

RAPHAEL

Bedienungshandbuch

für RAPHAEL, RAPHAEL Silver,
RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC

610996/01

Softwareversion 3

Mai 2006



© 2006 HAMILTON MEDICAL AG. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt in der Schweiz. Diese Publikation darf ohne schriftliche Zustimmung von HAMILTON MEDICAL weder ganz noch teilweise vervielfältigt, in einer Datenbank oder einem Datensicherungssystem gespeichert werden, noch in irgendeiner Form elektronisch oder mechanisch übertragen, fotokopiert oder aufgezeichnet werden.

Dieses Handbuch kann von HAMILTON MEDICAL jederzeit ohne vorherige Ankündigung ersetzt oder überarbeitet werden. Stellen Sie sicher, dass Ihnen dieses Handbuch in seiner aktuellsten Version vorliegt; für Fragen steht Ihnen die Abteilung Marketing der HAMILTON MEDICAL AG gerne zur Verfügung. Obwohl wir bei der Zusammenstellung der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen größtmögliche Sorgfalt haben walten lassen, kann diese eine professionelle Beurteilung nicht ersetzen.

HAMILTON MEDICAL behält sich das Recht vor, unabhängig vom Inhalt dieses Handbuchs, ohne vorherige Ankündigung die beschriebenen Geräte (einschließlich der Software) zu ändern. Sofern nicht ausdrücklich schriftlich vereinbart, ist HAMILTON MEDICAL nicht verpflichtet, dem Besitzer oder Bediener der im Handbuch beschriebenen Geräte (einschließlich der Software) Überarbeitungen, Aktualisierungen oder Änderungen mitzuteilen.

Das Beatmungsgerät darf ausschließlich von entsprechend ausgebildeten Fachkräften bedient und gewartet werden. HAMILTON MEDICAL haftet in Bezug auf das Beatmungsgerät lediglich im Rahmen der in diesem Handbuch aufgeführten Garantiebedingungen.

ASV und DuoPAP sind Warenzeichen von HAMILTON MEDICAL. Andere in diesem Handbuch erwähnte Produkt- und Firmennamen können Warenzeichen anderer Hersteller sein.

HAMILTON MEDICAL stellt Ihnen gerne Schaltbilder, Stücklisten der verwendeten Komponenten, Beschreibungen, Kalibrationsanweisungen oder andere Informationen zur Verfügung, damit entsprechend ausgebildete Fachkräfte Gerätekomponenten, die von HAMILTON MEDICAL für eine Reparatur vorgesehen sind, reparieren können.

Hersteller

HAMILTON MEDICAL AG
Via Crusch 8
CH-7402 Bonaduz
Schweiz
Telefon: (+41) 81 660 60 10
Fax: (+41) 81 660 60 20
www.hamilton-medical.com
www.IntelligentVentilation.org
E-Mail: ms@hamilton-medical.ch

RAPHAEL Modelle und Informationen zur Software

Zur Beatmungsgerätfamilie RAPHAEL zählen vier Modelle: das Grundmodell RAPHAEL, RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC. In diesem Handbuch gilt die Bezeichnung

„RAPHAEL“ für alle vier Modelle. Das Symbol  am Rand weist auf Sonderfunktionen des Modells RAPHAEL Silver hin.

Das Symbol  am Rand weist auf Sonderfunktionen der Modelle RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC hin.

RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC stellen funktionelle Erweiterungen des Grundmodells RAPHAEL dar. Neben den Funktionen des Grundmodells RAPHAEL beinhalten RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC die Modi ASV, DuoPAP und APRV, automatische Tubuskompensation (Tube Resistance Compensation, TRC) sowie erweitertes Monitoring in Form dynamischer Loop- und Trendanzeigen. RAPHAEL Color ist mit einem 5,7-Zoll-Farbbildschirm und RAPHAEL XTC ist mit einem 10,4-Zoll Farbbildschirm ausgestattet.

