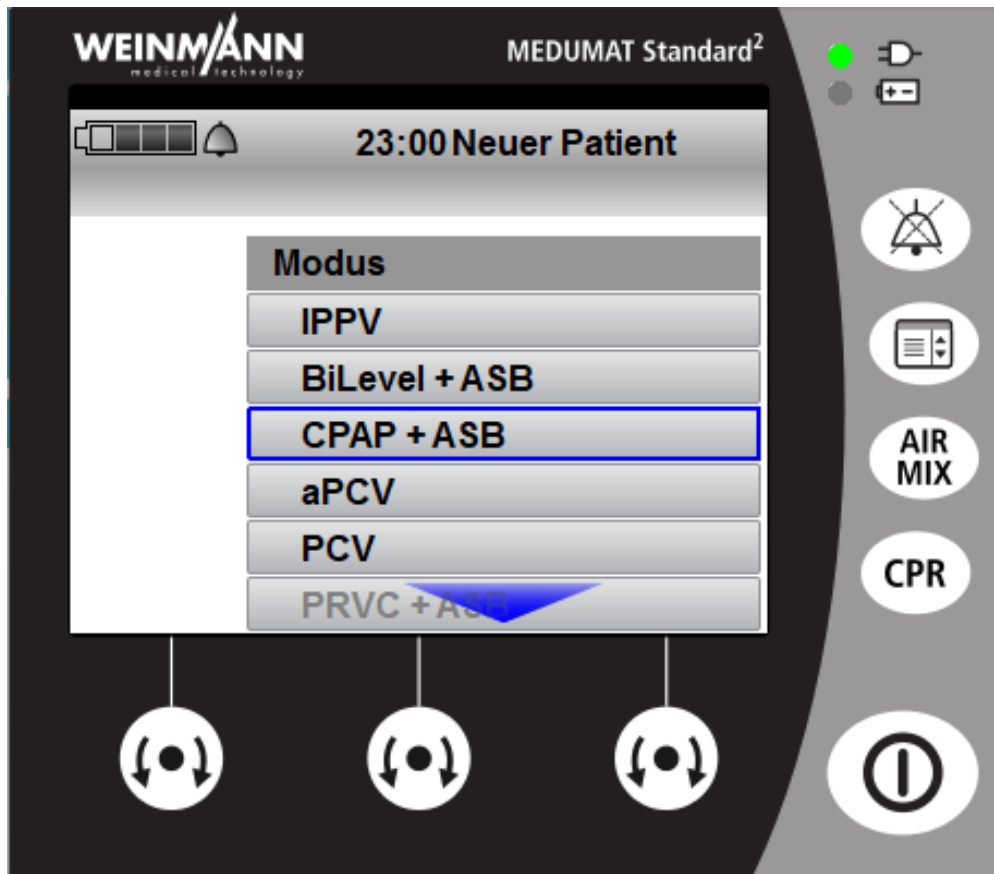
Die S2k Leitlinie NIV gibt generell keine Parameter / Geräteeinstellungen vor

CPAP (kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck)

Continuous Positive Airway Pressure

+ ASB (assistiere Spontanatmung)

Assisted Spontaneous Breathing ($\triangleq$ Pressure Support Ventilation)



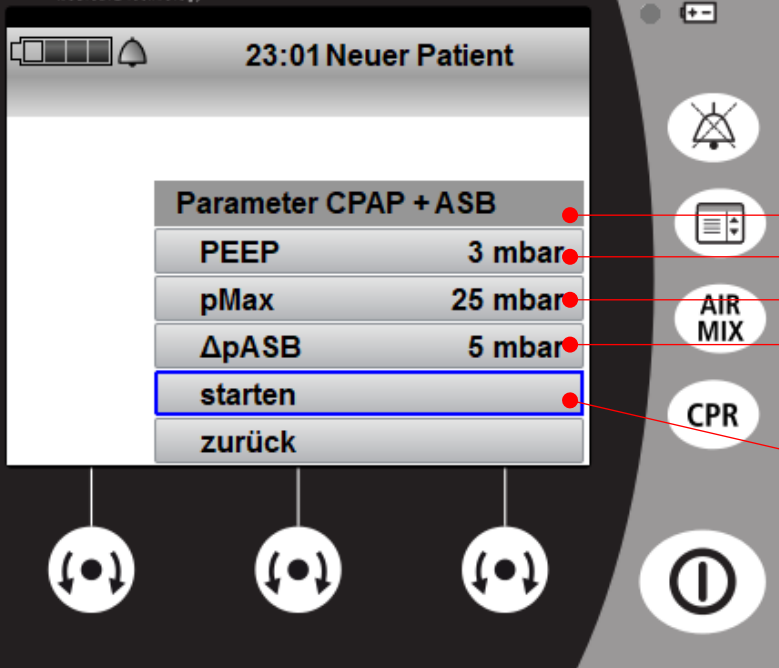
C = Continuous: während Inspiration und Expiration PEEP erzeugt einen expiratorischen Widerstand und hält die Atemwege während der Inspiration offen
Verbesserte Oxygenierung, aber: erschwerte Atmung

daher: Pressure Support (PS) bei der Inspiration

Δp_{ASB} : 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: $PEEP + \Delta p_{ASB} (5 + 8 = 13 \text{ mbar } p_{Insp})$

Terminologie: $\Delta p_{ASB} = \Delta p_{supp} = PS$



Ventilationsstörung aeCOPD / Asthma

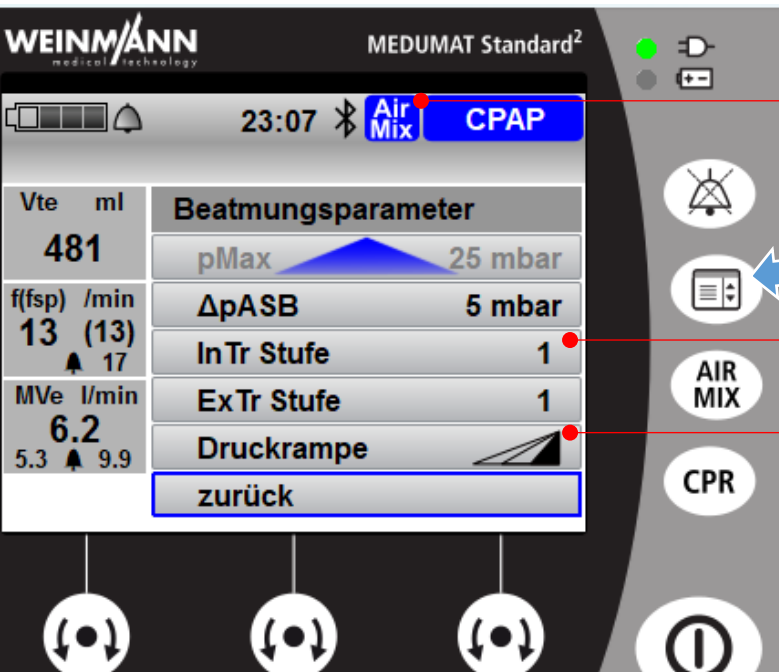
Exazerbierte COPD Herstellerempfehlung Weinmann modifiziert nach KERNER

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!



