



## Beatmungsmodi

Invasiv und nicht-invasiv  
Servo-i 8.0



# Inhalt

<b>Einführung</b>	<b>4</b>
<b>Wichtige Beatmungseinstellungen – invasive Beatmung</b>	<b>9</b>
<b>Volumenkontrolle (VC)</b>	<b>15</b>
<b>Druckkontrolle (PC)</b>	<b>19</b>
<b>Druckregulierte Volumenkontrolle (PRVC)</b>	<b>23</b>
<b>Druckunterstützung (PS)</b>	<b>27</b>
<b>Volumenunterstützung (VS)</b>	<b>32</b>
<b>NAVA und NIV NAVA</b>	<b>37</b>
<b>Bi-Vent/APRV</b>	<b>48</b>
<b>Automode®</b>	<b>50</b>
<b>Synchronisierte intermittierende mandatorische Beatmung (SIMV)</b>	<b>52</b>
<b>Nicht-invasive Beatmung – NIV</b>	<b>56</b>
<b>Alarme</b>	<b>64</b>
<b>NIV-Druckunterstützung</b>	<b>65</b>
<b>CPAP nasal</b>	<b>71</b>

# Einführung

Bei einem Patienten mit unzureichender Atmung ist eine künstliche Beatmung erforderlich, die den Gasaustausch herbeiführt. Das Beatmungsmuster muss an den Bedarf des Patienten nach Sauerstoffzufuhr (Oxygenierung) und CO<sub>2</sub>-Elimination angepasst werden. Das Servo-i Beatmungssystem liefert Beatmungsmodi, die Ärzte perfekt an den Bedarf von Patienten anpassen können.

**Dieser Taschen-Leitfaden behandelt nur ausgewählte Themen und kann das Benutzerhandbuch nicht ersetzen.**

## Übersicht der Beatmungsmodi

### Invasive Modi

Kontrollierte Modi	Unterstützte Modi	Kombinationsmodi
VC	PS	Automode: VC-VS PC-PS PRVC-VS  SIMV: VS-PS VC-PS PRVC-PS  Bi-Vent/APRV
PC	VS	
PRVC	NAVA	

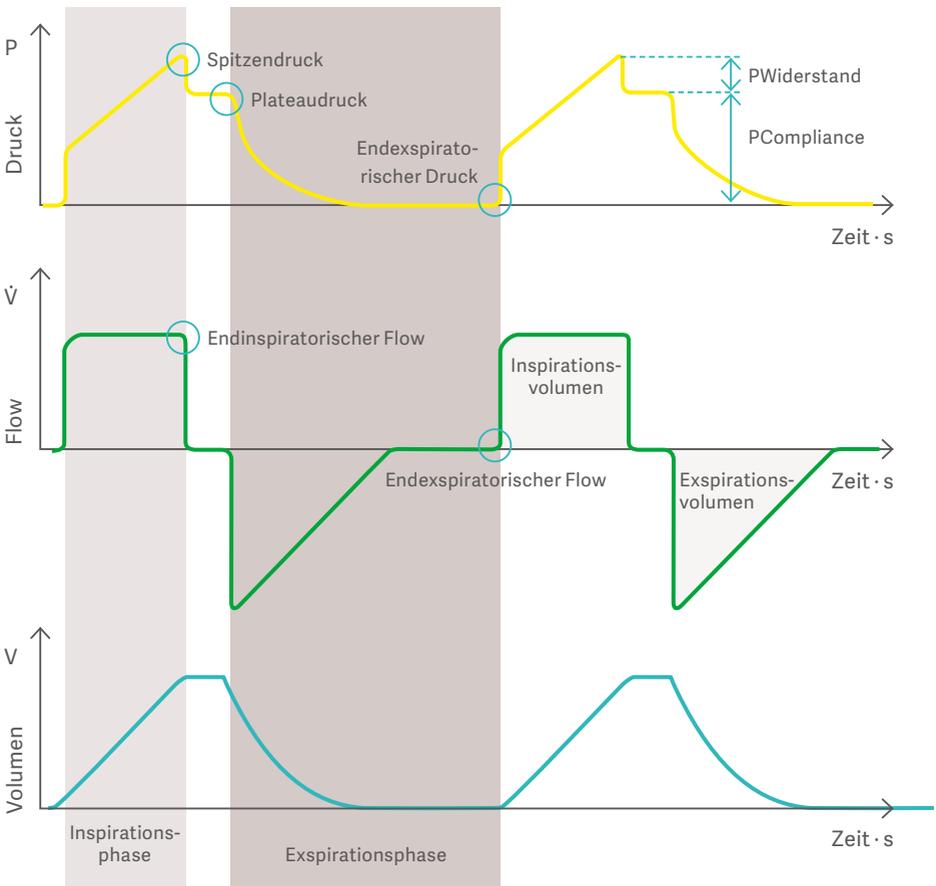
### Nicht-invasive Modi

Unterstützte Modi	Kontrollierte Modi
NIV PS/CPAP	NIV-PC
NIV NAVA	
CPAP nasal	

# Flowverlauf

## – Volumenkontrollierte Beatmung

Während der Inspiration ist der Flowverlauf im Modus „Volumenkontrolle“ und „SIMV (VC)“ konstant. Während der Pause ist der Flow null. Zu Beginn der Expiration ist der Flow groß. Er wird immer kleiner und erreicht am Ende der Expiration den Wert null.



# Einführung

In der Volumenkontrolle kann ein dezelerierender Flow eingestellt werden. Die Volumenkontrolle mit alternativem Flowverlauf wird in der Startkonfiguration aktiviert.

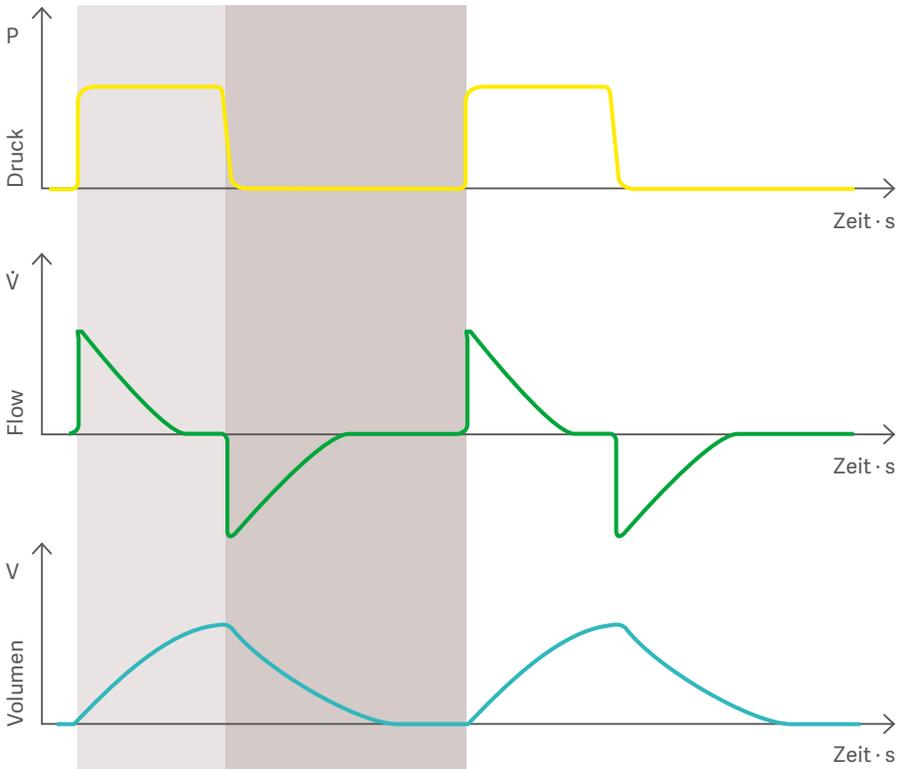
The screenshot displays the 'Set Ventilation Mode' screen of a ventilator. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Includes 'Volume Control', 'Automode', 'Admit patient', 'Nebulizer', and 'Status'.
- Mode Selection:** 'Volume Control' is selected, with 'Automode' and three waveform icons below it.
- Parameters:**
  - Basic:** Tidal Volume (500 ml), Resp. rate (15 1/min), PEEP (5 cmH<sub>2</sub>O), O<sub>2</sub> conc. (40 %).
  - Insp. times:** TI (0.90 s), T pause (0.10 s), T insp. rise (0.15 s).
  - Trigger:** Trigg. Flow (5).
  - Flow pattern:** A graph showing a decelerating flow pattern with a value of 25 %.
- Summary:** IE 1:3.0, MV 7.5 l/min, Vpeak 55.1 l/min.
- Right Panel (Vital Signs):** Displays real-time data: Ppeak (34 cmH<sub>2</sub>O), Pmean (12 cmH<sub>2</sub>O), PEEP (5 cmH<sub>2</sub>O), RR (15 1/min), O<sub>2</sub> (%) (41), IE (1:2.0), MVe (7.3 l/min), VTI (496 ml), VTe (490 ml).
- Bottom:** 'Cancel' and 'Accept' buttons.

# Flowverlauf

## – Druckkontrollierte Beatmung

In den Modi Druckkontrolle, druckregulierte Volumenkontrolle (PRVC), Druckunterstützung, Volumenunterstützung, SIMV (PRVC) mit Druckunterstützung und SIMV (PC) mit Druckunterstützung nimmt der Flow ab, während der Druck konstant bleibt.

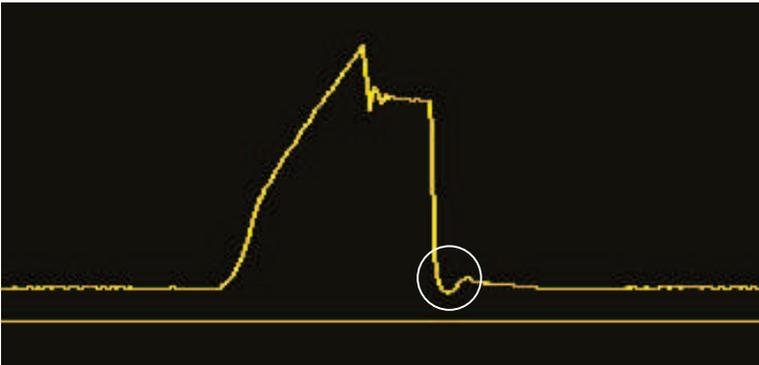


## Schnelles PEEP/Expirationsventil

Das PEEP-Ventil bzw. das Expirationsventil der Servo Beatmungsgeräte arbeitet extrem schnell und ermöglicht eine schnelle und genaue Regelung.

Um ein schnelles Ausatmen zu ermöglichen, wird das Expirationsventil zu Beginn der Ausatmung für eine sehr kurze Zeit vollständig geöffnet.

Daraufhin sinkt der Druck im Atemsystem vorübergehend unter den eingestellten PEEP-Wert, der intrapulmonale Druck wird jedoch über dem PEEP-Niveau gehalten.



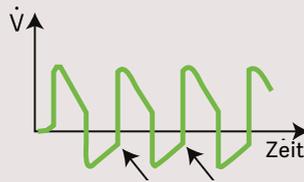
# Wichtige Beatmungseinstellungen – Invasive Beatmung

## PEEP

Der positive endexpiratorische Druck (PEEP) kann im Bereich von 0–50 cmH<sub>2</sub>O eingestellt werden. Ein positiver endexpiratorischer Druck wird in den Alveolen aufrechterhalten und kann den Kollaps der Atemwege verhindern.

### Auto PEEP

Falls die Atemfrequenz hoch oder die Expirationszeit nicht lange genug eingestellt ist, besteht das Risiko eines Auto-PEEP. Der Patient hat nicht genügend Zeit zum Ausatmen und es geht aus der Flowkurve hervor, dass der Fluss nicht auf null zurückgeht, bevor der nächste Atemzug beginnt.



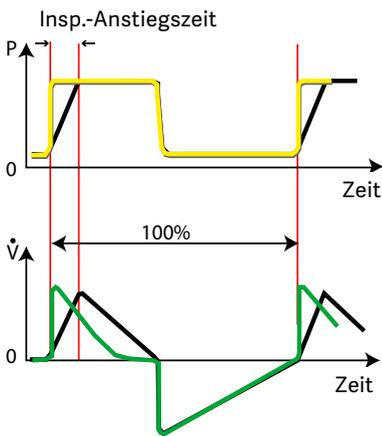
**Am Servo-i kann auf mehrere Arten überprüft werden, ob der Patient einen Auto-PEEP hat:**

- Der Exsp.-Flow geht nicht auf Null zurück, bevor die nächste Inspiration einsetzt.
- $\dot{V}_{EE}$  ist nicht null, siehe 2. Bildschirmseite der Weiteren Werte
- $\dot{V}_{EE}$  (Endexpiratorischer Flow)
- PEEP<sub>tot</sub> = eingestellter PEEP + Auto-PEEP. Einige Sekunden lang „Exp. Halt“ drücken, um PEEP<sub>tot</sub> auf der 3. Bildschirmseite „Weitere Werte“ anzuzeigen.

# Inspirationsanstiegszeit

Die Inspirationsanstiegszeit ist die Zeit bis zur Spitze des Inspirationsflows oder -drucks zu Beginn jedes Atemzugs, ausgedrückt entweder in Prozent der Atemzyklusdauer oder in Sekunden. Der Flow und die Druckanstiegszeit können an den Patienten angepasst werden.

Die Inspirationsanstiegszeit muss auf einen für den Patienten optimalen Wert eingestellt werden und lässt sich anhand der Form der Flow- und Druckkurven auswerten.