Um festzustellen, um welches RAPHAEL Modell es sich handelt, sehen Sie sich die Vorderseite des Geräts an. RAPHAEL XTC besitzt einen Aluminiumknopf mit dem Wort „XTC“ auf dem Aufkleber. Bei RAPHAEL Color befindet sich ein regenbogenfarbener Kreis auf dem Knopf und das Wort „Color“ auf dem Geräteaufkleber. Bei RAPHAEL Silver finden Sie einen silberfarbenen Kreis auf dem Knopf und das Wort „Silver“ auf dem Geräteaufkleber. Das Grundmodell RAPHAEL weist einen einfachen, bläulich-weißen Knopf und nur das Wort „RAPHAEL“ auf dem Geräteaufkleber auf. Der Modellname wird auch beim Starten des Geräts im Selbsttest-Fenster angezeigt.

Die Softwareversion von RAPHAEL wird beim Starten des Geräts im Selbsttest-Fenster und im Fenster Hilfsmittel 2 angezeigt. Dieses Handbuch gilt für die Beatmungsgeräte RAPHAEL mit Softwareversion 3. Wenn Ihr Beatmungsgerät RAPHAEL eine andere Softwareversion besitzt, nehmen Sie Kontakt mit Ihrem HAMILTON MEDICAL Ansprechpartner auf. Bestellinformationen zum Handbuch finden Sie im Produktkatalog auf der Web-Site www.hamilton-medical.com.

Definitionen

WARNUNG

Macht den Bediener auf Verletzungsrisiken, lebensgefährdende Situationen oder andere gravierende Nebeneffekte aufmerksam, die durch den Gebrauch oder Missbrauch des Geräts ausgelöst werden können.

ACHTUNG

Macht den Bediener auf ein Problem aufmerksam, das beim Gebrauch oder Missbrauch des Geräts aufgetreten ist, z. B. Fehlfunktion, Ausfall oder Beschädigung des Geräts oder anderer Gegenstände.

HINWEIS:

Hebt Informationen hervor, die besonders wichtig sind.



Dieser Aufkleber am Gerät verweist den Bediener für ausführliche Informationen auf das Bedienungshandbuch. Im Bedienungshandbuch verweist dieses Symbol auf den Aufkleber.



Gilt nur für RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC



Gilt nur für RAPHAEL Silver

Allgemeine Warnungen, Warnhinweise und Hinweise

Anwendungsbereiche

RAPHAEL wurde für die Beatmung von Erwachsenen, Kindern und Säuglingen entwickelt, die zwischen 5 und 200 kg wiegen. RAPHAEL darf nur von ordnungsgemäß geschultem Personal bedient werden, das unter der direkten Kontrolle eines zugelassenen Arztes steht. Das Beatmungsgerät RAPHAEL ist für die Verwendung in einem Krankenhaus oder einer krankenhaushähnlichen Einrichtung vorgesehen, einschließlich der Verwendung am Krankenbett sowie für den Transport innerhalb der Einrichtung, sofern komprimierte Gase zur Verfügung stehen.

Allgemeine Bedienungshinweise

- Das Beatmungsgerät RAPHAEL darf nur von ordnungsgemäß geschultem Personal bedient werden, das unter der direkten Kontrolle eines zugelassenen Arztes steht.
- Machen Sie sich mit dem Bedienungshandbuch vertraut, bevor Sie das Beatmungsgerät an einen Patienten anschließen.
- Die in diesem Handbuch gezeigten Anzeigen stimmen möglicherweise nicht genau mit dem überein, was Sie an Ihrem Beatmungsgerät sehen.

Monitoring und Alarme

- RAPHAEL ist nicht für die umfassende Vitalzeichenüberwachung bei Patienten vorgesehen, die an ein Lebenserhaltungssystem angeschlossen sind. Patienten, die an ein Lebenserhaltungssystem angeschlossen sind, müssen von qualifizierten Pflegekräften und mit geeigneten Überwachungsgeräten überwacht werden. Auch beim Einsatz von Alarm-Monitoringsystemen kann nicht absolut sichergestellt werden, dass bei allen Fehlfunktionen des Beatmungsgeräts eine Warnung ausgegeben wird.
- Bevor Sie den Patienten unbeaufsichtigt lassen, vergewissern Sie sich, dass kein akustischer Alarm stumm geschaltet ist.