- FiO₂:0,4–1,0

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

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 (expiratorisches 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



Ventilationsstörung z.B. COPD

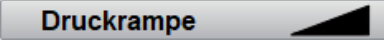


Oxygenierungstörung z.B. Lungenödem

⚠ aber wähle FiO₂ stets abhängig SpO₂ bzw. Stärke Dyspnoezeichen

möglichst niedriger Trigger: Stufe 1

steiles Flussprofil

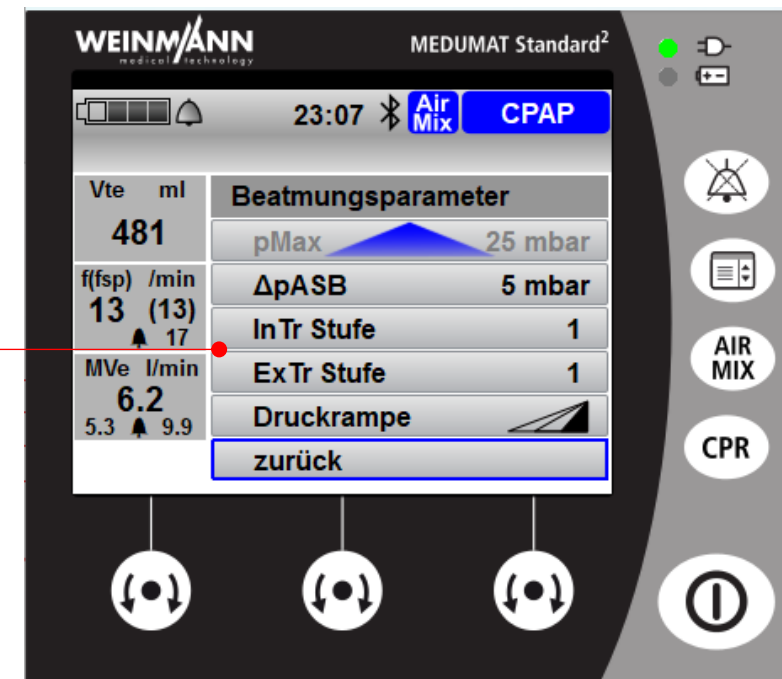
flache Rampe  hingegen verlangsamt den Druckanstieg bei der Inspiration: evtl. wird hierdurch der Spitzendruck nicht erreicht, CO₂ steigt an, Begünstigung Atelektasen aber: flaches Profil reduziert bei einigen Patienten das Atemnotgefühl

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	mittel, 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
FiO₂: 0,4–1,0

Ziel- und Erfolgskriterien

Ziel-SpO₂: > 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

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
FiO₂: 0,4–1,0

Ziel- und Erfolgskriterien

Ziel-SpO₂: > 85 % Check
Abnahme der Dyspnoe Check
sinkende Atem- und Herzfrequenz Check
ggf. Verbesserung der Vigilanz Check

Eskalationsstufen

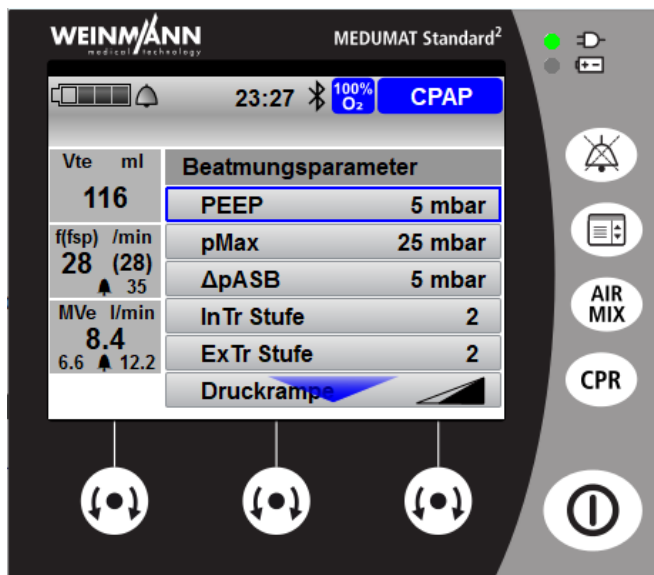
Bei drohender respiratorischer Erschöpfung Beatmungsmodus BiLevel (z.B. PEEP: 5 mbar, pInsp: 20 mbar) einstellen.
Unverzügliche Intubation bei ausbleibender klinischer Besserung oder Eintreten der Kontraindikationen!

Cave

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

CPAP + ASB

Kurzübersicht Schnellstart CPAP + ASB



modifiziert nach **FANDLER / GOTTHARD**

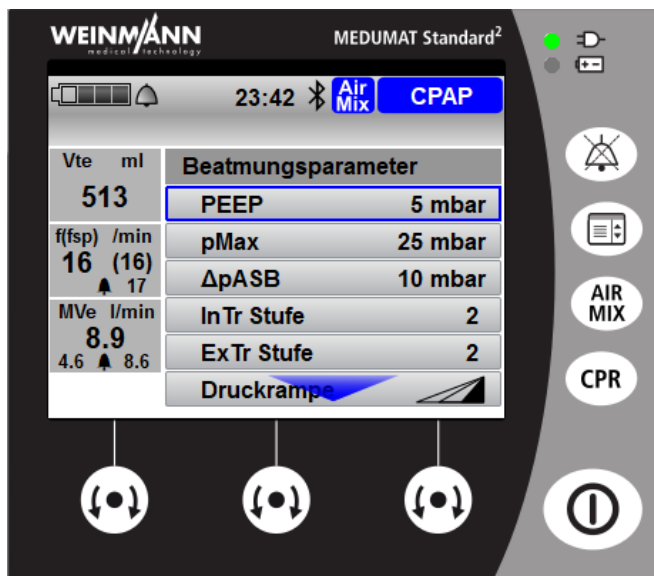
„Unklare 4:00-Uhr-Früh-NIV | 5 – 5 – 100“ (**gemischte ARI**)

= Diagnose nicht 100%ig klar, z.B. akute Herzinsuffizienz oder aeCOPD?