## HINWEISE:

Die Inspirationsanstiegszeit wird in Sekunden angezeigt:

- wenn das Beatmungsgerät für Inspirationszeit in Sekunden konfiguriert ist,
- im Modus Druckunterstützung/CPAP oder Volumenunterstützung beatmet wird.

Die Inspirationsanstiegszeit wird in allen kontrollierten

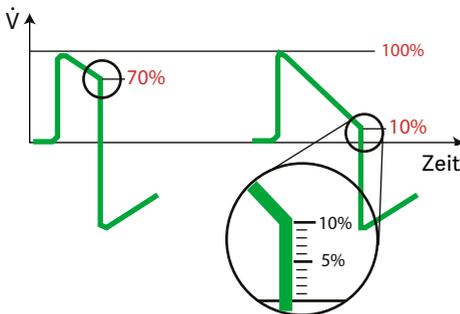
Beatmungsmodi in % angezeigt, wenn:

- das Beatmungsgerät für das I:E-Verhältnis konfiguriert ist.

# Wichtige Beatmungseinstellungen – Invasive Beatmung

## Endinspiration

Das Inspirationszyklusende markiert den Punkt, an dem bei der Spontanbeatmung und den unterstützten Beatmungsmodi die Inspiration zur Expiration wechselt. In den unterstützten Beatmungsformen führt eine Abnahme des Inspirationsflows auf einen voreingestellten Wert dazu, dass das Beatmungsgerät auf Expiration umschaltet. Dieser voreingestellte Wert wird als Prozentsatz des maximalen Flows während der Inspiration gemessen.



**WICHTIG:** Das Inspirationszyklusende richtig einstellen, um eine Hyperinflation der Lungen und erhöhte Atemarbeit zu vermeiden. Das Inspirationszyklusende kann sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern zwischen 1 % und 70 % des inspiratorischen Spitzenflows eingestellt werden (der Standardwert ist 30 % für Kinder und Erwachsene).

Falls das Inspirationszyklusende die Inspiration zu früh abbricht, bekommt der Patient kein ausreichendes Tidalvolumen.

Wenn der Druck 3 cmH<sub>2</sub>O über das eingestellte Druckunterstützungsniveau oberhalb des PEEP steigt, wechselt das Beatmungsgerät von Inspiration zu Expiration.

# Wichtige Beatmungseinstellungen – Invasive Beatmung

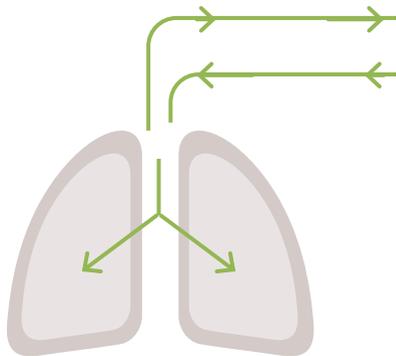
## Triggersensibilität

Die Triggersensibilität bestimmt den Grad der Patientenanstrengung, der erforderlich ist, um die Inspiration durch das Beatmungsgerät zu triggern.

Die Triggersensibilität kann als Flowtriggerung („Trigg. Flow“) oder Drucktriggerung („Trigg. Pressure“) eingestellt werden.

Eine Selbsttriggerung des Beatmungsgerätes ist eine falsche Triggerung der Beatmung, wenn der Patient nicht versucht, einen Atemzug auszulösen.

**WICHTIG:** Das Triggerniveau sollte so empfindlich wie möglich eingestellt werden, ohne dabei eine Selbsttriggerung auszulösen.



$\dot{V}$  Exsp. <2 l/min (Erwachsene)  
<0,5 l/min (Kinder)

$\dot{V}$  Exsp. 2 l/min (Erwachsene)  
0,5 l/min (Kinder)

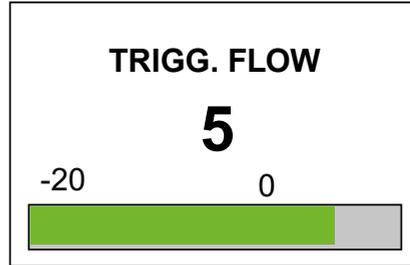
Das Beatmungsgerät gibt während der Expiration ununterbrochen einen Flow ab, der im Expirationskanal gemessen wird.

- Flow Erwachsene: 2 l/min (~33 ml/s)
- Flow Kinder: 0,5 l/min (~8 ml/s)

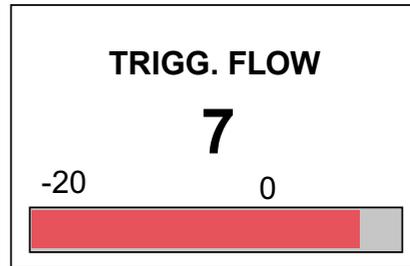
Wenn die Differenz zwischen dem Inspirations- und dem Expirationsflow dem voreingestellten Niveau des Flowtriggers entspricht, startet der Servo-i eine neue Inspiration.

Eine Selbsttriggerung des Beatmungsgerätes ist eine falsche Triggerung der Beatmung, wenn der Patient nicht versucht, einen Atemzug auszulösen.

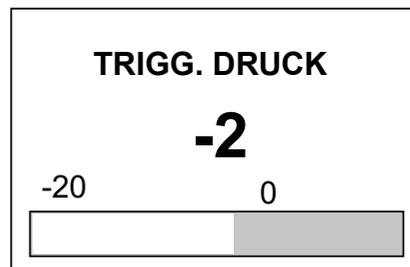
Die Sensibilitätseinstellung bei Flowtriggerung ist in 10%-Stufen eingeteilt, wobei jede Stufe die Triggersensibilität steigert.



Im roten Bereich muss der Patient nur einen sehr kleinen Teil des Triggerflows einatmen, um einen Atemzug zu triggern – so dass hier die Gefahr der Selbsttriggerung besteht.



Die Empfindlichkeit bei Drucktriggerung kann im Bereich von 0–(-20) cmH<sub>2</sub>O eingestellt werden. Um einen Atemzug auszulösen, muss der Patient den als Triggersensibilität eingestellten Negativdruck aufbauen.



Je höher der negative Triggerdruck beim Beatmungsgerät eingestellt ist, desto mehr Atemarbeit muss der Patient leisten.

# Wichtige Beatmungseinstellungen – Invasive Beatmung

Wenn der Patient einen Atemzug triggert, erscheint zwischen dem Textmeldungs- und dem Alarmmeldungsbereich ein violettes „T“. Der Anfangsteil der Druck- oder Flowkurve wechselt auf Violett, um anzuzeigen, dass der Patient den Atemzug auslöst.



## HINWEISE:

1. Wenn der Atemzug durch Flowtriggerung ausgelöst ist, erscheint die violette Farbanzeige auf der Flowkurve.
2. Wenn der Atemzug durch Drucktriggerung ausgelöst ist, erscheint die violette Farbanzeige auf der Druckkurve.

# Volumenkontrolle (VC)

## Volumenkontrolle

In diesem kontrollierten Modus für die Beatmung liefert das Beatmungsgerät das voreingestellte Tidalvolumen mit konstantem Flow während der voreingestellten Inspirationszeit, mit voreingestellter Pausenzeit und Atemfrequenz.

Der Spitzendruck kann für jeden Atemzug anders ausfallen, falls sich Compliance und Widerstand des Patienten verändern.

Bei einem System ohne Lecks sollten inspiratorisches und expiratorisches Tidalvolumen gleich groß sein. Die Zeit für Inspiration und Expiration kann so konfiguriert werden, dass sie als I:E-Verhältnis oder Inspirationszeit in Sekunden eingestellt wird.



# Volumenkontrolle (VC)

## Beispiel

Bei Verwendung des Servo-i kann wahlweise das Tidalvolumen oder das Minutenvolumen eingestellt werden. Der Flow während der volumenkontrollierten Beatmung ist konstant. Die Inspirationsanstiegszeit in % wird im Informationsbereich des Menüs „Beatmungsmodus einstellen“ angezeigt. Zeit des Inspirationsanstiegs: die Zeit bis zur Spitze des Inspirationsflows zu Beginn jedes Atemzugs, ausgedrückt in Prozent der Atemzyklusdauer.

### So wird der Flow berechnet

#### Beispiel:

Voreingestelltes

Insp.-Minutenvolumen = 6 l/min

Insp.-Zeit = 25 %

Liefert Inspirationsflow:

$$\frac{6 \times 100}{25} = 24 \text{ l/min}$$

## Volumenkontrolliert mit dezelerierendem flow

Der Flowverlauf lässt sich so einstellen, dass der endinspiratorische Flow 75 %, 50 % (Standardeinstellung), 25 % oder 0 % des Spitzenflows beträgt. Eine Flowverlaufseinstellung von 100 % ermöglicht einen konstanten Flow.



## Volumenkontrolle ohne Flowanpassung

Bei einer aktiven Flowanpassung erlaubt das Beatmungsgerät, dass der Flow beim Patienten höher ist als eingestellt. Das Beatmungsgerät führt das Volumen streng nach den Einstellungen zu.



Mit Flowanpassung



Ohne Flowanpassung

Das Beatmungsgerät führt das Volumen streng nach den Einstellungen zu.

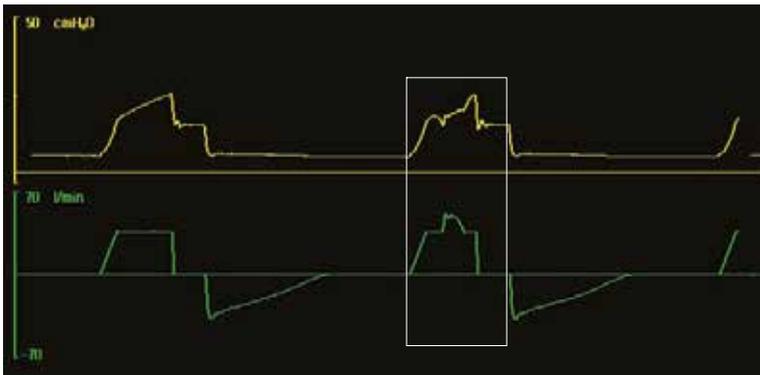
Das Beatmungsgerät interagiert mit dem Patienten und führt unabhängig von den Einstellungen das gewünschte zusätzliche Volumen zu.

Bei einer aktiven Flowanpassung erlaubt das Beatmungsgerät, dass der Flow beim Patienten höher ist als eingestellt. Flowanpassung ist nicht verfügbar, wenn der Flowverlauf auf abnehmenden Flow eingestellt ist.

# Volumenkontrolle (VC)

Es ist äußerst wichtig, das Triggerniveau so einzustellen, dass der Patient die Möglichkeit erhält, so bald wie möglich spontan zu atmen. Wenn der Patient während der Expirationsphase eine Inspirationsanstrengung macht, erhält er einen Atemzug mit dem im Beatmungsgerät eingestellten Tidalvolumen. Das sofortige Verzeichnen der Inspirationsanstrengung des Patienten ist unerlässlich für das Erreichen einer Synchronität.

Manchmal kann der Patient ein größeres Tidalvolumen oder einen größeren Flow fordern, als dies im Beatmungsgerät eingestellt ist. Das kann z.B. der Fall sein, wenn der Patient Schmerzen oder eine erhöhte Temperatur hat oder wenn sein Atemantrieb wechselt.

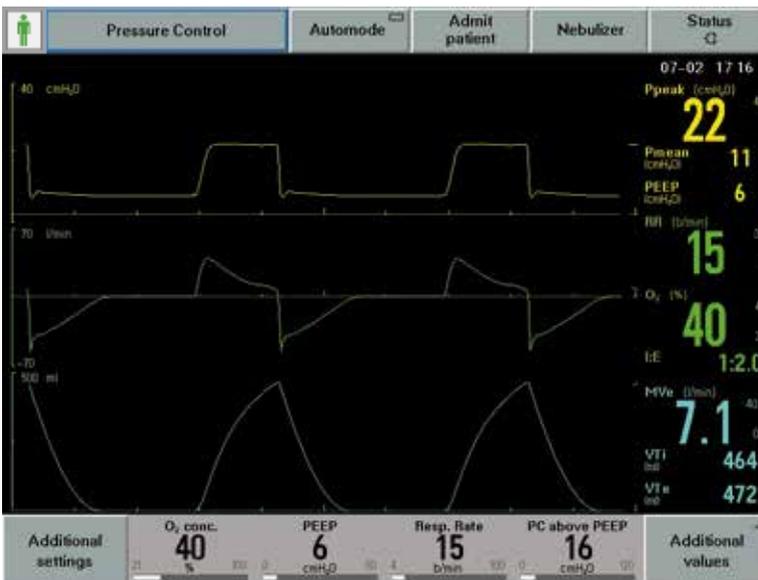


**WICHTIG:** Die Alarmgrenzen für den Druck (Ppeak) müssen immer entsprechend eingestellt werden.

# Druckkontrolle (PC)

## Druckkontrolle

In diesem kontrollierten Beatmungsmodus gibt das Beatmungsgerät einen Flow ab, um den voreingestellten Druck bei einer voreingestellten Atemfrequenz und während einer voreingestellten Inspirationszeit aufrechtzuerhalten.



Der Druck ist während der eingestellten Inspirationszeit konstant und der Flow ist dezelerierend. Sollte aus irgendeinem Grund der Druck während der Einatmung absinken, steigt der Flow des Beatmungsgeräts sofort an und hält so den eingestellten Inspirationsdruck aufrecht.

Der maximal verfügbare Fluss beträgt 200 l/min (3,3 l/s) für einen Erwachsenen und 33 l/min (0,55 l/s) für ein Kind. Das Volumen kann für jeden Atemzug anders ausfallen, falls sich Compliance und Widerstand beim Patienten verändern.

