



# Beatmungsmodi verstehen und vergleichen

Kronberger Liste der Beatmungsmodi

Vorwort .....	3
Vergleichstabelle Parameter .....	6

## **Volumenkontrollierte Beatmungsmodi**

VCV .....	8
PLV .....	10
VC-SIMV .....	12
Optionales VCV .....	14
Flexibles VCV .....	16

## **Druckkontrollierte Beatmungsmodi**

PCV .....	18
BiLevel .....	20
BiLevel ST .....	22
Mand. BiLevel .....	24
PC-SIMV .....	26
PC-APRV .....	28
Optionales BiLevel .....	30

## **Spontane Beatmungsmodi**

CPAP .....	32
PSV .....	34
Dynamisches PSV .....	36
Proportionales PSV .....	38
HFOT .....	40
PAPS .....	42

## **Hybride Beatmungsmodi**

Dynamisches BiLevel .....	44
Duales BiLevel .....	46
Flexibles BiLevel .....	48
Volumenadaptives BiLevel .....	50
Dynamisches BiLevel ST .....	52
Duales BiLevel ST .....	54

**Closed-Loop-Beatmungsmodi**

WOBOV .....	56
ALPV .....	58
INTELLiVENT-ASV .....	60
SmartCare .....	62
Automode .....	63

**Messwerte, Indizes**

P.01: Okklusionsdruckmessung .....	64
RSBI: Rapid Shallow Breathing Index .....	65
MIP: Maximum Inspiratory Pressure .....	66
PEEPi (intrinsischer PEEP) .....	67
RCexp: Expiratorische Zeitkonstante .....	68
Inflektionspunkte: LIP / UIP / PMC .....	69
C20/C -Index .....	70
TPP exp: endexpiratorischer Transpulmonaler Druck .....	71
TPP insp: endinspiratorischer Transpulmonaler Druck .....	71
WOB: Work of Breathing .....	72
Charakteristik der Chatburn-Taxonomie .....	73

**Vorwort**

Die meisten Versuche, eine einheitliche Beatmungssystematik zu finden, sind gescheitert. Gerade eine einfache Zuordnung nach den Kategorien „spontan“, „druckkontrolliert“ oder „volumenkontrolliert“ werden insbesondere modernen Beatmungsmodi wie Dynamisches BiLevel oder Closed-Loop-Modi wie IntelliVent-ASV nicht gerecht. Eine solche Nomenklatur ist somit kaum geeignet, dass der Anwender die klinische Eignung einordnen kann. Im Bemühen, für den Leser geeignete Kategorien zu finden, wurde folgendes Cluster gewählt:

## **Volumenkontrollierte Beatmungsmodi**

Bei der volumenkontrollierten Beatmung wird das eingestellte Tidalvolumen (Atemzugvolumen) unabhängig der Atemwiderstände oder der Dehnungsfähigkeit der Lunge appliziert. Die Beatmungsdrücke ergeben sich nach der aktuellen Resistance und der Compliance.

## **Druckkontrollierte Beatmungsmodi**

Bei der druckkontrollierten Beatmung wird ein konstantes Druckniveau für die Inspiration (P<sub>insp</sub>) gewählt. In Abhängigkeit der Compliance ergibt sich das applizierte Tidalvolumen.

## **Spontane Beatmungsmodi**

Zur Unterstützung einer noch nicht ausreichenden Spontanatmung unterstützen spontane Beatmungsmodi das Offenhalten der Alveolen oder reduzieren die erhöhte Atemarbeit des Patienten.

## **Hybride Beatmungsmodi**

Als Weiterentwicklung der druckkontrollierten Beatmung kombinieren hybride Beatmungsmodi die bekannten Vorteile von druckkontrollierten Beatmungsformen mit den Vorzügen einer volumenkonstanten Beatmung. Dabei definieren die Anwender über die Einstellparameter ein sicheres Fenster, innerhalb dessen sich die Druckniveaus selbständig an die jeweiligen Veränderungen anpassen können.

## **Closed-Loop-Beatmungsmodi**

Unter Closed-Loop-Modi können Beatmungsformen zusammengefasst werden, welche sich durch komplexe Algorithmen oder unterschiedliche Einflusskriterien selbständig an die aktuelle Patientensituation anpassen können.

---

Den Autoren ist bewusst, dass sich ähnliche Beatmungsformen oft in kleinen Details unterscheiden. Gleichfalls können auch Beatmungsformen durch Einstellung der Parameter (z.B.: PSV mit Druckunterstützung von 0 = CPAP) modifiziert werden. Im Sinne der Vergleichbarkeit wurden diese Details aber sorgfältig abgewogen, sowie gewertet, und dann den entsprechenden Kategorien zugeordnet.

Zusätzlich wurde auch die neue Klassifizierung von Robert L. Chatburn mit aufgenommen, welche zunehmend zur Beschreibung und zum Vergleich von Ventilatoren angewendet wird.

Wir bedanken uns für die Unterstützung des RespiCode Trainings- und Simulationszentrums Karlsruhe, sowie der Firmen Salvia medical und Löwenstein Medical.