PEEP 5
ΔpASB 5
FiO₂ 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)
FiO₂ AirMix

mittlerer Trigger
mittlere Druckrampe
pMax 25

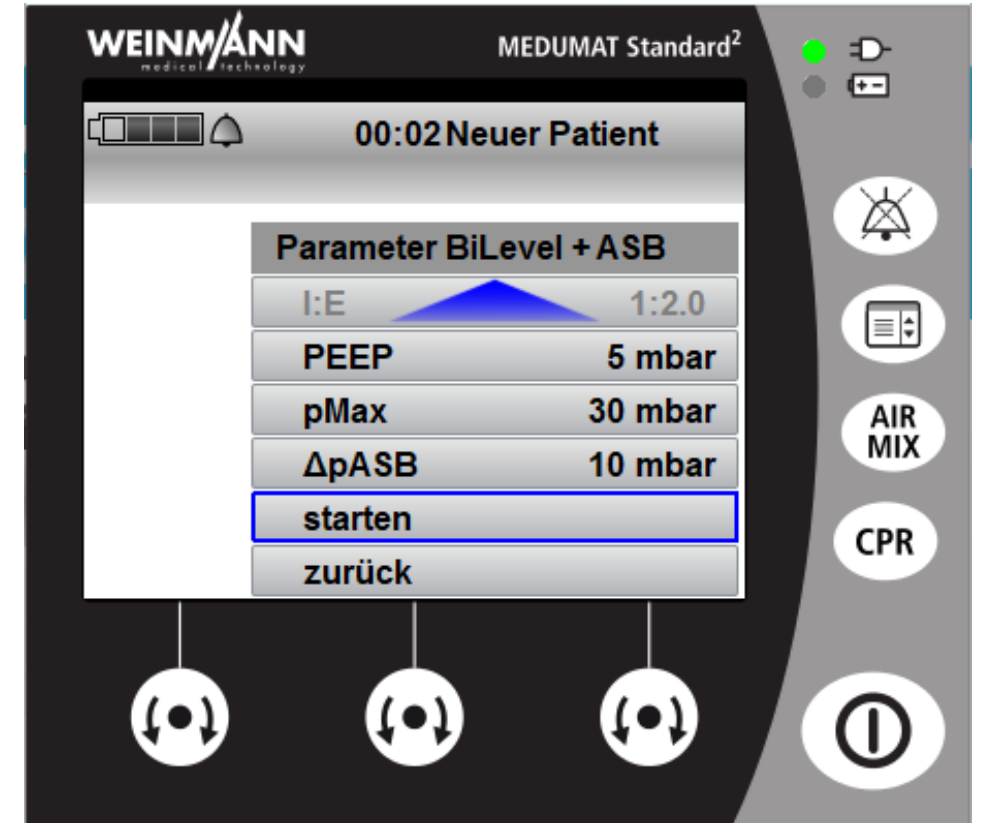
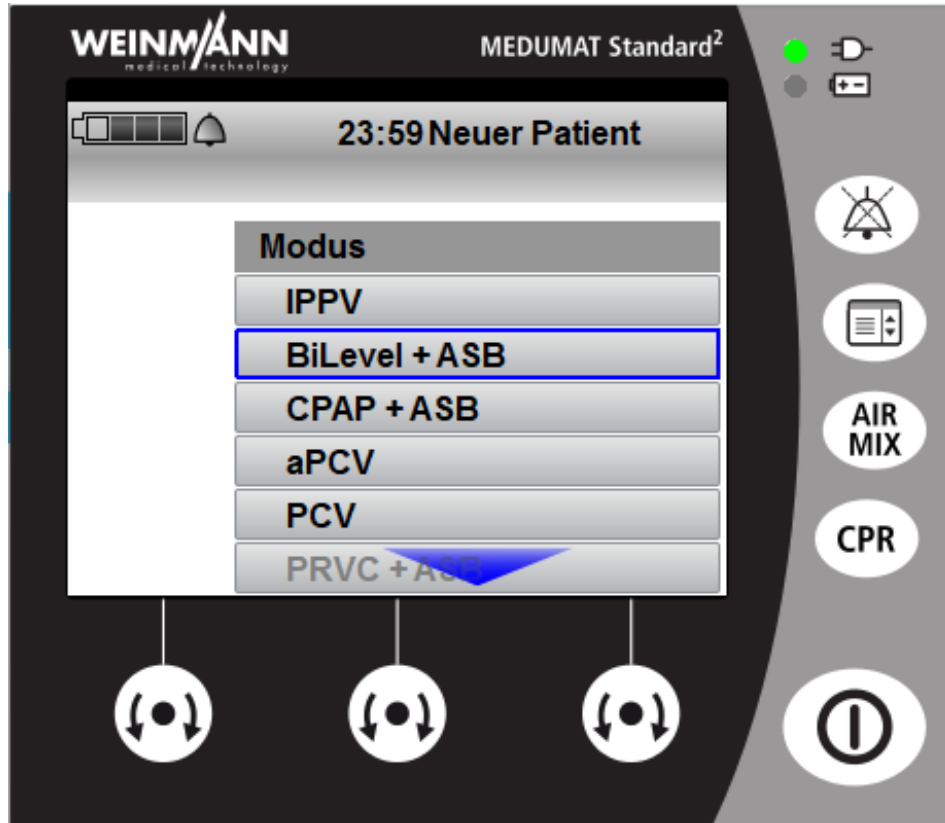
Atemantrieb bei chronischer Hypoxämie primär über Sauerstoffpartialdruck (pO₂) geregelt.