**WICHTIG:** Die Alarmgrenzen für das Exsp. Minutenvolumen müssen immer entsprechend eingestellt werden.

# Druckkontrolle (PC)

Die Inspirationsanstiegszeit bei PC ist die Zeit bis zum Erreichen des inspiratorischen Spitzendrucks bei jedem Atemzug. Die Einstellungen können im Bereich 0–20 % der Atemzykluszeit liegen.

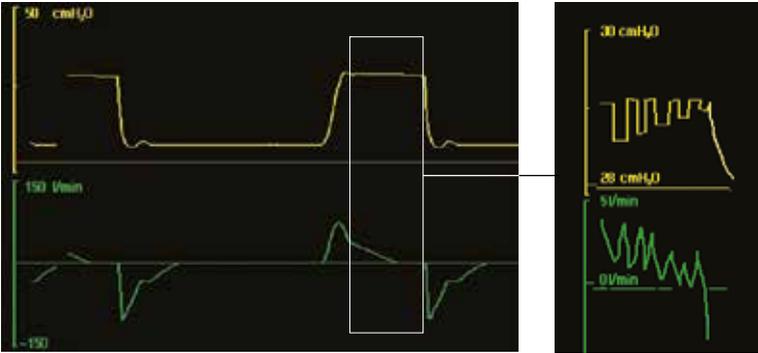
**Beispiel:**

Atemfrequenz 15, die Zeit für  
1 Atemzyklus beträgt  $60/15 = 4$  Sek.

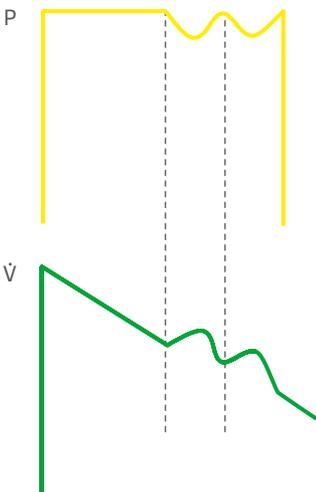
Inspirationsanstiegszeit 10 %:

$$\frac{4 \times 10}{100} = 0.4 \text{ s}$$

Der Servo-i stellt auch kleinste Druckabweichungen sofort fest und kompensiert sie durch eine Erhöhung des Flows während des Atemzugs.

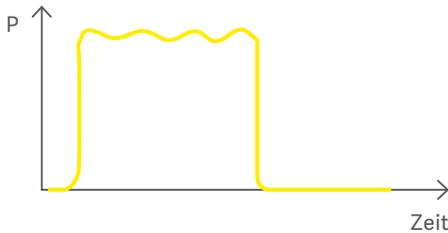


Zu einem Druckabfall kommt es, wenn im Beatmungssystem, im Endotrachealtubus oder in den Lungen Undichtigkeiten bestehen, wie bei einem Pneumothorax oder einer Fistel. Wenn sich zuvor kollabierte Atemwege zu öffnen beginnen, nimmt der Druck ab und die Alveolen werden durch eine exakte Flowerhöhung geöffnet.



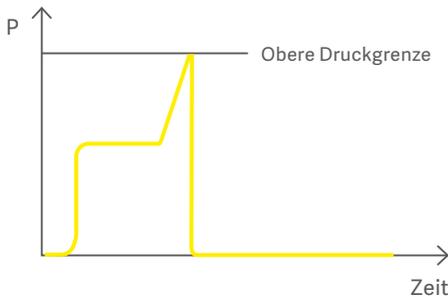
## Aktives Expirationsventil

Falls der Patient während der Inspiration auszuatmen versucht, steigt der Druck an. Wenn der Druck auf einen Wert von 3 cmH<sub>2</sub>O oberhalb des eingestellten Inspirationsdruckniveaus ansteigt, öffnet sich das Expirationsventil und reguliert den Druck herunter auf den eingestellten Inspirationsdruck.



## Obere Druckgrenze

Falls der Druck die eingestellte obere Druckgrenze erreicht, z.B. wenn der Patient hustet, öffnet das Expirationsventil und das Beatmungsgerät schaltet auf Expiration.



# Druckregulierte Volumenkontrolle (Pressure Regulated Volume Control; PRVC)

## Druckregulierte Volumenkontrolle (PVRC, Pressure Regulated Volume Control)

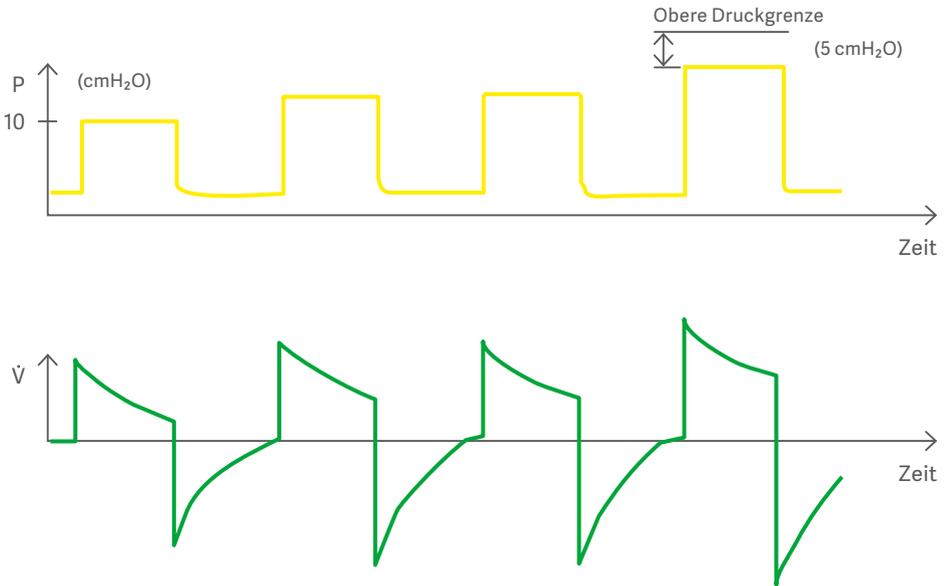
PRVC ist ein kontrollierter Beatmungsmodus, der die Vorteile der volumenkontrollierten und druckkontrollierten Beatmung kombiniert. Der Servo-i liefert das voreingestellte Tidalvolumen mit dem niedrigstmöglichen Druck.



**WICHTIG:** PRVC wird nicht empfohlen, wenn es zu einer Leckage im Patientenbeatmungskreis gekommen ist.

# Druckregulierte Volumenkontrolle (Pressure Regulated Volume Control; PRVC)

Der erste an den Patienten abgegebene Atemzug ist ein volumenkontrollierter Atemzug. Der gemessene Plateaudruck wird als Druckniveau für den nächsten Atemzug verwendet. Beim folgenden Atemzug ist dieser Druck während der eingestellten Inspirationszeit konstant und der resultierende Flow ist dezelerierend.



Das eingestellte Tidalvolumen wird durch automatische „Breath-by-breath“-Regulation zugeführt.

Das Beatmungsgerät passt das inspiratorische Druckkontrollniveau dem niedrigstmöglichen Niveau an, um das voreingestellte Tidalvolumen, in Übereinstimmung mit den mechanischen Eigenschaften von Atemwegen, Lunge und Thorax, zu gewährleisten.

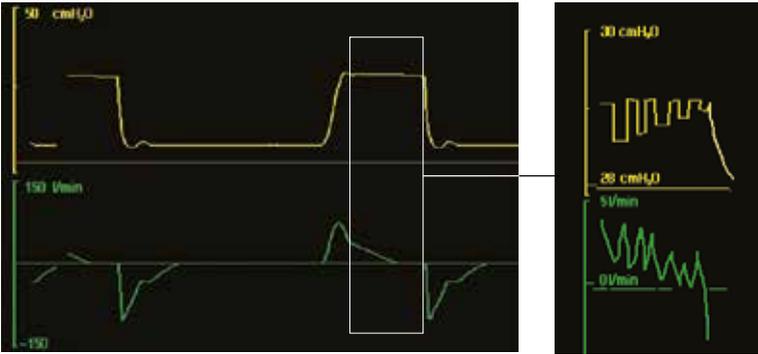
Wenn das gemessene Tidalvolumen über das voreingestellte Tidalvolumen ansteigt/unter dieses abfällt, fällt das Druckniveau zwischen den folgenden Atemzügen (in Stufen von maximal 3 cmH<sub>2</sub>O) ab/steigt an, bis das voreingestellte Tidalvolumen zugeführt wird.



Der maximale Inspirationsdruck liegt bei 5 cmH<sub>2</sub>O unterhalb der voreingestellten oberen Druckgrenze. Falls der Druck 5 cmH<sub>2</sub>O unter die Voreinstellung abfällt, liefert das Beatmungsgerät das größtmögliche Volumen mit diesem Druck. Gleichzeitig wird die Alarmmeldung „Druckbegrenzt“ im Alarmbereich angezeigt, um den Benutzer darüber zu informieren, dass das eingestellte Volumen nicht abgegeben werden kann. Die Alarmgrenze für expiratorisches Minutenvolumen macht den Benutzer auch aufmerksam, wenn sie richtig eingestellt wurde.

# Druckregulierte Volumenkontrolle (Pressure Regulated Volume Control; PRVC)

Der Servo-i stellt auch kleinste Druckveränderungen fest. Falls es scheint, dass sich vorher kollabierte Anteile der Lunge in der späten Inspirationsphase zu entfalten beginnen, so wird der Druck eher abfallen. Dies wird durch einen präzisen Flowanstieg aufgefangen.



Der endgültige Widerstand der Atemwege nimmt in einzelnen Schritten ab, wenn Druck ausgeübt wird. Indem der Servo-i den Druckabfall sofort erkennt, der durch die zunehmende Entfaltung hervorgerufen wird, bietet der Servo-i den adäquaten Flow, um den Entfaltungsprozess auszugleichen und weiter zu verstärken.

# Druckunterstützung (PS)

## Druckunterstützung (Pressure Support)

Druckunterstützung ist ein Beatmungsmodus bei Spontanatmung. Der Patient beginnt den Atemzug, der vom Beatmungsgerät mit einem voreingestellten Druckniveau unterstützt wird. Mit Unterstützung des Beatmungsgeräts bestimmt der Patient die Atemfrequenz und die Dauer der Atemzüge.



Bei der Druckunterstützung triggert der Patient alle Atemzüge, dabei wird das voreingestellte inspiratorische Druckunterstützungsniveau konstant gehalten und es kommt zu einem dezelerierenden Flow. Die Einstellungen von PEEP und Druckunterstützung über PEEP ergeben den konstanten Inspirationsdruck.

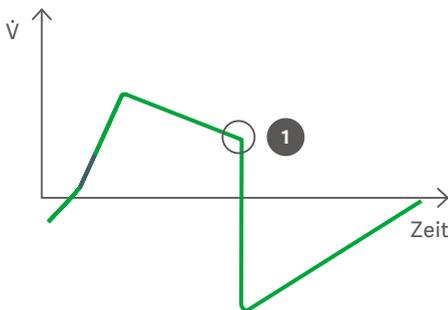
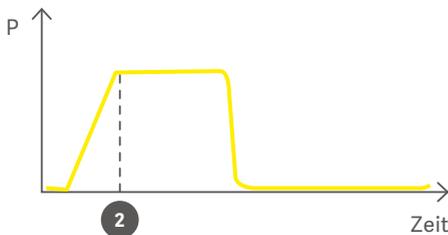
# Druckunterstützung (PS)

Sollten sich die mechanischen Merkmale von Lunge/Thorax sowie die Anstrengungen des Patienten ändern, beeinflusst dies das verabreichte Tidalvolumen. In diesem Fall muss das Druckunterstützungsniveau angepasst werden, um die gewünschte Beatmung zu erreichen.

Je höher das Niveau des inspiratorischen Drucks am Beatmungsgerät eingestellt ist, desto mehr Gas strömt in die Patientenlunge. Mit zunehmender Aktivität des Patienten kann die Druckunterstützung allmählich verringert werden.

## Druck- und Flowkurven

Bei einer Atemanstrengung des Patienten wird die Inspiration durch einen konstanten voreingestellten Druck unterstützt. Da das Beatmungsgerät einen konstanten Druck liefert, nimmt der Flow ab, bis das Inspirationszyklusende (1) erreicht ist, dann beginnt die Expiration. Je nach Einstellung der Inspirationsanstiegszeit (2) wird sich der Druck zu Beginn des Atemzugs entweder sehr schnell oder langsam erhöhen.



### **Die Expiration beginnt, wenn:**

- der Inspirationsflow auf das voreingestellte Endinspirationsniveau sinkt.
- wenn der Druck um 3 cmH<sub>2</sub>O oder 10 % über das Druckunterstützungsniveau steigt (höchster anwendbarer Wert).
- die obere Druckgrenze überschritten wird.
- die Inspiration 2,5 s bei Erwachsenen und 1,5 s bei Kindern überschreitet.
- Wenn der Flow in einen Bereich zwischen 25 % des Spitzenflows und der unteren Grenze für das Inspirationszyklusende abfällt und länger als 50 % der Zeit zwischen dem Beginn der Inspiration und dem Eintritt in diesen Bereich dort verbleibt.