Karlsruhe, im September 2017  
Peter Kremeier, Christian Woll

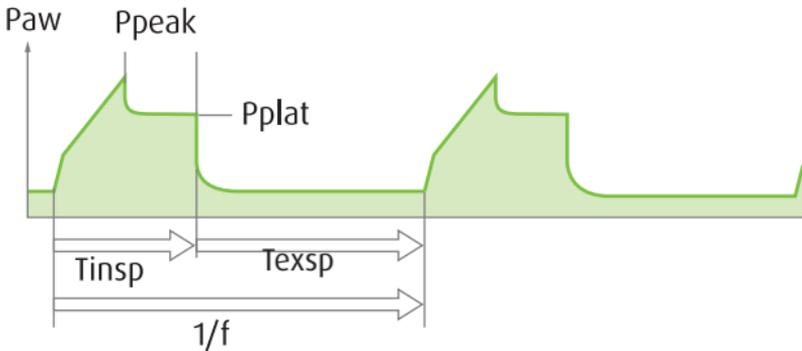
## Vergleichstabelle: Parameter

Prozentualer Anteil des inspiratorischen <b>Sauerstoffangebotes</b> .	O <sub>2</sub>	FI <sub>O</sub> <sub>2</sub>	Sauerstoff
<b>Inspirationszeit</b> von mandatorischen Modi. In Kombination mit der Atemfrequenz ergibt sich das Atemzeitverhältnis (I:E) und die Expirationszeit. Zusammen mit der Atemfrequenz beeinflusst die Inspirationszeit den Beatmungsmitteldruck.	T <sub>insp</sub>	T <sub>i</sub>	T hoch
Höhe des oberen <b>Druckniveaus</b> aufbauend auf dem PEEP.	P <sub>insp</sub>	IPAP	P <sub>i</sub>
Eingestellte <b>Druckunterstützung</b> aufbauend auf dem PEEP-Niveau.	PS	ASB	Psupport
Das <b>Tidalvolumen</b> ist das eingestellte Volumen, das pro Atemhub appliziert werden soll.	TV	VT	
Als <b>Bias-Fluss</b> ermöglicht der Byflow die Entnahme des eingestellten Triggerflows und stellt gleichzeitig eine Art „Flowreservoir“ für den spontanatmenden Patienten dar. Die Byflow-Funktion ist in allen Beatmungsmodi verfügbar. Die Einstellung kann erhöht werden, wenn das dynamische Verhalten des Geräts während oder nach einer Triggerung bei ungeblockten Tuben unbefriedigend ist oder eine CO <sub>2</sub> -Rückatmung beim Einsatz eines Beatmungshelms verhindert werden soll.	Byflow	Basisflow	Flowby

<p><b>Umschaltkriterium</b> für die <b>Exspiration</b> von druckunterstützenden Modi. Der druckunterstützte Beatmungshub wird beendet, wenn der Flow zum Patienten (gemessen in Prozent des höchsten PS-Flows) auf den vorgegebenen PS-Endflow zurückfällt.</p>	PS End-flow	$E_{\text{SENS}}$	ETS
<p>Sicherheitseinstellung für druckunterstützende Modi: <b>maximale Dauer</b> der inspiratorischen Phase für die <b>Druckunterstützung</b>, wenn die Umschaltung durch die PS Endflow-Einstellung nicht erfolgt.</p>	PS TI max	Timax	
<p>Mit dem „Volumen Support“ wird der Umfang der <b>Kompensation</b> der <b>Compliance</b> eingestellt. Die Druckunterstützung ist proportional zum inspiratorischen Atemzugvolumen.</p>	Volume support	Volumen Assist	VA Max
<p>Mit dem Flow Support wird der Umfang der <b>Kompensation</b> der <b>Resistance</b> eingestellt. Die Druckunterstützung ist proportional zum Flow.</p>	Flow Support	Flow Assist	FA Max
<p><b>Weaningindikator.</b> Gemessen wird die maximale Einatemanstrengung eines Patienten nach vorheriger Ausatmung während einer verlängerten Expiration.</p>	MIP	NIF	

## VCV: Volumenkontrollierte Beatung Volume Controlled Ventilation

Chatburn Taxonomie: VC-CMV



Klassische zeitgesteuerte volumenkontrollierte Beatung mit festem, mandatorischem Minutenvolumen. Die komplette Atemarbeit wird dabei durch den Intensivventilator übernommen. Durch Aktivierung des Triggers und Einstellen des Triggerniveaus werden die mandatorischen Hübe mit den spontanen Atembemühungen synchronisiert und können ggfs. zusätzliche mandatorische Atemhübe ausgelöst werden. Eine therapeutisch angestrebte kontrollierte Hyperventilation ergibt sich aus dem gesicherten Atemminutenvolumen (Atemfrequenz x Tidalvolumen) bei entsprechend angepasster Analgosedierung.

### Einstellbare Basisparameter:

- Atemfrequenz ( $f$ )
- Tidalvolumen ( $V_t$ )
- Druckbegrenzung ( $P_{max}$ )
- Atemzeitverhältnis (I:E), oder Inspirationszeit ( $T_{insp.}$ )
- Inspiratorisches Sauerstoffangebot ( $O_2$ )
- PEEP