Gewissenhafte Titration FiO₂ bei Ventilationsstörung dringend empfohlen!

hohe inspiratorische Sauerstofffraktion (FiO₂):

- Hypoventilation
- Verschlechterung hyperkapnischen Atempumpenversagens
- respiratorische Azidose

BiLevel (bisphasischer positiver Atemwegsdruck) + ASB (assistierte 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, pl_{insp}: 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, plnsp: 20 mbar) einstellen.

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

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

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

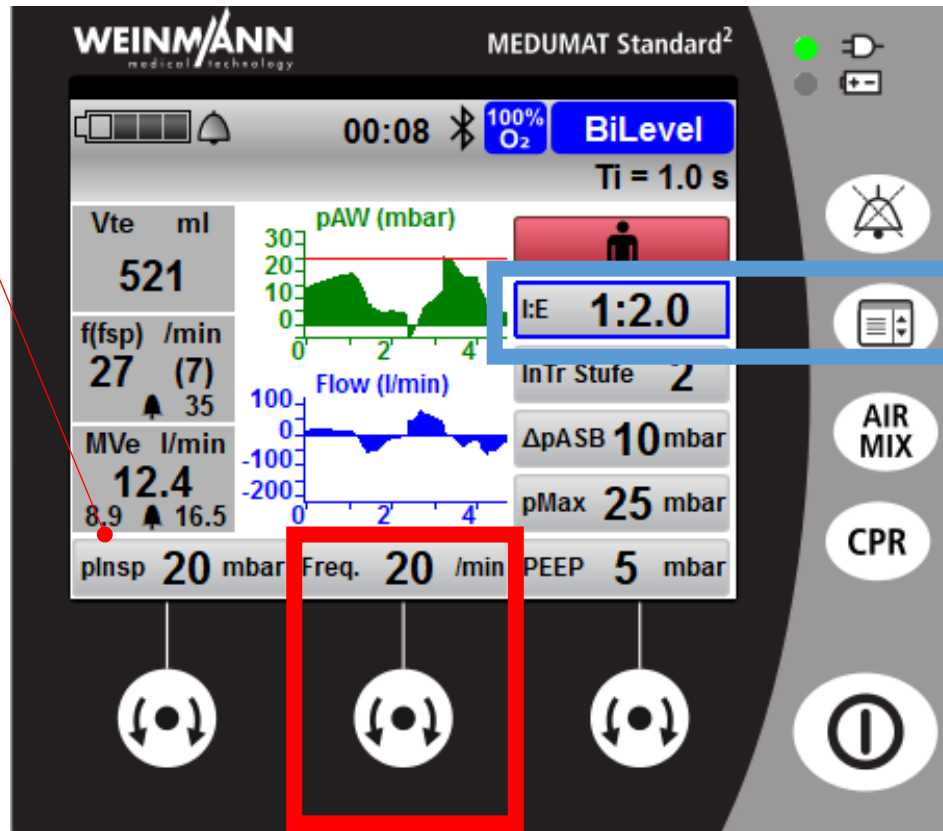
plnsp (P_{insp}) ist der eingestellte Zielwert der Inspiration. Der pMax hingegen ist der eingestellte Höchstwert für In- und Expiration (pMax „sticht“ ggf. einen höheren plnsp, bei Überschreiten des pMax wird abgeblasen).

Δp_{ASB} wird nie höher als plnsp gewählt.

⚠ driving pressure = plnsp $\cdot$ PEEP, Druck-Differenz zwischen PEEP und plnsp soll 15mbar nie überschreiten (Lungenprotektion) [1]

Nota bene: plnsp $\neq$ Δ plnsp (Δ plnsp = plnsp $\cdot$ PEEP)
plnsp = IPAP (Inspiratory Positive Airway Pressure)

Erschöpfte Atempumpe: BiLevel



pAW: Atemwegsdruck

Ti: Inspirationszeit

Inspiration : Expiration

Standard 1:2

Medumat mandatorisch 1:1,7
bzw. triggerabhängig $\pm 10\%$

differenzierte Einstellung
Ventilationsstörung /
Oxygenierungsstörung
notwendig

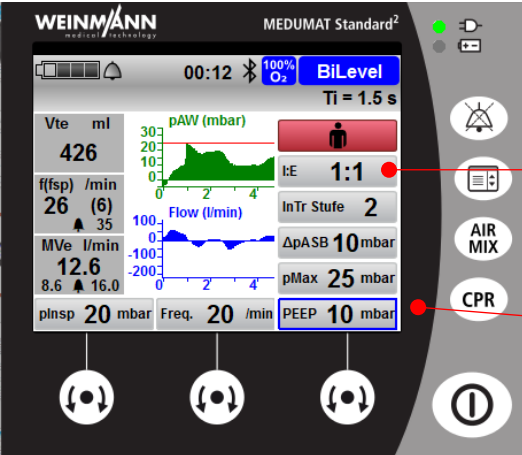
BiLevel mit hoher Beatmungsfrequenz wählen, z.B. 20/min

→ Patient spürt durch die hohe Frequenz, dass ihm die Atemarbeit abgenommen wird

GRÜNEWALDT / FRANZEN „Faustformel zur NIV-Einleitung“ COPD
5 – 10 – 15 (PEEP 5 – Δp_{ASB} 5 – **Frequenz 15**)

BiLevel meist bessere Toleranz des Patienten

BiLevel
+ ASB

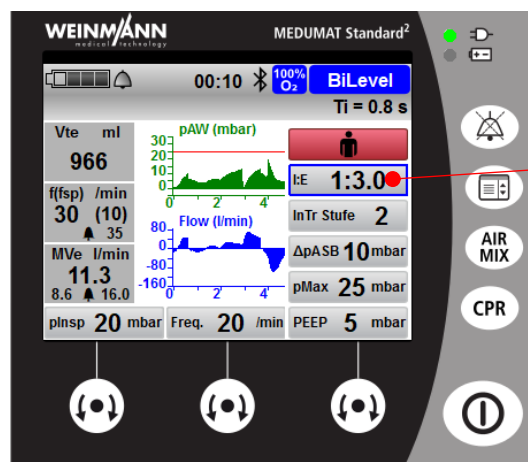
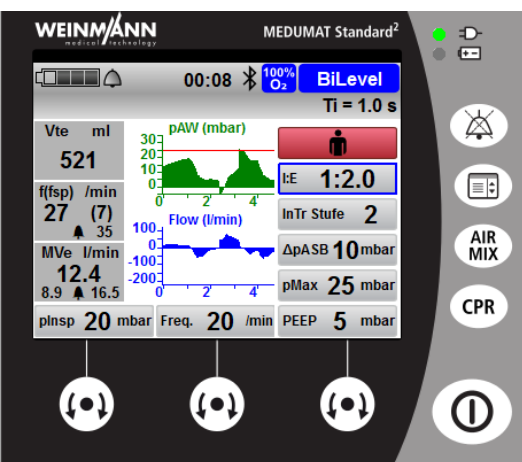