### **Wichtig:**

1. Die Triggersensibilität muss für den Patienten optimal eingestellt werden, ohne dass die Atemarbeit erhöht wird.
2. Die Inspirationsanstiegszeit sollte von der Standardeinstellung auf einen für den Patienten angenehmen Wert erhöht werden.
3. Mit zunehmender Aktivität des Patienten kann die Druckunterstützung allmählich verringert werden.
4. Es ist wichtig, die Tidalvolumenwerte und die Atemfrequenz zu überwachen.
5. Die Apnoe-Zeit sollte immer entsprechend der individuellen Situation des Patienten eingestellt werden.
6. Es muss überprüft werden, ob die Alarmgrenzen für das expiratorische Minutenvolumen und für die Atemfrequenz richtig eingestellt sind.

# Druckunterstützung (PS)

## CPAP (Continuous Positive Airway Pressure, kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck)

CPAP funktioniert in exakt derselben Weise wie die Druckunterstützung, außer dass das Druckunterstützungsniveau auf Null eingestellt wird. Es wird in den Atemwegen ein kontinuierlicher positiver Druck aufrechterhalten und, wenn alles richtig eingestellt ist, ein Kollabieren der Atemwege verhindert. Die Inspiration startet durch die Patientenanstrengung, die Expiration startet wie bei der Druckunterstützung.

## Backup für Druckunterstützung

Wenn die Apnoe-Alarmgrenze erreicht wird, schaltet das Beatmungsgerät automatisch auf den Backup-Modus für die Druckunterstützung, also auf die Druckkontrolle um.



Wenn keine Patientenanstrengung vorliegt, sobald die Apnoe-Dauer erreicht wurde, wechselt das Beatmungsgerät automatisch zu PS/CPAP (Backup), also zur Druckkontrolle. Mit dem dritten und vierten Direktzugriffsknopf wird dann die Atemfrequenz und PC über PEEP eingestellt. Das Beatmungsgerät wechselt wieder zu PS/CPAP, wenn der Patient erneut beginnt, den Servo-i auszulösen.



# Volumenunterstützung (VS)

## Volumenunterstützung

Volumenunterstützung ist ein spontaner Beatmungsmodus. Das sich daraus ergebende Volumen wird laufend überwacht, und der konstante inspiratorische Druck passt sich automatisch an das erforderliche Niveau an. Der Patient bestimmt Frequenz und Dauer der Atemzüge, die einen dezelerierenden Flowverlauf zeigen.



Falls die Anstrengungen des Patienten zunehmen, geht die inspiratorische Druckunterstützung zurück, sofern das eingestellte Tidalvolumen aufrechterhalten wird. Aber falls der Patient weniger als das eingestellte Tidalvolumen einatmet, nimmt die inspiratorische Druckunterstützung zu.

**Wichtig:**

1. Die Triggersensibilität muss für den Patienten optimal eingestellt werden, ohne dass die Atemarbeit erhöht wird.
2. Die Inspirationsanstiegszeit sollte von der Standardeinstellung auf einen für den Patienten angenehmen Wert erhöht werden.
3. Druckniveau und Atemfrequenz müssen überwacht werden. Der Apnoe-Alarm muss immer an den jeweiligen Patienten angepasst werden.
4. Es muss überprüft werden, ob die Alarmgrenzen für das expiratorische Minutenvolumen und für die Atemfrequenz richtig eingestellt sind.

Der erste Atemzug wird mit einer Unterstützung von 10 cmH<sub>2</sub>O abgegeben. Von diesem Atemzug ausgehend berechnet und reguliert der Ventilator ununterbrochen den benötigten Druck, um das voreingestellte Tidalvolumen zu erreichen.

Mit jedem der drei Testatemzüge steigt der Druck um maximal 20 cmH<sub>2</sub>O an. Nach der Startsequenz nimmt der Druck in Schritten von maximal 3 cmH<sub>2</sub>O zu oder ab. Falls das abgegebene Tidalvolumen unter das eingestellte Tidalvolumen abfällt, wird das Druckunterstützungsniveau in Schritten von maximal 3 cmH<sub>2</sub>O von Atemzug zu Atemzug erhöht, bis das voreingestellte Tidalvolumen zugeführt wird.

Wenn das Niveau der Druckunterstützung ein größeres als das voreingestellte Tidalvolumen erzeugt, wird der Stützungsdruck in Schritten von maximal 3 cmH<sub>2</sub>O reduziert, bis das voreingestellte Tidalvolumen abgegeben wird.

# Volumenunterstützung (VS)

## Volumenunterstützung (Backup)

In diesem Modus ist es auch wichtig, die Apnoe-Zeit entsprechend der Situation jedes einzelnen Patienten anzupassen:



Wenn keine Patientenanstrengung vorliegt, sobald die Apnoe-Dauer erreicht wurde, wechselt das Beatmungsgerät automatisch zur Volumenunterstützung (Backup), also zur Druckkontrolle.



# Volumenunterstützung (VS)

Mit dem dritten und vierten Direktzugriffsknopf wird dann die Atemfrequenz und das Backup-Tidalvolumen eingestellt.

Das Beatmungsgerät wechselt wieder zur Volumenunterstützung, wenn der Patient den Servo-i erneut triggert.



## Neural regulierte Beatmungsunterstützung (NAVA)

NAVA und NIV NAVA sind vom Patienten eingeleitete Beatmungsmodi, bei denen die Atemunterstützung von der elektrischen Aktivität des Zwerchfells (Edi) ausgelöst wird. NAVA und NIV NAVA können für alle Patienten verwendet werden, die Beatmungsunterstützung benötigen (Neugeborene, Kinder und Erwachsene).

Das Edi-Signal wird von einer speziellen Magensonde (dem Edi-Katheter) erfasst, die mit einer Reihe von Elektroden ausgestattet ist. Der Edi-Katheter wird wie eine gewöhnliche transnasale Sonde im Ösophagus platziert. Er wird so im Ösophagus positioniert, dass die Messelektroden die Zwerchfellbewegung erfassen können.

Der Edi-Katheter muss vor Beginn einer MRT-Untersuchung vom Patienten entfernt werden.

### **Folgende Elemente werden benötigt:**

- Edi-Katheter (verschiedene Größen je nach Größe des Patienten)
- Edi-Modul
- Edi-Kabel

# NAVA und NIV NAVA

Bei einer NAVA-Beatmung reguliert der Patient die Atemfrequenz und das Tidalvolumen mit Unterstützung des Beatmungsgeräts.



Während der Expirationsphase beeinflusst der Edi nicht die Beatmung, daher muss der Bediener einen entsprechenden PEEP-Wert eingeben.

Der eingestellte Druck variiert während der gesamten Inspirationsphase aufgrund der Edi-Variation, ist jedoch auf 5 cmH<sub>2</sub>O unterhalb der eingestellten oberen Druckgrenze begrenzt.

# NAVA

Das von den Katheterelektroden erfasste Edi-Signal wird vom Edi-Modul gefiltert und verarbeitet.

NAVA und NIV NAVA verwenden als sekundäre Quelle auch den pneumatischen Trigger, basierend auf Flow oder Druck. In Kombination mit dem Edi-Trigger geschieht dies auf chronologischer Basis („First come – First served“).

Die Druckkurve bei NAVA und NIV NAVA folgt dem Muster des Edi-Signals. Die Expirationsphase beginnt, wenn der Edi unter 70 % des Spitzenwerts abfällt (während der Inspiration). Oder wenn der Druck auf 3 cmH<sub>2</sub>O über dem zu erreichenden inspiratorischen Druck ansteigt. Die Expiration beginnt ebenfalls, wenn die obere Druckgrenze überschritten wird.

Wenn beim Patienten ein Edi-Katheter positioniert ist, kann das Edi-Signal in allen invasiven und nicht-invasiven Beatungsmodi sowie im Standby-Modus als zusätzlicher Wert überwacht werden.



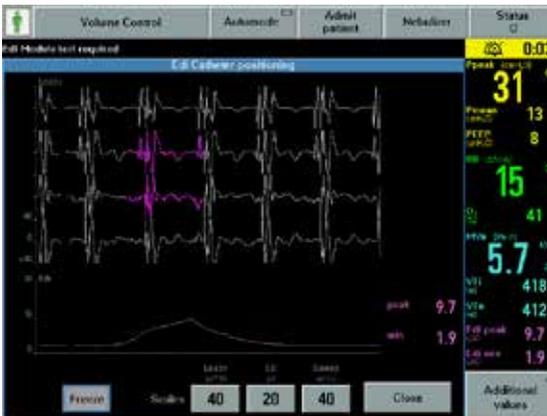
## Positionierung des Edi-Katheters

Anhand der EKG-Kurven die Position des Edi-Katheters überprüfen: Prüfen Sie, ob die P- und QRS-Kurven der oberen Ableitungen sichtbar sind. Auf den unteren Ableitungen müssen die P-Kurven verschwinden und die QRS-Amplitude sinken.

Wenn es zu Edi-Ausschlägen kommt, auf rosa hervorgehobene Ableitungen achten. Wenn die rosa hervorgehobenen Ableitungen während der Inspiration in der Mitte liegen (d. h. in der zweiten und dritten Ableitung), dann ist der Edi-Katheter richtig positioniert und kann befestigt werden.

Wenn die oberen Ableitungen rosa hervorgehoben sind, muss der Edi-Katheter etwas herausgezogen werden, bis die rosa Markierung in den beiden mittleren Ableitungen erscheint.

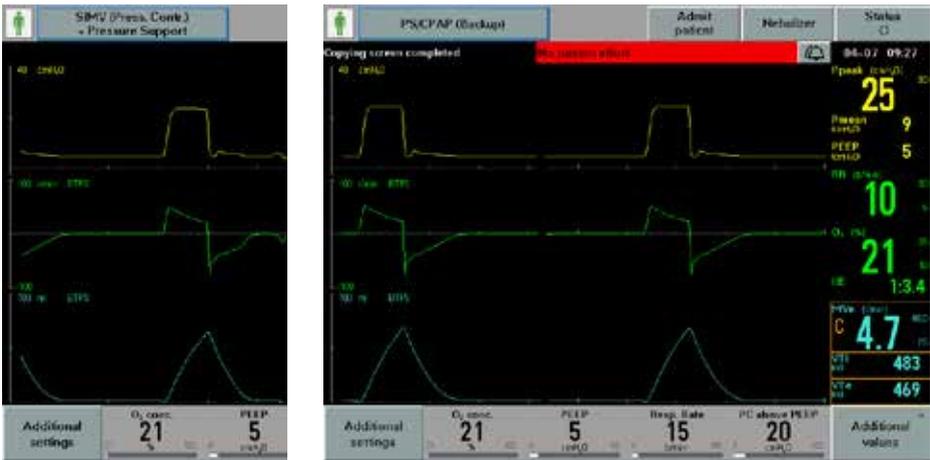
Wenn die unteren Ableitungen rosa hervorgehoben sind, den Edi-Katheter auf ähnliche Weise etwas tiefer einführen, bis die rosa Markierungen in den mittleren Ableitungen erscheinen.



**HINWEIS:** Die rosa Anzeige kann nur verwendet werden, wenn ein stabiles Edi-Signal vorliegt. Falls das Edi-Signal sehr niedrig oder nicht vorhanden ist, ist keine rosa Markierung zu sehen.

# NAVA-Vorschau

NAVA-Vorschau auswählen. Die anschließend auf der Benutzeroberfläche unten dargestellte graue Kurve zeigt den geschätzten Druck auf Basis des Edi und des eingestellten NAVA-Pegels.



## Das Edi-Signal

Das Edi-Signal bewerten. Beachten Sie bitte, dass Sedierung, Muskelrelaxantien, Hyperventilation und neurale Störungen ein schwaches oder nicht vorhandenes Edi-Signal zur Folge haben können, auch wenn der Edi-Katheter perfekt positioniert wurde.

## PEEP

Die Edi-gesteuerte PEEP-Titration kann in kleinen Schritten nach oben oder unten durchgeführt werden. Der durchschnittliche Edi-Peak kann ermittelt werden, wenn sich der Atemtrieb auf dem neuen PEEP-Niveau stabilisiert hat.

### Edi-Peak:

Spiegelt die Arbeit wider, die das Zwerchfell bei jedem Atemzug leisten muss.

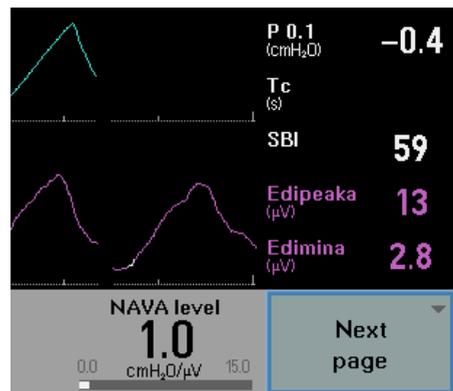
### Edi-Min.:

Zeigt das Basisniveau, auf dem das Zwerchfell zwischen den Kontraktionen ruht. Je höher der Pegel von Edi-Min, desto tonischer das Zwerchfell.

Niemals auf NAVA-Beatmung umschalten, wenn keine Edi-Aktivität festgestellt werden kann.

Das Edi-Signal wird in  $\mu\text{V}$  gemessen.

Durchschnittswerte für **Edi-Min** und **Edi-Peak** finden Sie unter „Weitere Werte“.