-
- Beim Einsatz des Beatmungsgeräts sollte immer eine alternative Beatmungsmöglichkeit bereitgehalten werden. Wenn eine Fehlfunktion des Beatmungsgeräts entdeckt wird und seine lebenserhaltenden Funktionen nicht zweifelsfrei sichergestellt sind, muss die Beatmung unverzüglich mit einem derartigen Gerät (beispielsweise einem Beatmungsbeutel) fortgesetzt werden. Hierbei muss ggf. ein PEEP und/oder eine erhöhte Sauerstoffkonzentration verwendet werden. Das Beatmungsgerät muss aus dem Einsatz genommen und von qualifiziertem Personal gewartet werden.
 - Bei einer Fehlfunktion der integrierten Monitoring-Funktion des Beatmungsgeräts und zur Sicherstellung einer kontinuierlichen angemessenen Überwachung des Patienten wird empfohlen, zusätzliche unabhängige Überwachungsgeräte zu verwenden. Der Bediener des Beatmungsgeräts trägt weiterhin in allen Situationen die volle Verantwortung für die angemessene Beatmung und Sicherheit des Patienten.

Feuer und andere Gefahrenquellen

- Um das Risiko von Bränden und Explosionen zu verringern, darf RAPHAEL nicht in einer leichtentzündlichen oder explosiven Umgebung aufgestellt werden. Nicht zusammen mit entflammbar Anästhetika verwenden. Nicht mit Geräten oder Instrumenten verwenden, die mit Öl oder Schmierfett in Berührung gekommen sind.
- Verwenden Sie keine Hochdruck-Gasschläuche, die verschlissen sind oder mit brennbaren Substanzen (z. B. Fett oder Öl) verunreinigt sind, um die Brandgefahr zu reduzieren.
- Verwenden Sie ausschließlich Beatmungsschlauchsysteme, die für die Verwendung in mit Sauerstoff angereicherten Umgebungen vorgesehen sind, um die Brandgefahr zu minimieren. Verwenden Sie keine antistatischen oder elektrisch leitfähigen Schläuche.
- Bei einem Brand sofort die Beatmung des Patienten sicherstellen, RAPHAEL ausschalten und die Strom- und Gaszufuhr unterbrechen.

Wartung und Tests

- Um eine den Vorschriften entsprechende Wartung zu gewährleisten und Verletzungen zu vermeiden, sollte nur qualifiziertes Personal Service- und Wartungsarbeiten am Beatmungsgerät ausführen.
- Nicht das Gehäuse des Beatmungsgeräts öffnen. Andernfalls besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags. Lassen Sie das Beatmungsgerät von qualifiziertem Personal warten.
- Ziehen Sie vor dem Durchführen von Service- und Wartungsarbeiten das Netzkabel des Beatmungsgeräts. Andernfalls besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.
- Führen Sie nur die ausdrücklich im Wartungshandbuch aufgeführten Wartungsmaßnahmen aus.
- Wird die Hardware oder Software des Beatmungsgeräts ohne schriftliche Genehmigung von HAMILTON MEDICAL verändert, erlöschen alle Garantie- und Haftungsansprüche.
- Wenn das Gerät modifiziert werden muss, ist durch geeignete Tests sicherzustellen, dass ein sicherer Dauerbetrieb des Gerätes gewährleistet ist.
- Verwenden Sie ausschließlich Originalersatzteile von HAMILTON MEDICAL.
- Das Programm für vorbeugende Wartungsarbeiten erfordert erst nach 5000 Betriebsstunden – oder einmal jährlich – eine allgemeine Wartung.
- Führen Sie – bevor das Beatmungsgerät bei einem Patienten zum Einsatz kommt – stets die vorgeschriebenen Tests und Kalibrationen durch, um den sicheren Betrieb des Beatmungsgeräts sicherzustellen. Schlägt ein Test fehl, beheben Sie den Fehler nach Vorschrift oder lassen das Beatmungsgerät warten. Verwenden Sie das Beatmungsgerät erst wieder, nachdem die erforderlichen Reparaturen durchgeführt wurden und das Gerät alle Tests bestanden hat.

Elektromagnetische Verträglichkeit

RAPHAEL entspricht der IEC-Norm 60601-1-2:2001 zur elektromagnetischen Kompatibilität (IEC: „International Electrotechnical Commission“). Bestimmte Übertragungsgeräte (z. B. Mobiltelefone, Funksprechgeräte, schnurlose Telefone, Pager etc.) können dennoch den Betrieb von RAPHAEL stören. Verwenden Sie die genannten Geräte deshalb nicht in der Nähe von RAPHAEL. Setzen Sie RAPHAEL nicht in der Nähe von Kernspintomographen ein.