I : E

Hypoxämisches respiratorisches Versagen Setting

I : E 1 : 1 gegenüber dem Standard 1:2
Verschiebung Verhältnis zugunsten Inspiration
→ Verbesserung Oxygenierung

höherer PEEP, z.B. 10mbar

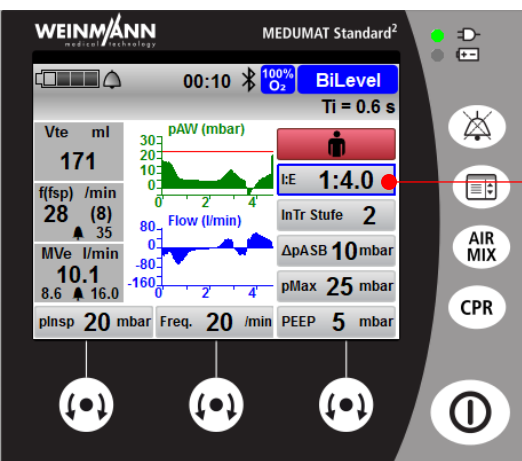


Ventilationsversagen COPD-Setting

I : E muss ausreichend hoch eingestellt sein
mindestens 1 : 2 – 1 : 3

PEEP maximal 5 – 7mbar

Δp_{ASB} nicht unter 10mbar (häufig 15mbar)
bei schwerer Atemnot mit 100% O₂ einsteigen,
FiO₂ ggf. später reduzierbar



Ventilationsversagen Asthma-Setting

I : E 1 : 4 (einstellbarer Maximalwert)

verlängerte Expirationszeit:

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)

Kurzübersicht Schnellstart

Parameter initial	Ventilationsstörung - Asthma - aeCOPD	gemischte ARI - intermediate - unklar	Oxygenierungsstörung - Lungenödem - Pneumonie - CO-Intoxikation
PEEP			
Δp_{ASB} / PS / Δp_{supp}			
FiO₂			
I : E			

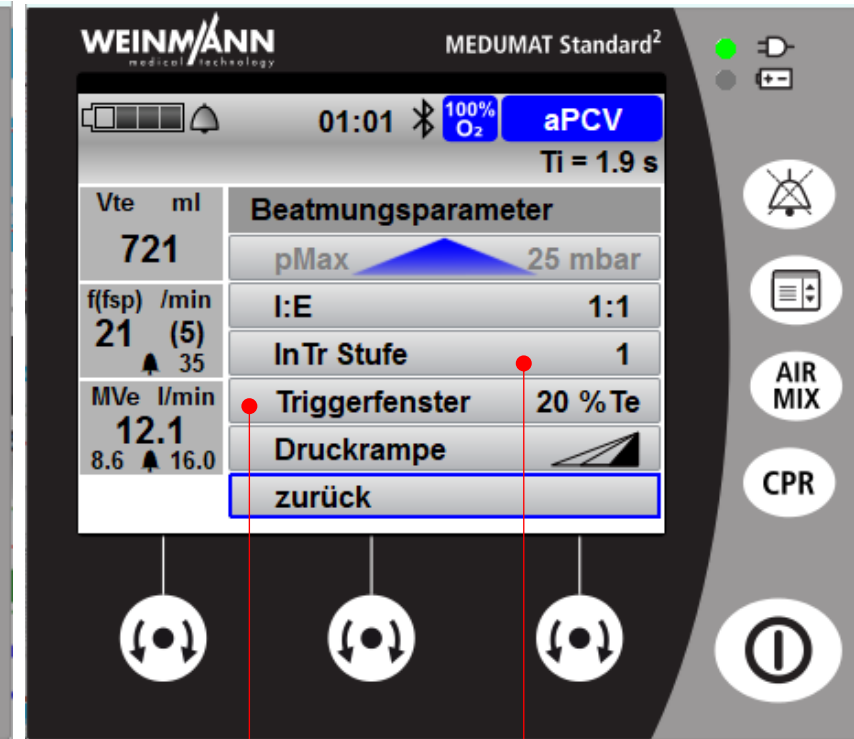
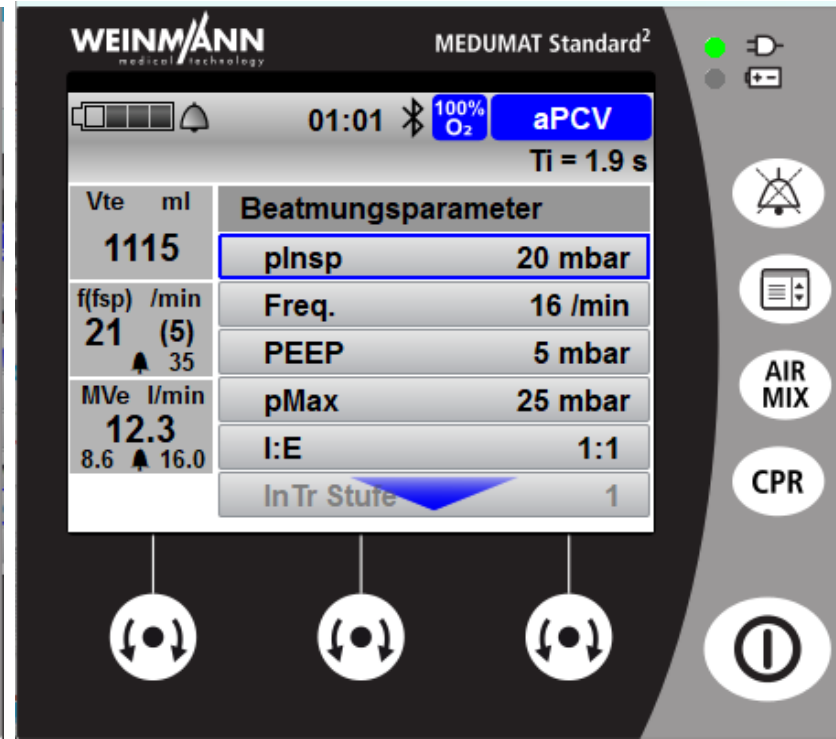
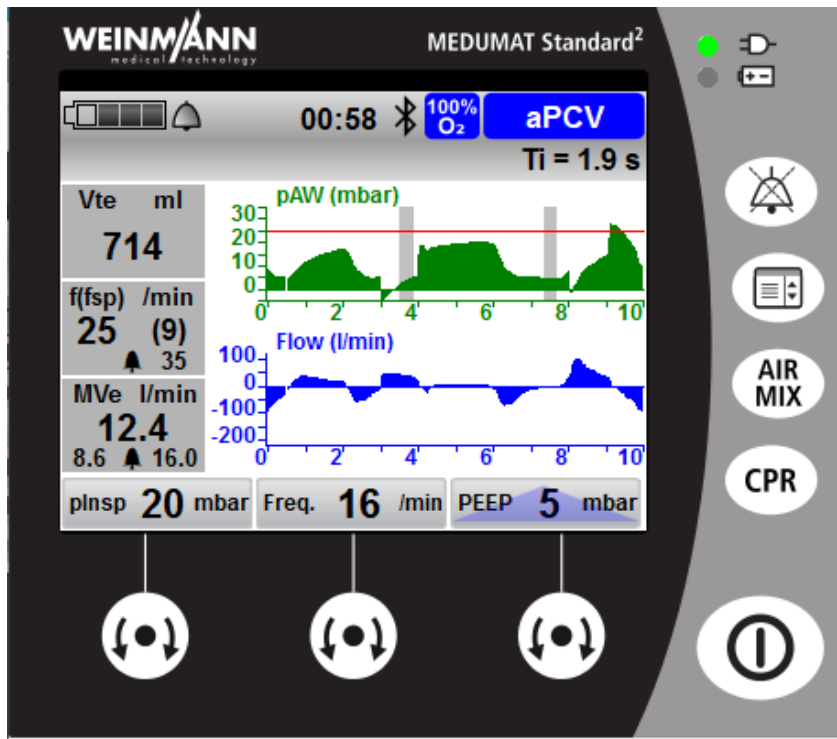
pMax stets 25-30mbar; Frequenz 15 – 20/min