## NAVA-Modus

1. NAVA-Pegel: Das Verhältnis zwischen gemessenem Edi-Signal und bereitgestellter Druckunterstützung. (cmH<sub>2</sub>O/ $\mu$ V)
2. PEEP (cmH<sub>2</sub>O)
3. Sauerstoffkonzentration (%)
4. Trigg.- Edi: Das vorgegebene Niveau, das das Edi-Signal erreichen muss, um eine neue Inspiration zu beginnen.
5. Pneumatischer Trigger (flow- oder Drucktrigger)
6. PC (druckkontrolliertes Niveau) über PEEP (cmH<sub>2</sub>O) bei Backup-Beatmung
7. Resp. Atemfrequenz bei Backup-Beatmung
8. I:E / Ti bei Backup-Beatmung (abhängig von der Konfiguration)



# Der NAVA-Pegel

Der NAVA-Pegel ist der Faktor, mit dem das Edi-Signal multipliziert wird, um den Grad der Unterstützung für den Patienten anzupassen. Diese Unterstützung verläuft proportional zum Edi des Patienten und folgt daher einem dem Patienten eigenen physiologischen Muster.

Der eingestellte NAVA-Pegel zeigt den Anteil der Atemanstrengungen, die der Ventilator für den Patienten übernimmt. Der geeignete NAVA-Pegel variiert je nach Patient, da jeder Patient einen unterschiedlichen Grad von Unterstützung benötigt.

# Edi-Trigger

Der Edi-Trigger ist das vorgegebene Niveau, das das Edi-Signal erreichen muss, um eine neue Inspiration zu starten. Der Edi-Trigger muss so eingestellt werden, dass die zufällige Variabilität im Hintergrundrauschen das Triggerniveau nicht überschreitet. Die Variabilität des Hintergrundrauschens beträgt normalerweise weniger als 0,5  $\mu\text{V}$ , was der Standardwert ist.

# Backup-Beatmung

Die Backup-Einstellungen müssen so erfolgen, dass sie im Falle einer Apnoe eine ausreichende Beatmung gewährleisten.



## Ausschalten der NAVA-Apnoe-Alarme

In der Patientenkategorie Kinder können die Apnoe-Alarme *Keine Inspirationsanstrengung* und *Keine kontinuierliche Inspirationsanstrengung* kann bei NAVA und NIV NAVA ausgeschaltet werden.

Dieser Wechsel zur Backup-Beatmung ist ständig aktiv, unabhängig von evtl. Änderungen der Alarmkonfiguration.

Wenn der Alarm *Keine kontinuierliche Inspirationsanstrengung* ausgeschaltet ist, verriegelt das System die Backup-Beatmung nicht, wenn 3 Mal innerhalb von 2 Minuten auf Backup-Beatmung umgeschaltet wurde. Diese Funktion ist nur in NAVA verfügbar.

## Entwöhnung

Halten Sie die lokalen Richtlinien und -Protokolle für die Entwöhnung ein. Beachten Sie den NAVA-Pegel und Edi als Entscheidungskriterien.

## NIV NAVA

NIV NAVA ist unabhängig von Leckagen in den Patientenschnittstellen. Für NIV NAVA müssen die gleichen Parameter wie für invasive NAVA eingestellt werden, mit der Ausnahme, dass der pneumatische Trigger nicht wie in allen NIV-Modi eingestellt ist.



### **Fehlendes oder niedriges Edi-Signal**

- Hohe Sedierungsstufe?
- Übermäßige Beatmung des Patienten?
- Edi-Katheter nicht in Position?
- Verletzung des Zwerchfellnervs oder andere neurologische Erkrankungen?

### **Erhöhtes Edi-Signal**

- NAVA-Pegel zu niedrig?  
Zu geringe Beatmung des Patienten?
- PEEP zu niedrig? Atelaktase/  
Zyklische Tidalrekrutierung?
- Atemwegsobstruktion,  
z. B. Sekret?
- Verschlechterter  
Krankheitszustand?
- Zu niedriger pH und/oder zu  
hoher PaCO<sub>2</sub>? Patient nicht  
bereit für unterstützenden  
Beatmungsmodus?

### **Flowtriggerung oder Umschaltung auf NAVA(PS)-Backup**

- PS Flow-Trigger zu empfindlich  
eingestellt?
- Eventuell zu Druck-Trigger  
wechseln
- Patient verwendet  
Hilfsmuskulatur

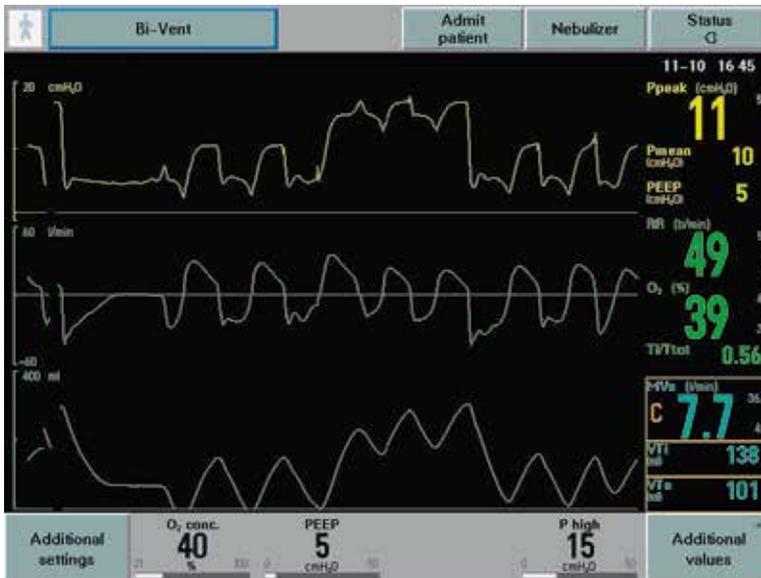
### **Volumenabgabe eingeschränkt/ Druckbegrenzt**

- Oberer Alarm für den  
Druckgrenzwert zu niedrig  
eingestellt?

# Bi-Vent/APRV

Bi-Vent ist ein zeitgesteuerter, druckbegrenzter Beatmungsmodus, der im gesamten Beatmungszyklus Spontanatmung zulässt.

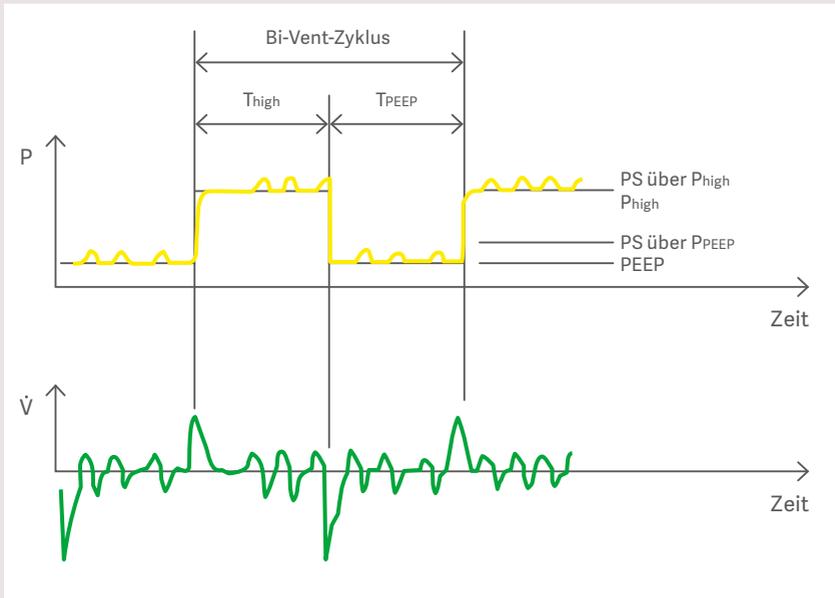
Bi-Vent verfügt über zwei zeitgesteuerte Druckniveaus und schaltet zwischen diesen Niveaus hin und her. Im Bi-Vent-Modus kann der Patient auf beiden Niveaus spontan atmen, wobei auf beiden Druckniveaus eine Druckunterstützung des Patienten möglich ist.



## Beispiel:

Die Zeit für P<sub>high</sub> wird auf 2 s und die Zeit für PEEP auf 4 s eingestellt. Das ergibt 6 s für den Bi-Vent-Zyklus. Die Atemhubfrequenz beträgt  $60/6 = 10$  Atemzüge pro Minute. Der Bi-Vent Zyklus kann sich je nach Patient und den Einstellungen des Beatmungsgeräts etwas verschieben, da sich das Beatmungsgerät ständig der Atmung des Patienten anpasst. Da es sich bei Bi-Vent um einen kontrollierten Beatmungsmodus handelt, steht keine Backup-Beatmung zur Verfügung.

# Bi-Vent/APRV



Jeder Bi-Vent-Zyklus verfügt über einen Zeitwert für die Niveaus  $P_{high}$  und PEEP. Die Zeit für  $P_{high}$  kann im Bereich zwischen 0,2 und 10 s eingestellt werden, während die zulässige Zeiteinstellung für PEEP im Bereich zwischen 0,2 und 10 s liegt. Das bedeutet, dass die Atemhubfrequenz auf einen Wert zwischen 3 und 150 Atemzügen pro Minute eingestellt werden kann.

## APRV

APRV bedeutet Airway Pressure Release Ventilation und ist ein zeitgesteuerter, druckbegrenzter Beatmungsmodus, der im gesamten Beatmungszyklus eine Spontanatmung zulässt. APRV unterscheidet sich von Bi-Vent dadurch, dass ein umgekehrtes I:E-Verhältnis verwendet wird.

Da Bi-Vent/APRV im Grunde eine kontrollierte Beatmungsform ist, sind Apnoe-Alarm und Backup-Beatmung nicht verfügbar. Es ist auch äußerst wichtig, untere und obere Alarmgrenzen für das abgelassene Minutenvolumen einzustellen.

# Automode®

Der Automode ist ein interaktiver Beatmungsmodus. Die kombinierte Kontroll- und Unterstützungsfunktion des Beatmungsgeräts passt sich der Atemkapazität des Patienten an. Mit Automode gelangt der Patient automatisch in einen Unterstützungsmodus, wenn er das Beatmungsgerät triggert, wodurch die Beatmung besser den Patientenanstrengungen angepasst wird. Falls der Patient selbst nicht atmet, gibt das Beatmungsgerät kontrollierte Atemzüge ab.

Automode bietet sowohl dem Patienten als auch dem Klinikpersonal bereits bei Beginn der Beatmungstherapie das bestmögliche Mittel zur Einleitung der Entwöhnungsphase an die Hand.



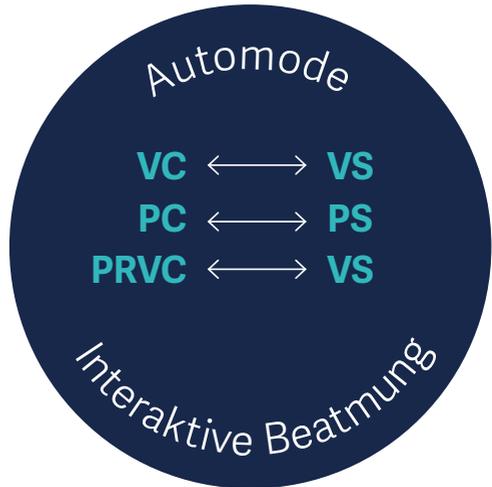
# Automode®

**Im Wesentlichen arbeitet das Beatmungsgerät in zwei Modi:** im kontrollierten oder unterstützten Modus.

Wenn der Patient im Kontrollmodus eine Inspirationsanstrengung unternimmt, reagiert das Beatmungsgerät mit einem unterstützten Atemzug.

**Mögliche Kombinationen sind:**

- Volumenkontrolle – Volumenunterstützung
- Druckkontrolle – Druckunterstützung
- PRVC – Volumenunterstützung



Das Triggerfenster ist die maximal zulässige Apnoe-Zeit im Automode, bevor die kontrollierte Beatmung aktiviert wird.

Die Einstellungen für die Trigger-Zeitüberschreitung liegen zwischen 7 und 12 Sekunden für Erwachsene und zwischen 3 und 15 Sekunden für Kinder.

Das Beatmungsgerät nimmt zunächst eine Anpassung mit einem dynamischen Triggerfensterlimit vor. Das heißt, bei einem spontan atmenden Patienten verlängert sich die Apnoezeit schrittweise während der ersten 10 Atemzüge. Die Aktivität des Patienten ist aus den Trends ersichtlich.

Eine frühe Erkennung und Anpassung an die Versuche des Patienten unterstützt die spontane Atmung und frühe Entwöhnung.

# Synchronisierte intermittierende mandatorische Beatmung (SIMV)

## SIMV

Bei SIMV-Beatmung erhält der Patient vom Beatmungsgerät kontrollierte oder assistierte Beatmungshübe. Diese Beatmungshübe werden mit den Atemanstrengungen des Patienten synchronisiert, der zwischen den Beatmungshüben auch spontan atmen kann.

Der Beatmungshub wird durch die Grundeinstellungen (Beatmungsmodus, SIMV-Zykluszeit, Atemmuster und Volumen/Drücke) definiert. Die SIMV-Frequenz entspricht der Frequenz der Beatmungshübe pro Minute.

Der spontane/druckunterstützte Atemzug wird durch die Einstellung des Druckunterstützungsniveaus über PEEP und des Zyklusendes in % festgelegt. Während der Benutzer allmählich die SIMV-Frequenz verringert, erhält der Patient immer mehr Zeit für spontane/druckunterstützte Atemzüge.