In Kapitel 6 finden Sie eine Übersicht aller Alarme, die bei einer Unterbrechung des Gerätebetriebs auftreten können, sowie geeignete Maßnahmen zur Fehlerbehebung. Wenden Sie sich bei Ausfall des Beatmungsgeräts an den für Wartungsfragen zuständigen HAMILTON MEDICAL Ansprechpartner.

Elektromagnetische Emissionen

Dieses Gerät wurde getestet und entspricht sowohl den Anforderungen eines Digitalgeräts der Klasse A gemäß Teil 15 der FCC-Bestimmungen als auch den Radiointerferenzbestimmungen des Canadian Department of Communications. Diese Grenzwerte wurden aufgestellt, um einen vernünftigen Schutz vor schädlichen Störungen zu bieten, wenn das Gerät in einer kommerziellen Umgebung eingesetzt wird. Dieses Gerät erzeugt und verwendet Hochfrequenzenergie und kann diese abstrahlen. Wenn das Gerät nicht wie in der Gebrauchsanweisung beschrieben installiert und eingesetzt wird, können Kommunikationsverbindungen über Funk gestört werden. Der Betrieb dieses Geräts in einem Wohngebiet wird wahrscheinlich schädliche Störungen hervorrufen, in diesem Fall muss der Benutzer die Störungen auf eigene Kosten beseitigen.

Verantwortung des Bedieners/Eigentümers

Die Produkte von HAMILTON MEDICAL sind so ausgelegt, dass sie gemäß der Beschreibung im *Bedienungshandbuch* funktionieren. Der/die Bediener sollte(n) keine Komponenten, Geräte usw. verwenden, die defekt, übermäßig verschlissen, verunreinigt oder untauglich sind.

Die Produkte dürfen in keiner Weise verändert werden.

Der Bediener/Eigentümer der Produkte haftet in den folgenden Fällen alleinig für Verletzungen oder Sachschäden (einschließlich Beschädigungen des Produkts):

- Betrieb, der vom Bedienungshandbuch abweicht;
- Service- und Wartungsarbeiten, die von den autorisierten Wartungs-/Bedienungsanweisungen abweichen;
- Service- und Wartungsarbeiten, die von einer nicht autorisierten Serviceorganisation durchgeführt werden;
- Veränderung des Geräts oder einzelner Komponenten/Zubehörteile;
- Verwendung beschädigter, nicht autorisierter oder nicht genehmigter Komponenten/Zubehörteile.

Maßeinheiten

Drücke werden bei RAPHAEL in cmH_2O oder mbar angegeben. Andere Firmen verwenden Hektopascal (hPa). Da 1 mbar einem 1 hPa entspricht, das wiederum 1,016 cmH_2O entspricht, sind die Maßeinheiten untereinander austauschbar.

Entsorgung

Entsorgen Sie alle aus dem Gerät entfernten Teile gemäß den Richtlinien Ihres Krankenhauses. Vor dem Entsorgen als Ganzes sterilisieren. Befolgen Sie die entsprechenden Regelungen zur Entsorgung oder zum Recycling.

Herstellungsjahr

Sie können anhand des Etiketts mit der Seriennummer (auf der Rückseite von RAPHAEL) das Herstellungsjahr bestimmen. Die ersten beiden Ziffern der Teilenummer entsprechen den letzten beiden Ziffern des Herstellungsjahres.

Softwareversion-Identifikation

Die Softwareversion von RAPHAEL wird beim Starten des Geräts im Fenster Selbsttest und im Fenster Hilfsmittel 2 angezeigt. Dieses Handbuch gilt für die Beatmungsgeräte RAPHAEL mit Softwareversion 3.1 oder höher.