Parameter initial	Ventilationsstörung - Asthma - aeCOPD	gemischte ARI - intermediate - unklar	Oxygenierungsstörung - Lungenödem - Pneumonie - CO-Intoxikation
PEEP	3 – 5	5	8 – 10
Δp_{ASB} / PS / Δp_{supp}	8 – 15	5	3 – 5
FiO₂	AirMix	100% NoAirMix	100% NoAirMix
I : E	COPD 1 : 2 – 1 : 4 Asthma	1 : 2	1 : 1

aPCV

assisted Pressure Control Ventilation

exemplarische Einstellung, Orientierung an den Einstellungen für BiLevel



Triggerfenster von 0% - 100% der Expirationzeit 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.

Sedierung: Optionen Bayern

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

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]

➤ www.einsatztaktik.de/medikamente/

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

- Mastzellen: Histaminliberation → Bronchokonstriktion ⚠
- 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]; antagonistisierbar, anxiolytisch, lang erhaltene Schutzreflexe

▪ **Midazolam** (Dormicum®) 1 – 5mg rep.

keine Anxiolyse, lange HWZ, antagonistisierbar

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

⚠ **keine Kombination von
Sedativa: entweder/oder
Potenzierung Atemdepression**

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

- dissoziative Dosis > 0,5mg/kg – 1mg/kg (analgetische Dosis 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 1/2 Ampulle / 1ml Kinder + geriatrisch max. 0,5mg/kg
	(i.d.R. 12,5mg) 1/4 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 ⚠ 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]

Monitoring etCO₂ bei Sedierung stets obligat
etCO₂ Medumat nicht in Bayern-Beschaffung vorgesehen → C3

Wie lange reicht der O₂-Vorrat?

⚠ NIV generell sehr hoher O₂-Verbrauch

1. Sauerstoffvorrat

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

2. pneumatische Betriebszeit Respirator

100%
O₂

$$\text{Zeit(min)} = \frac{\text{Sauerstoffvorrat(l)}}{V_t(l) \times f(\text{min}^{-1}) + 0,31}$$

Beispiel

Sauerstoffvorrat	2000 l
V _t	500 ml
f	12 min ⁻¹
Zeit	317 min = 5 h 17 min

Air
Mix

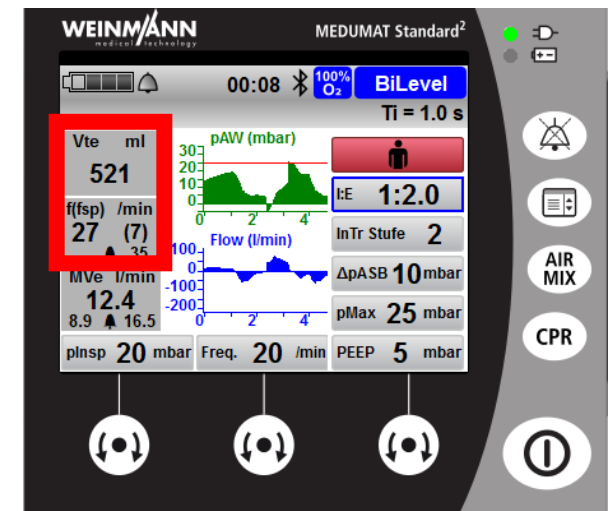
$$\text{Zeit(min)} = \frac{\text{Sauerstoffvorrat(l)} \times 2}{V_t(l) \times f(\text{min}^{-1}) + 0,31}$$

Beispiel

Sauerstoffvorrat	2000 l
V _t	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 V_t × f(fsp) ≠ MV_e wegen unterschiedlicher Tidalvolumina je Beatmungshub/Atemzug



f: totale Atemfrequenz

fsp: Anzahl der spontanen Atemzüge

Freq.: eingestellte Beatmungsfrequenz

Wie lange reicht der O₂-Vorrat?