Es gibt drei unterschiedliche SIMV Modi:

- SIMV (Volumenkontrolle) + Druckunterstützung
- SIMV (Druckkontrolle) + Druckunterstützung
- SIMV (PRVC) + Druckunterstützung

SIMV (Volumenkontrolle)  
+ Druckunterstützung



# Synchronisierte intermittierende mandatorische Beatmung (SIMV)

SIMV (Druckkontrolle)  
+ Druckunterstützung



SIMV (PRVC)  
+ Druckunterstützung

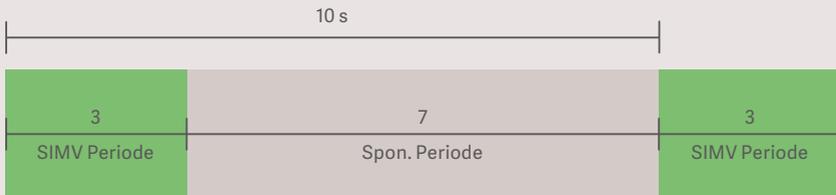


# SIMV Zykluszeit (SIMV Zyklus)

Dies ist die Länge des gesamten Atemzyklus des Beatmungshubs (Gesamtzeit für Inspiration, Pause und Expiration).

**HINWEIS:** Die Atemzykluszeit spielt nur dann eine Rolle, wenn der Servo-i so konfiguriert ist, dass die Inspirationszeit durch Festlegung des I:E Verhältnisses eingestellt wird.

## SIMV-Zyklus



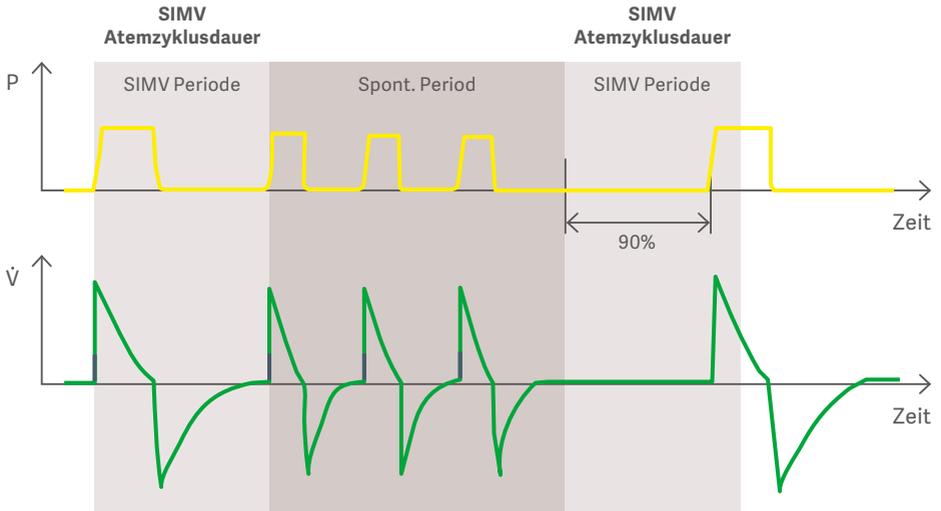
**Im vorliegenden Beispiel werden die folgenden Einstellungen vorgenommen:**

1. SIMV-Frequenz = 6
2. Atemzykluszeit = 3 (Zeit für einen Beatmungshub)
3. Der SIMV-Zyklus in Sekunden wird folgendermaßen berechnet: 60 Sekunden, dividiert durch die SIMV-Frequenz – im vorliegenden Beispiel  $60/6 = 10$  s.
4. Der SIMV-Zyklus wird in eine SIMV-Periode und eine spontane Periode aufgeteilt.
5. Die Zeit für die spontane Periode beträgt  $10\text{ s} - 3\text{ s} = 7\text{ s}$ .

**Die Zeit für den Beatmungshub beträgt:**

6. 3 s = SIMV-Periode
7. I:E-Verhältnis 1:2 = 1 s für Inspiration und 2 s für Expiration.

# Synchronisierte intermittierende mandatorische Beatmung (SIMV)



Wenn der Patient zu atmen beginnt, wird die Druckunterstützung während der spontanen Periode geliefert, und wenn es in der SIMV-Periode zu einer Triggerung kommt, so wird der eingestellte Beatmungshub abgegeben. Das Beatmungsgerät wartet in der nächsten SIMV-Periode auf eine Triggerung durch den Patienten. Allerdings wird ein Beatmungshub abgegeben, wenn der Patient nicht innerhalb der ersten 90 % der Atemzykluszeit (SIMV-Periode) getriggert hat.

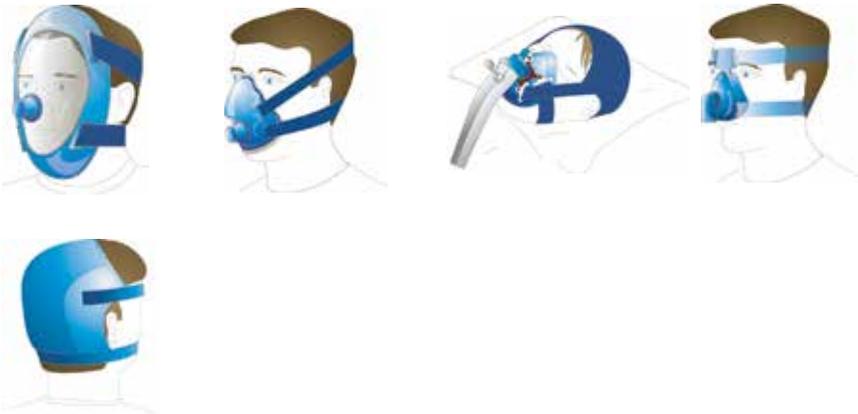
## NIV – Allgemeines

Als „nicht-invasive Beatmung“ (NIV) wird die mechanische Beatmung über eine Atemmaske oder ähnliche Vorrichtungen (d. h. nicht per Endotrachealtubus) bezeichnet.

## Schnittstellen für die NIV-Anwendung

Auf dem Markt sind verschiedene Arten von Beatmungsvorrichtungen für den Patienten erhältlich:

Mund-Nasen-Masken (oronasale Masken) oder Voll-Gesichtsmasken, Gesamt-Gesichtsmasken und Nasenmasken. Die Masken sind in unterschiedlichen Größen erhältlich: Da die Patienten unterschiedliche Gesichtskonturen aufweisen, ist es sehr wichtig, eine Auswahl an Masken für den jeweils korrekten Sitz bereit zu haben, denn gewöhnlich führt eine schlecht sitzende Maske zu einem Versagen der NIV.

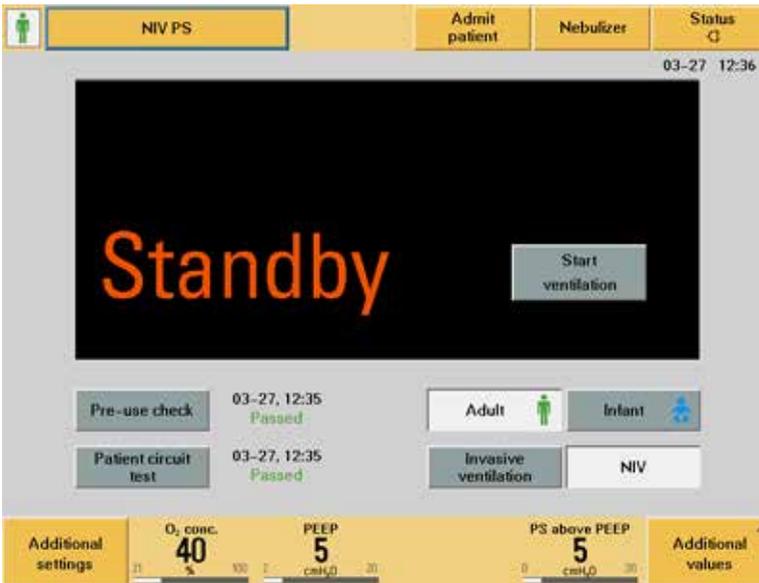


Während der NIV spielen Patientenkomfort und Verträglichkeit eine wichtige Rolle und müssen durch Beobachtung des Patienten am Krankenbett überwacht werden.

## Die NIV-Anwendung

Wenn NIV im Standby-Modus ausgewählt wird, wechselt die Rahmenfarbe in der Benutzeroberfläche von Grau zu Gelb. NIV-Druckunterstützung, NIV-Druckkontrolle, CPAP nasal und NIV NAVA sind die Beatmungsmodi, die bei NIV zur Verfügung stehen.

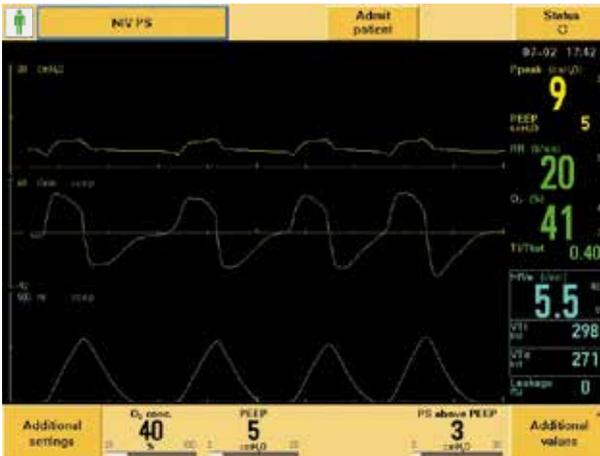
Bitte beachten Sie, dass sich die Standardeinstellungen beim Wechsel zwischen invasiver und nicht-invasiver Beatmung automatisch ändern.



# Leckagekompensation

Während NIV passt sich das Beatmungsgerät automatisch an Schwankungen der Leckage an, um den erforderlichen Druck und PEEP aufrecht zu erhalten. Die Leckage wird beim Servo-i als Leckanteil in % angegeben und ist ein Maß für den Sitz der Maske beim Patienten.

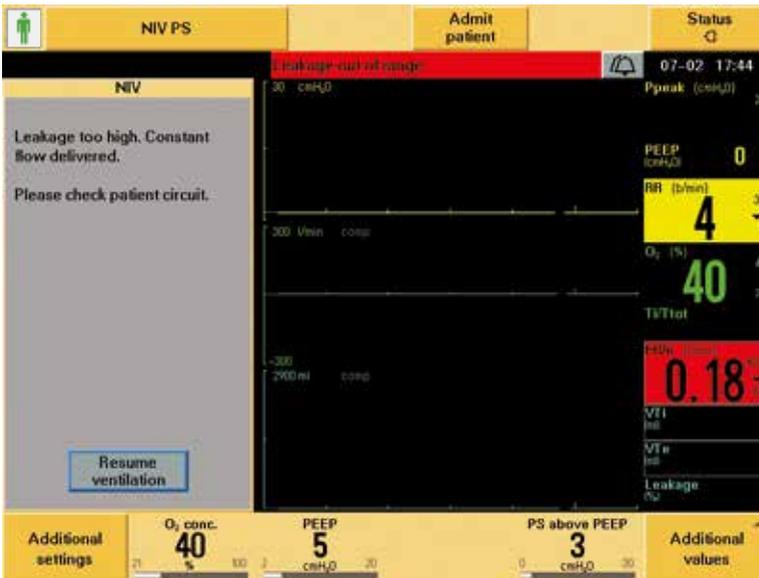
Wenn der Patient unregelmäßig atmet, schwankt der Leckagewert. Der angezeigte Wert für Leckagen bezieht sich auf Leckagen bei der Inspiration (Durchschnittswert von 2–3 Atemzügen). Die im Feld für gemessene Werte angezeigten Volumen kompensieren Undichtigkeiten, d.h. sie entsprechen dem tatsächlichen Volumen, das der Patient ein- und ausatmet.



**HINWEIS:** Die Leckagekompensation während der Expiration beträgt bis zu 65 l/min bei Erwachsenen und bis zu 25 l/min bei Kindern. Während der Inspiration werden bis zu 200 l/min für Erwachsene und 33 l/min für Kinder kompensiert.

## Position abtrennen (Beatmung unterbrochen)

Bei zu starken Undichtigkeiten (>65 l/min für Erwachsene und >25 l/min für Kinder) oder bei einer Unterbrechung der Verbindung zum Patienten unterbricht der Servo-i die Beatmung und löst einen Alarm mit hoher Priorität aus. Es erscheint auf dem Bildschirm die Textmeldung „Leckage zu hoch. Auf konstanten Flow umgestellt. Bitte Patientenkreislauf überprüfen“.



Ein Alarmsignal wurde ausgelöst und an der Benutzerschnittstelle wird die Meldung „Leckage überhöht“ angezeigt. Um Störungen durch den Alarm zu verringern, können patientenbezogene Alarmsignale stummgeschaltet werden, bevor die Verbindung zwischen Patient und Beatmungsgerät getrennt wird.

Die Beatmung wird unterbrochen, um die Unannehmlichkeiten für den Patienten zu minimieren. Ein konstanter Bias-Flow wird verabreicht, um die Atemanstrengungen des Patienten zu ermitteln. Nachdem die Undichtigkeit reduziert oder der Patient erneut angeschlossen wurde, setzt die Beatmung automatisch wieder ein und die Meldung verschwindet nach drei Atemzügen.

Die Beatmung kann auch durch Drücken der Fixtaste „Start Atemzug“ oder der Soft-Taste „Beatmung starten“ auf dem Bildschirm manuell gestartet werden.