Inhaltsverzeichnis

- 1** Allgemeine Informationen
- 2** Vorbereitung der Beatmung
- 3** Tests, Kalibrationen und Hilfsmittel
- 4** Geräte-Einstellungen
- 5** Monitoring
- 6** Behebung von Alarmen
- 7** Sonderfunktionen
- 8** Wartung
- A** Spezifikationen
- B** Beatmungsmodi
- C** ASV (Adaptive Support Ventilation)
- D** Pneumatisches System
- E** Konfiguration
- F** Geräteteile und Zubehör
- G** Datenschnittstelle (Option)
- Glossar
- Index

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Informationen	1-1
1.1	Einleitung	1-2
1.2	Funktionsbeschreibung	1-5
1.2.1	Systemüberblick	1-5
1.2.2	Luft- und Sauerstoffzufuhr und -abgabe	1-6
1.2.3	Monitoring mit dem Flow Sensor	1-7
1.3	Gerätebeschreibung	1-9
1.3.1	Schlauchsysteme und Zubehör	1-9
1.3.2	Beatmungseinheit	1-11
1.3.3	Fenster	1-19
1.4	Symbole auf der Geräterückseite	1-22
2	Vorbereitung der Beatmung	2-1
2.1	Einleitung	2-2
2.2	Anschluss an die Wechselstromversorgung	2-4
2.3	Anschluss an die Luft- und Sauerstoffzufuhr	2-5
2.4	Installation des Befeuchters	2-7
2.5	Installation des Haltearms für Patientenschläuche	2-8
2.6	Installation des Patienten-Beatmungsschlauchsystems	2-9
2.7	Überprüfung der Sauerstoffzelle	2-18
2.8	Installation eines pneumatischen Verneblers	2-20
2.9	Installation des optionalen Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblers	2-22
2.10	Hinweise zu den aufladbaren Batterien	2-23
2.11	Inbetriebnahme des Beatmungsgeräts	2-25
2.12	Ausschalten des Beatmungsgeräts	2-28
2.13	Anweisungen zur Verwendung des Einstellknopfs (Drücken und Drehen) und der Tasten	2-29
3	Tests, Kalibrationen und Hilfsmittel	3-1
3.1	Einleitung	3-2
3.2	Hilfsmittel	3-4
3.2.1	Dichtheittest	3-4
3.2.2	Flow Sensor-Test	3-8
3.2.3	Kalibration der Sauerstoffzelle	3-9
3.2.4	Einstellen der Alarmlautstärke	3-10
3.3	Überprüfung vor Inbetriebnahme	3-11

3.4	Alarmtests	3-16
3.4.1	Druck zu hoch	3-16
3.4.2	Minutenvolumen zu tief	3-16
3.4.3	Alarmer Sauerstoffzufuhr und Sauerstoff zu tief	3-17
3.4.4	Diskonnektion	3-17
3.4.5	Netzausfall	3-17
3.4.6	Obstruktion Expiration	3-18
3.4.7	Apnoe	3-18
4	Geräte-Einstellungen	4-1
4.1	Einleitung	4-2
4.2	Eingabe des idealen Patientenkörpergewichts	4-2
4.3	Ändern des Beatmungsmodus	4-6
4.4	Einstellen von Modusergänzungen	4-7
4.4.1	Aktivieren/Deaktivieren der Funktion Seufzer	4-7
4.4.2	Aktivieren/Deaktivieren der Funktion Apnoe Backup und Einstellen der Apnoe-Zeit	4-8
4.5	Anpassen und Bestätigen von Kontrolleinstellungen	4-11
4.5.1	Anpassen und Bestätigen der Kontroll- einstellungen nach einer Modusänderung	4-12
4.5.2	Anpassen der Kontrolleinstellungen ohne Modusänderung	4-13
4.6	Einstellen der Tubuskompensation (TRC)	4-15
4.7	Kontrolleinstellungen	4-18
4.8	Einstellen der Alarmgrenzwerte	4-26
5	Monitoring	5-1
5.1	Aufrufen von Patientendaten	5-3
5.2	Basisbildschirm	5-3
5.3	Aufrufen zusätzlicher numerischer Patientendaten	5-4
5.4	Auswahl des Grafiktyps	5-7
5.4.1	Auswahl einer Kurve	5-7
5.4.2	Auswahl eines Loops	5-8
5.4.3	Trends	5-9
5.4.4	Auswahl des ASV Zielgrafik-Bildschirms	5-12
5.5	Monitoring-Parameter	5-13