100% O ₂	Bar	2l-Flasche	ungefähr
	200	54 min	1 h
	175	47 min	$\frac{3}{4}$ h
	150	40 min	
	125	34 min	$\frac{1}{2}$ h
	100	27 min	
	75	20 min	$\frac{1}{4}$ 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:
 $\frac{1}{2}$ Flasche $\triangleq$ 100bar
 $\triangleq \frac{1}{2}$ Restbetriebsdauer $\triangleq \frac{1}{2}$ Stunde usw.

Air Mix	Bar	2l-Flasche	ungefähr
	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	$\frac{1}{2}$ h
	50	27 min	

Ø Musterrechnung (gerundet) mit
 $V_t = 500\text{ml}$
 Frequenz = 15
 Eigenverbrauch = 0,3l

erwäge Umschalten auf AirMix unabhängig von der Stärke der Dyspnoe, wenn Sauerstoff zur Neige geht und kein weiterer Sauerstoff verfügbar / rechtzeitig nachholbar ist ($\text{FiO}_2 60\% > 0\%$)

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

100% O ₂	Bar	10l-Flasche
	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

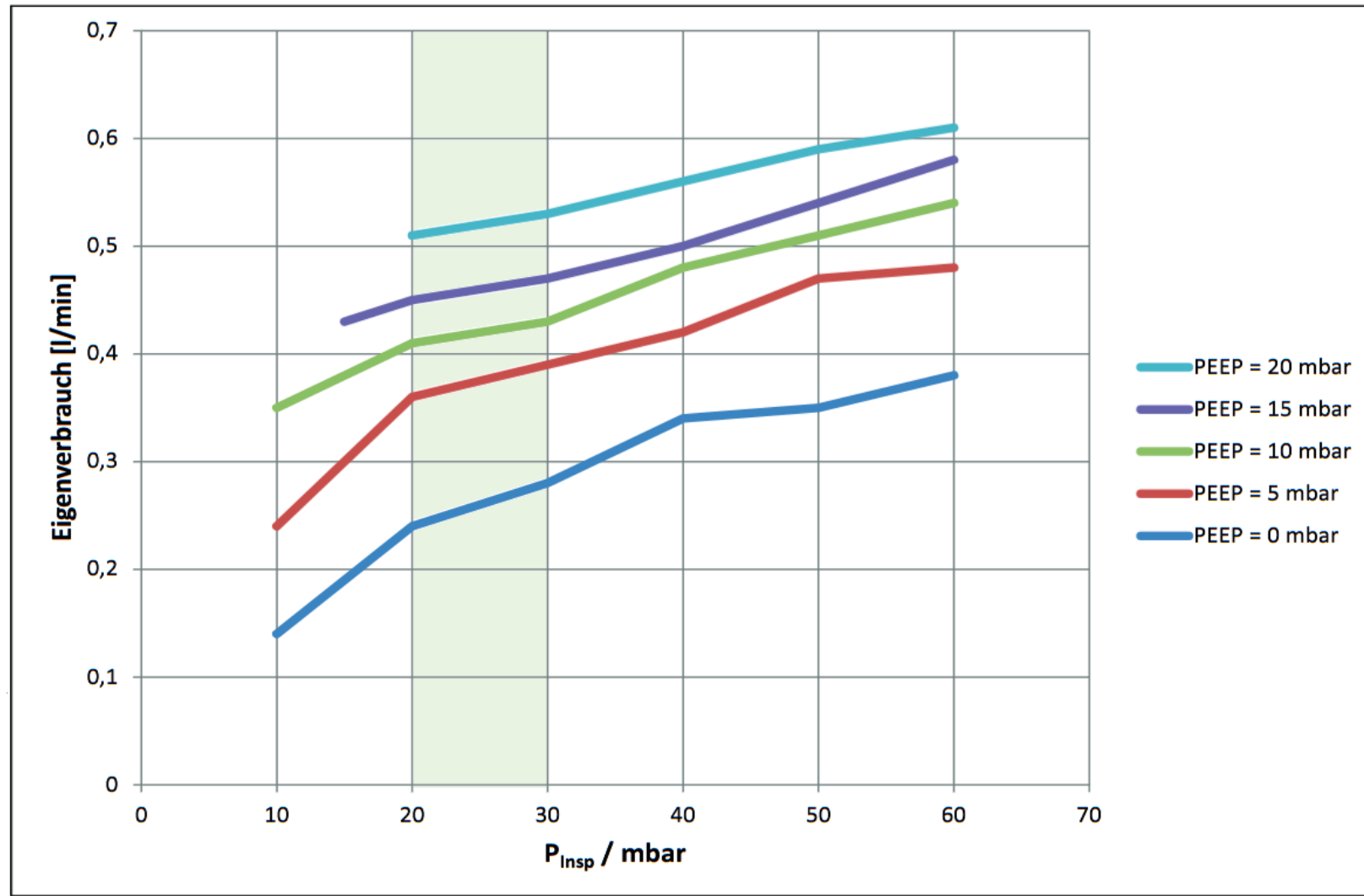
Im Fahrzeug kann eigentlich kein Problem entstehen, egal wie leer die Flasche sein mag.

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

Air Mix	Bar	10l-Flasche
	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 $> 30\text{l/min}$ steigen $\Rightarrow$ kleine 2l-Flasche dann in 10min leer.

Wie lange reicht der O₂-Vorrat?