**Im Fenster „Startkonfiguration bearbeiten“, das über Standby – Menü – Biomed zugänglich ist, kann der Trennungs-Flow geändert werden.**

**Die Standardeinstellungen lauten:**

- Geringer Flow – 7,5 l/min für Erwachsene und Kinder

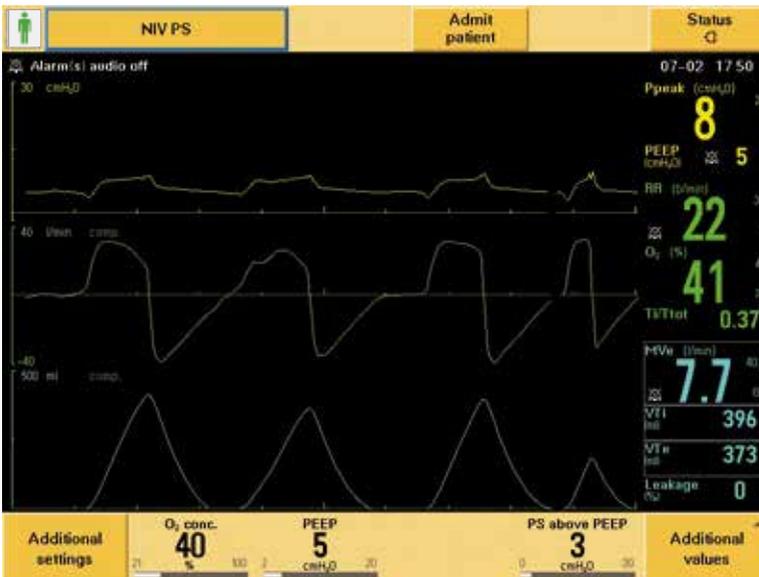
**Diese Einstellungen können folgendermaßen geändert werden:**

- Hoher Flow – 40 l/min für Erwachsene und 15 l/min für Kinder
- Deaktiviert – keine Unterbrechung bei starker Leckage. Das Beatmungsgerät unterstützt die Atmung selbst bei einer großen Leckage weiter, und der Alarm „Leckage außerhalb des Bereichs“ wird dann als Alarm mittlerer Priorität behandelt.

## Triggersensibilität

Die Triggersensibilität kann bei NIV nicht verändert werden. Wenn der Patient entweder den Druck auf 1 cmH<sub>2</sub>O unter PEEP während der Expiration verringert oder eine Verminderung des Expirationsflows von 6 ml in 100 ms herbeiführt, so gibt der Servo-i einen Atemzug ab.

Durch den dynamischen Druck und die Flow-Kompensation bleibt die Triggersensibilität auch bei beträchtlichen Leckagen erhalten.

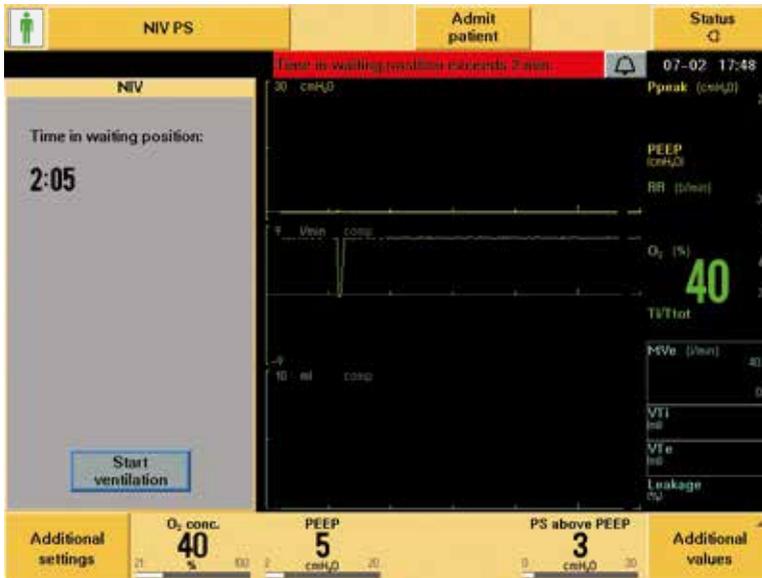


Bei Antippen von BEATMUNG STARTEN wird ein Warte-position-Dialogfeld angezeigt.

**Die Beatmung beginnt, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:**

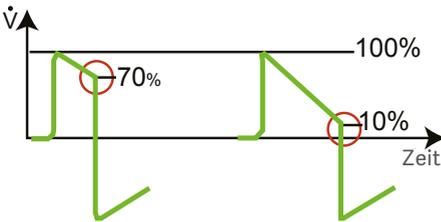
- Das Beatmungsgerät stellt den Atemversuch des Patienten fest.
- Der Anwender drückt die Soft-Taste „Beatmung starten“.

Während dieser Warte-phase sind alle akustischen Alarme stummgeschaltet und es erfolgt keine Beatmung.



## Endinspiration

Das Inspirationszyklusende markiert den Punkt, an dem im Modus NIV Druckunterstützung die Inspiration in die Expiration übergeht.



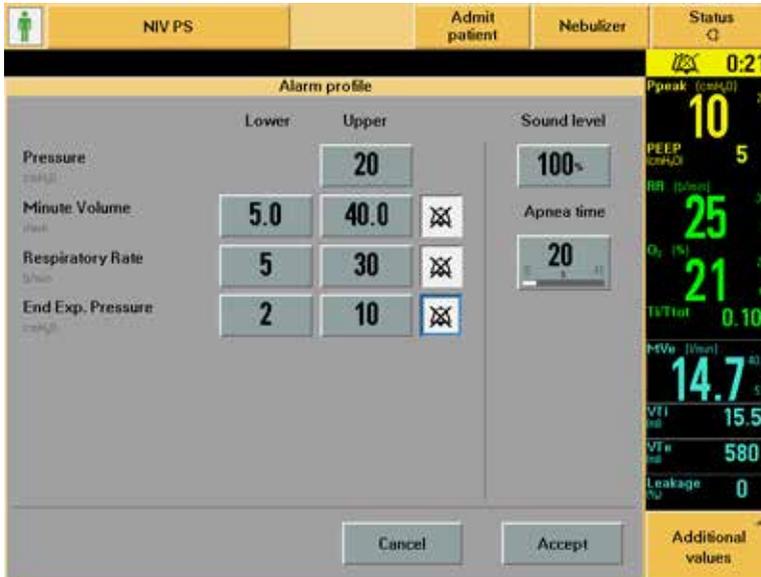
**WICHTIG:** Die Einstellung für Inspirationszyklusende ist wichtig für den Komfort des Patienten und die Synchronisation des Systems mit dem Patienten. Wenn der Wert zu niedrig eingestellt ist, kann dies zu einer Hyperinflation der Lungen und erhöhter Atemarbeit führen. Wenn der Wert zu hoch eingestellt ist, kann die Inspiration zu früh abgebrochen werden und der Patient erhält kein ausreichendes Tidalvolumen.

Das Inspirationszyklusende kann sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern zwischen 1 % und 70 % des inspiratorischen Spitzenflows eingestellt werden (der Standardwert ist 50 % für Erwachsene und 30 % für Kinder).

# Alarmer

Da die Leckage bei NIV oft schwankt, werden Alarmer möglicherweise häufiger als notwendig aktiviert. Um diese Störung zu reduzieren, können akustische Alarmer für alle patientenbezogenen Alarmer außer dem Hochdruckalarm auf „Audio Aus“ gesetzt werden.

Zur Stummschaltung der Alarmsignale auf die neben dem betreffenden Alarm angezeigte Soft-Taste mit dem Glockensymbol drücken.



# NIV-Druckunterstützung

NIV Druckunterstützung ist ein Beatmungsmodus bei Spontanatmung. Der Servo-i unterstützt mit dem voreingestellten Druckniveau und einem dezelerierenden Flow. Mit Unterstützung durch das Beatmungsgerät.

Sollten sich die mechanischen Merkmale der Lunge / des Thoraxes sowie die Anstrengungen des Patienten ändern, beeinflusst dies das verabreichte Tidalvolumen. Der Grad der Druckunterstützung muss reguliert werden, damit die gewünschte Beatmung erfolgt.

Mit zunehmender Aktivität des Patienten kann die Druckunterstützung allmählich verringert werden. Die Inspirationsanstiegszeit und das Inspirationszyklusende müssen so eingestellt sein, dass sich ein komfortabler Wert für den Patienten ergibt.

**HINWEIS:** Normalerweise beginnt die Behandlung bei einer NIV mit einer niedrigen Druckunterstützung von 2–3 cmH<sub>2</sub>O. Das Druckunterstützungsniveau oberhalb des PEEP wird dann langsam auf das Niveau titriert, das für ein angenehmes Atemmuster sorgt.

# Backup-Beatmung

Die Backup-Beatmung entspricht der Druckkontrolle.

## Die Standardeinstellungen für die Backup-Beatmung lauten:

- PC über PEEP – 5 cmH<sub>2</sub>O (Bereich 5–30 cmH<sub>2</sub>O)
- Resp. Atemfrequenz – 15 Atemzüge/Minute für Erwachsene und 30 Atemzüge/Minute für Kinder (Bereich 4–150 Atemzüge/Minute)
- I:E – 1:2 für Erwachsene und Kinder (Bereich 1:10,0–4,0:1) oder
- Ti – 0,9 Sekunden für Erwachsene und 0,5 Sekunden für Kinder (Bereich 0,1–5 Sekunden)

The screenshot shows the 'Set Ventilation Mode' interface for a ventilator. The mode is set to 'Volume Support'. The parameters are as follows:

Parameter	Value
Tidal Volume	440 ml
PEEP	5 cmH <sub>2</sub> O
O <sub>2</sub> conc.	21 %
Insp. times	T insp. rise: 0.15
Trigger	Trigg. Flow: 5
Insp. cycle off	30 %
Backup ventilation	Backup Tidal Vol.: 450 ml
fresp. rate	15 breaths/min
Ti	0.90 s

Additional values on the right side of the screen:

Parameter	Value
Ppeak (cmH <sub>2</sub> O)	23
Pmean (cmH <sub>2</sub> O)	11
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	4
O <sub>2</sub> (%)	21
Fi/FiO <sub>2</sub>	0.35
MVe (l/min)	7.5
VTI (ml)	392
VTe (ml)	405

# NIV-Druckunterstützung

Nach Ablauf der eingestellten Apnoe-Dauer wechselte der Servo-i hier zu NIV PS (Backup) und die Meldung „Keine Inspirationsanstrengung“ wurde angezeigt. Der Servo-i startet jetzt die Beatmung im Modus Druckkontrolle. Im Backup-Modus wird der dritte und vierte Direktzugriffsknopf verwendet, um die Atemfrequenz und PC über PEEP einzustellen.

Der Servo-i wechselt automatisch wieder zu NIV PS, wenn eine Inspirationsanstrengung ermittelt wird. Die Anzahl von Wechseln zwischen NIV PS und NIV PS (Backup), die das Beatmungsgerät vornimmt, ist nicht begrenzt.



# Apnoe-Audioverzögerung

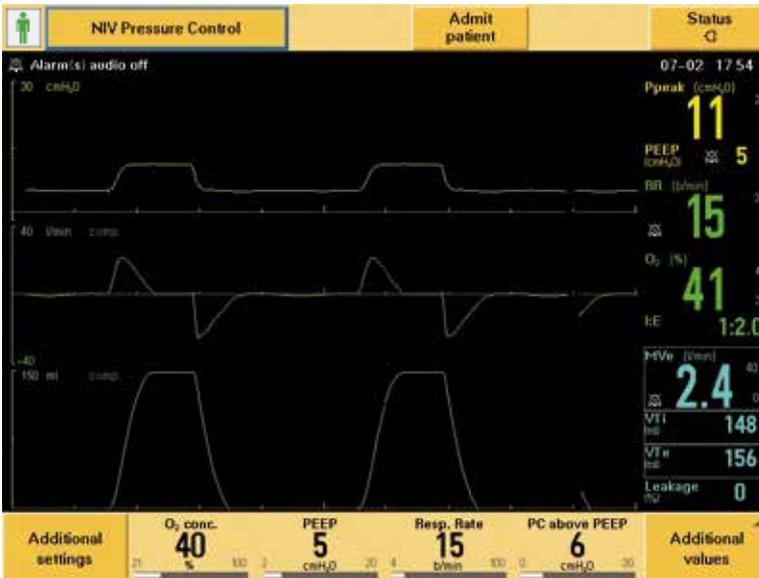
Bei NIV PS kann eine Apnoe-Audioverzögerung zwischen 0 und 30 Sekunden eingestellt werden (jedoch nur für Kinder).



Die Apnoe-Dauer kann auf 10 Sekunden und die Apnoe-Audioverzögerung ebenfalls auf 10 Sekunden eingestellt werden. Wenn der Patient nicht auslöst, wird gleichzeitig mit der Meldung „Akust. Alarm abgeschaltet“ die Meldung „Keine Inspirationsanstrengung“ angezeigt. Der Servo-i wechselt in den Backup-Modus.

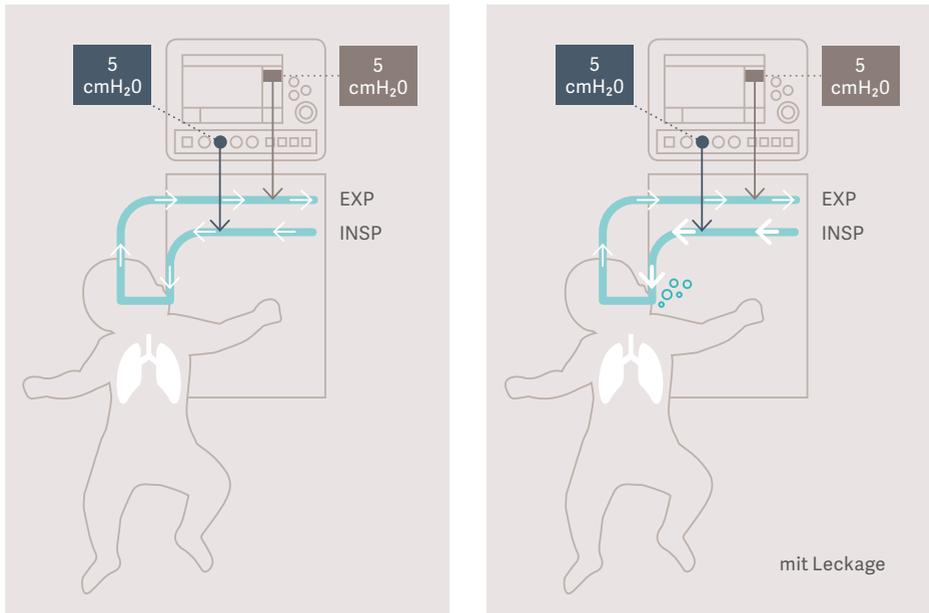
# NIV druckkontrolliert

In diesem kontrollierten Beatmungsmodus gibt das Beatmungsgerät einen Flow ab, um den voreingestellten Druck bei einer voreingestellten Atemfrequenz und während einer voreingestellten Inspirationszeit aufrechtzuerhalten. Der Druck ist während der Inspiration konstant, und die sich daraus ergebende Flowrate verlangsamt sich. Sollte aus irgendeinem Grund der Druck während der Einatmung absinken, steigt der Flow des Beatmungsgeräts sofort an und hält so den eingestellten Inspirationsdruck aufrecht. Das Volumen kann für jeden Atemzug anders ausfallen, falls sich Compliance und Widerstand beim Patienten verändern.