Der Sauerstoff-Eigenverbrauch des Gerätes korreliert mit

- Höhe PEEP
- Höhe P_{insp}

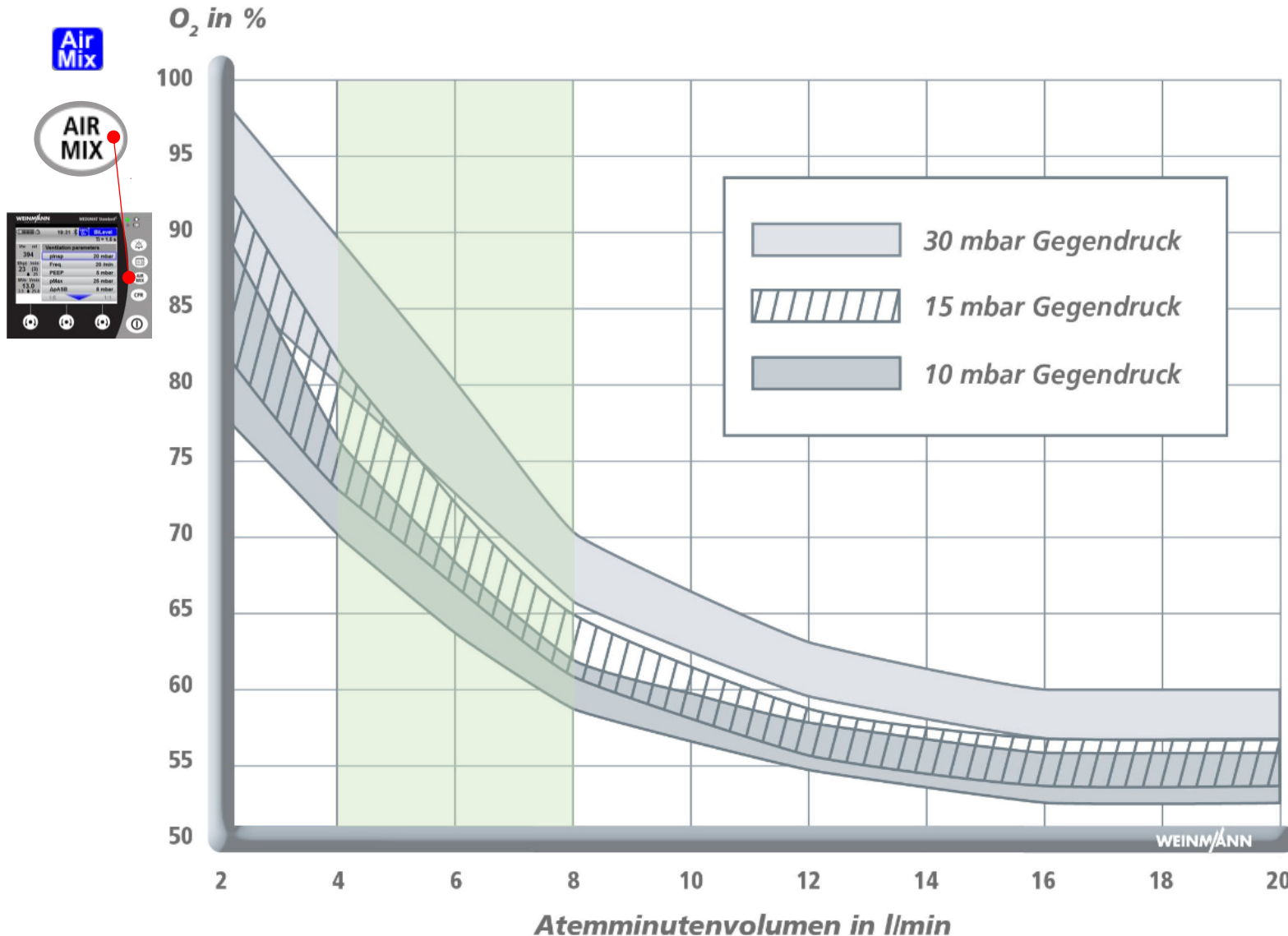
Streng genommen muss für die Berechnung jeweils der höhere Wert statt den 0,3l in der herstellerseitigen Formel angesetzt werden.

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.

FiO₂ in Korrelation Atemminutenvolumen + Gegendruck bei AirMix



Vereinfacht ausgedrückt:

Der FiO₂ liegt im AirMix-Betrieb zwischen 55% - 85%

Vereinfachte Ø-Berechnung:

50% Beimischung Luft → **Ø 60% FiO₂**

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

$FiO_2 = 0,5 \times 100\% + 0,5 \times 21\% = 0,61\%$

Der MEDUMAT Standard² bietet ausschließlich die Einstellmöglichkeiten AirMix und NoAirMix an, Zwischenstufen sind nicht möglich.

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

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+Ipratropium-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 / etCO₂ – auch unter NIV möglich [\[1\]](#)

Quellen

- Kumle, B. et al. (2016): *Umgang mit Notfallrespiratoren*, in: Bernhard, M., Gräser, J. (Hrsg.) (2016): *Notfalltechniken Schritt für Schritt*; 114-130, Stuttgart: Thieme
 - 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
 - Grünewaldt, A., Franzen, K. (2025): *Präklinische Versorgung der akuten COPD-Exazerbation*, in: Notfallmedizin up2date 2025; 20: 45-60, Stuttgart: Thieme
 - Johannes, J. (oD): *Beatmung im Rettungsdienst*, Mainz: DRK Bildungsinstitut Rheinland-Pfalz
 - Schleithoff, E. (2019): *NIV – ganz praktisch*, Heidelberg: Klinikum
 - Sellmann, T., Meyer, J. (2017): *Nichtinvasive Ventilation im Notarzt- und Rettungsdienst. Möglichkeiten und Grenzen*, in: Notfall Rettungsmed 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/presentation/

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/

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 ($\triangleq$ 27 x Deutschland $\triangleq$ 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

“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



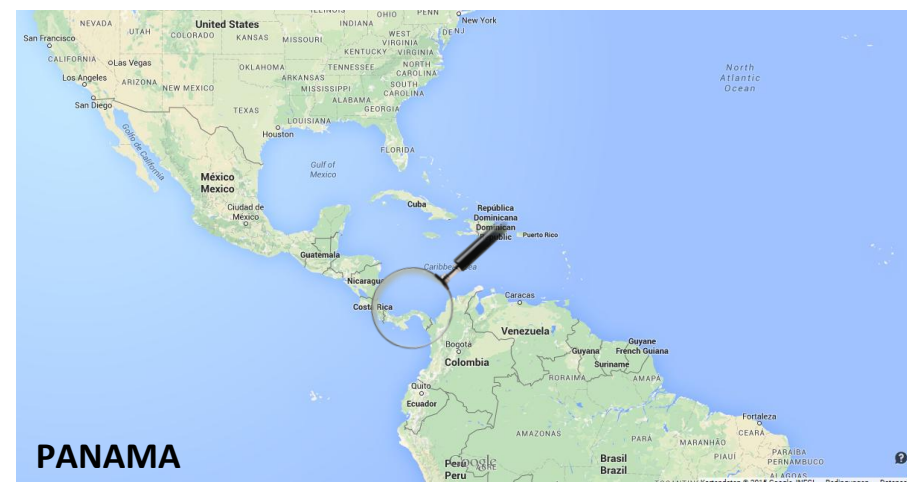
BRANDGERODETE FLÄCHE



BAUM-SETZLINGE

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

Martin Luther zugeschrieben



PANAMA