# CPAP nasal

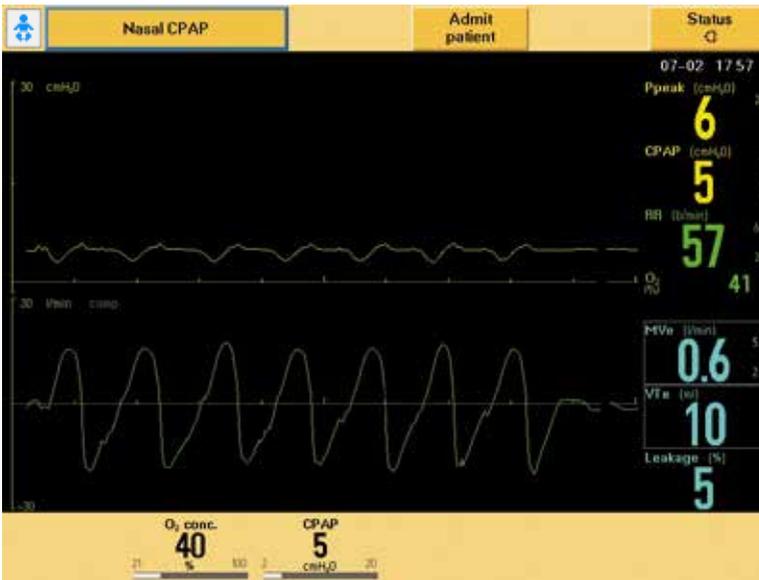
Der Gewichtsbereich für CPAP nasal liegt zwischen 500 g und 10 kg.  
Beim Servo-i Beatmungsgerät führt CPAP nasal den Flow zu, der zur Aufrechterhaltung des vom Benutzer eingestellten Drucks erforderlich ist.



Beispielsweise steigert im Fall einer Leckage an der Nasenbrille der Servo-i automatisch und direkt den Flow im Inspirationskanal, um den eingestellten Druck aufrechtzuerhalten. Der maximal mögliche Flow bei CPAP nasal beträgt 33 l/min.

## Druck- und Flowkurven

Bei der Beatmung CPAP nasal müssen das Druckniveau und die Sauerstoffkonzentration eingestellt werden. Der CPAP-Druck kann von 2–20 cmH<sub>2</sub>O eingestellt werden.



Der Servo-i reguliert den Druck nach eingestelltem CPAP-Niveau, um die Druckfluktuation zu minimieren, während der Flow variiert.

Im Beatmungsmodus CPAP nasal atmen Säuglinge oder Kleinkinder spontan aus dem zugeführten Flow, wobei es keine Triggerungskriterien gibt.

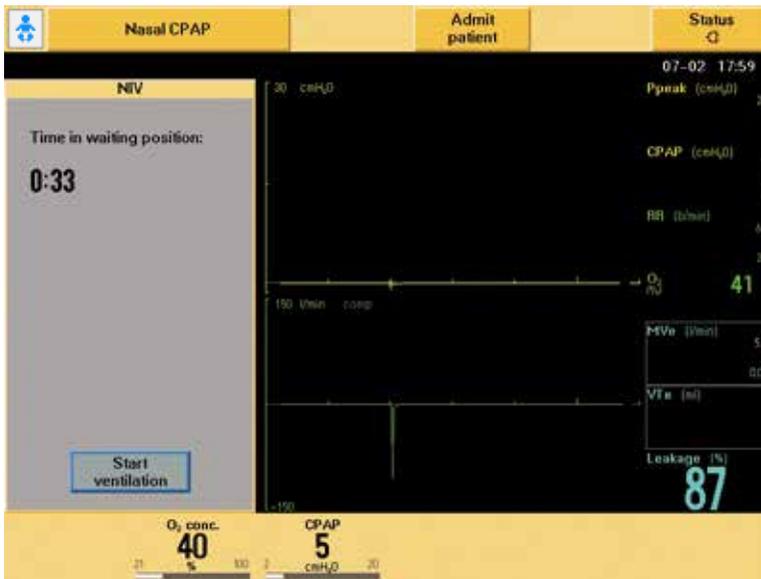
# Warteposition

Wird der Beatmungsmodus CPAP nasal gestartet, so beginnt eine Wartestellung. Es wird für den Patienten angenehmer sein, wenn das Beatmungsgerät in dieser Phase keinen übermäßig großen Flow abgibt, bis der Patient eine Inspirationsanstrengung unternimmt.

Darüber hinaus werden alle akustischen, patientenbezogenen Alarmer (mit Ausnahme des O<sub>2</sub>-Alarms) während dieser Phase deaktiviert und es findet keine Beatmung statt. Der Servo-i hat in der Wartestellung von CPAP nasal einen Bias-Flow von 7,5 l/min.

**Die Beatmung beginnt, wenn eines oder mehr der folgenden Kriterien erfüllt sind:**

- Das Beatmungsgerät stellt den Atemversuch des Patienten fest.
- Der Anwender drückt die Soft-Taste „Beatmung starten“.

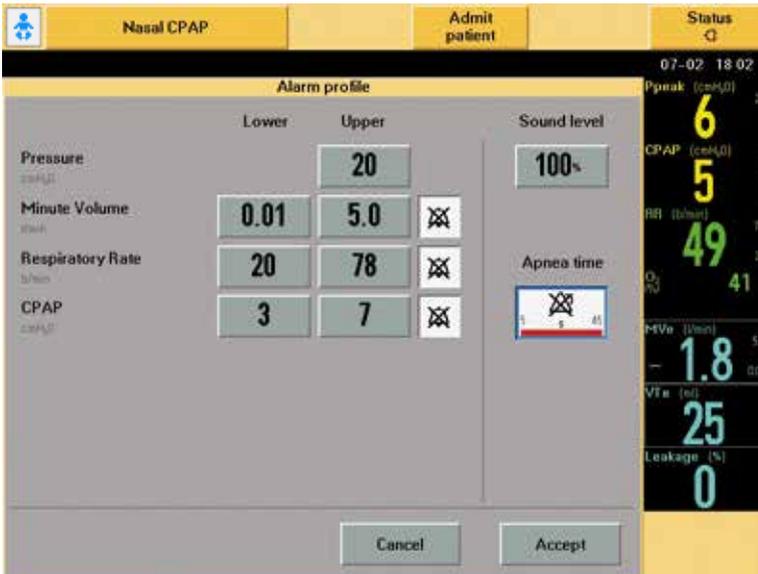


## CPAP nasal – Alarme

Da die Leckage bei CPAP nasal oft schwankt, werden Alarme möglicherweise häufiger als notwendig aktiviert.

Um die Häufigkeit dieser Aktivierungen zu verringern, kann man die akustischen Alarme für alle Patientenalarme mit Ausnahme des Alarms wegen hohen Drucks auf Ton aus einstellen.

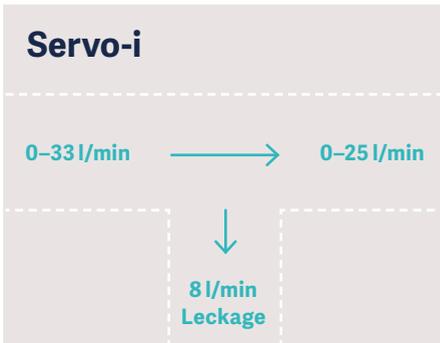
Zur Stummschaltung der Alarmsignale auf die neben dem betreffenden Alarm angezeigte Soft-Taste mit dem Glockensymbol drücken. Eine durchgestrichene Glocke zeigt an, dass die Funktion „Audio Aus“ sowohl im Fenster „Alarmprofil“ als auch im Feld „Gemessener Wert“ angezeigt wird. Um die „Audio Aus“-Funktion für den Apnoe-Alarm zu aktivieren, drehen Sie den Hauptauswahlschalter über die maximale Einstellung von 45 Sekunden hinaus.

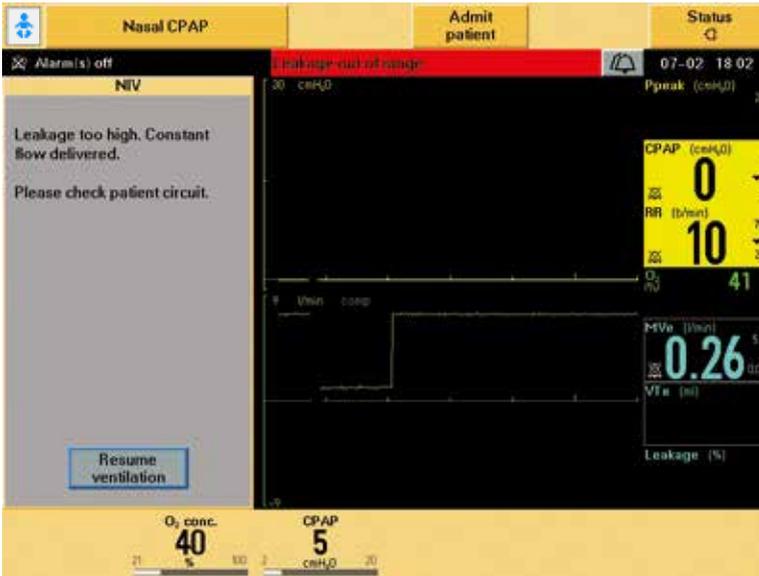


# Übermäßige Leckage

Der maximal verfügbare Flow beträgt 33 l/min. Bei einer Leckage von 8 l/min beträgt der verfügbare Flow 0–25 l/min. Wenn für einen kurzen Zeitraum eine Leckage von 10 l/min im Beatmungssystem des Patienten aufgetreten ist oder der Patient nicht angeschlossen ist, informiert der Servo-i den Anwender durch Anzeige der Meldung „Leckage zu hoch. Auf konstanten Flow umgestellt. Bitte Patientenkreis überprüfen.“ im Dialogfenster.

Ein Alarm mit hoher Priorität wird aktiviert und auf der Benutzeroberfläche mit dem Hinweis „Leckage außerhalb des zulässigen Bereichs“ angezeigt.





Die Beatmung wird unterbrochen, um die Unannehmlichkeiten für den Patienten zu minimieren. Ein konstanter Bias-Flow wird verabreicht, um die Atemanstrengungen des Patienten zu ermitteln. Es ist auch möglich, die Beatmung durch Drücken der Fixtaste „Start Atemzug“ oder der Soft-Taste „Beatmung starten“ auf dem Bildschirm manuell zu starten. Allerdings wird, falls die Leckage nicht behoben wird, das Dialogfenster erneut angezeigt.

Die Leckage wird auf dem Überwachungsabschnitt des Bildschirms als Leckageanteil in % angezeigt. Die Volumina, die im Feld der Messwerte angezeigt werden, sind leckagekompensiert. Mit anderen Worten: Diese Volumina entsprechen den tatsächlichen Patientenvolumina.



Möglicherweise steht die behördliche Zulassung zur Vermarktung von Servo-i in Ihrem Land noch aus. Weitere Informationen erhalten Sie über die zuständige Getinge-Vertretung.

Getinge ist ein globaler Anbieter von innovativen Lösungen für Operationssäle, Intensivstationen, Sterilisationsabteilungen sowie für Unternehmen und Institutionen im Bereich Life Science. Auf der Grundlage unserer Erfahrungen aus erster Hand und engen Partnerschaften mit klinischen Experten, medizinischen Fachkräften und medizintechnischen Spezialisten verbessern wir den Alltag der Menschen nicht nur heute, sondern auch morgen.

Manufacturer - Maquet Critical Care AB · Röntgenvägen 2 SE-171 54 Solna · Sweden · +46 (0)10 335 73 00

*Ihren lokalen Getinge-Vertriebspartner finden Sie unter der folgenden Adresse:*

**Getinge Deutschland GmbH** • Kehler Str. 31 • 76437 Rastatt • Deutschland • +49 7222 932-0 • [info.vertrieb@getinge.com](mailto:info.vertrieb@getinge.com)  
**Getinge Österreich GmbH** • Lemböckgasse 49 • 1230 Wien • Österreich • +43 1 8651487-0 • [info-at@getinge.com](mailto:info-at@getinge.com)  
**Getinge Schweiz AG** • Quellenstrasse 41b • 4310 Rheinfelden • Schweiz • +41 71 335 03 03 • [info@getinge.ch](mailto:info@getinge.ch)

[www.getinge.de](http://www.getinge.de)