6	Behebung von Alarmen	6-1
6.1	Einleitung	6-2
6.2	Vorgehen bei Auftreten eines Alarms	6-3
6.3	Logbuch	6-5
6.4	Alarmer und andere Meldungen	6-7
7	Sonderfunktionen	7-1
7.1	100% O ₂	7-2
7.2	Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub/ Diskonnektionsunterdrückung	7-3
7.3	Verneblung	7-4
7.4	Stand-by	7-5
8	Wartung	8-1
8.1	Einleitung	8-2
8.2	Reinigung, Desinfizierung und Sterilisation	8-2
8.2.1	Allgemeine Richtlinien zur Reinigung	8-7
8.2.2	Allgemeine Richtlinien für die chemische Desinfizierung	8-8
8.2.3	Allgemeine Richtlinien für die Autoklavierung und die Sterilisation mit ETO oder Dampf	8-8
8.2.4	Allgemeine Richtlinien für die Pasteurisation oder die Sterilisation mit Peroxid	8-9
8.3	Vorbeugende Wartungsarbeiten	8-9
8.3.1	Reinigung oder Austausch des Lüfterfilters	8-12
8.3.2	Austauschen der Gaszufuhrfilter	8-13
8.3.3	Austausch der Sauerstoffzelle	8-13
8.3.4	Austausch einer Sicherung	8-15
8.4	Lagerung	8-16
8.5	Verpackung und Transport	8-16
A	Spezifikationen	A-1
A.1	Maße und Gewichte	A-2
A.2	Standortanforderungen	A-3
A.3	Pneumatische Spezifikationen	A-3
A.4	Elektrische Spezifikationen	A-4
A.5	Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen	A-5
A.6	Werkseinstellungen	A-11
A.7	Monitoring-Parameter	A-14
A.8	Alarmer	A-16
A.9	Beatmungsschlauchsystem – Spezifikationen	A-20

A.10	Weitere technische Daten	A-22
A.11	Normen und Zulassungen	A-24
A.12	Erklärungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (IEC/EN 60601-1-2)	A-24
A.13	Gewährleistung	A-30

B Beatmungsmodi **B-1**

B.1	Einleitung	B-2
B.2	Das biphasische Konzept	B-3
B.3	Kontrollierte Modi	B-7
	B.3.1 Synchronisierte kontrollierte maschinelle Beatmung ([S]CMV+)	B-7
	B.3.2 Druckkontrollierte Beatmung (PCV+)	B-11
B.4	SIMV (Modi der synchronisierten intermittierenden maschinellen Beatmung)	B-14
	B.4.1 Modus SIMV+	B-15
	B.4.2 Modus PSIMV+	B-17
B.5	Spontaner Modus (SPONT)	B-19
B.6	Erweiterte Beatmungsmodi	B-21
	B.6.1 Adaptive Druckunterstützung (ASV)	B-21
	B.6.2 DuoPAP (zweifach positiver Atemwegsdruck) und APRV (Airway Pressure Release Ventilation)	B-21
	B.6.3 Nicht invasive Beatmung (NIV)	B-29
B.7	IntelliTrig-Funktion (intelligenter Trigger)	B-45

C ASV (Adaptive Support Ventilation) **C-1**

C.1	Einleitung	C-2
C.2	Einsatz von ASV in der klinischen Praxis	C-4
C.3	Ausführliche Funktionsbeschreibung von ASV	C-18
	C.3.1 Definition des normalen Minutenvolumens	C-18
	C.3.2 Ziel-Minutenvolumen	C-18
	C.3.3 Lungenschutzregeln	C-20
	C.3.4 Optimales Beatmungsmuster	C-24
	C.3.5 Dynamische Justierung des Lungenschutzes	C-27
	C.3.6 Dynamische Justierung des optimalen Beatmungsmusters	C-28
C.4	Minimale Atemarbeit (Otis-Formel)	C-29
C.5	Technische Daten zu ASV	C-32
C.6	Beginn der Beatmung	C-34
C.7	Referenzliteratur	C-35

D	Pneumatisches System	D-1
E	Konfiguration	E-1
E.1	Einleitung	E-2
E.2	Aufrufen des Konfigurationsmodus	E-2
E.3	Sprache: Auswahl der Standardsprache	E-3
E.4	Hauptmonitoring: Auswahl der angezeigten Standard-Patientendaten	E-4
E.5	Standard-Setup: Auswahl der Standard-Kontrolleinstellungen	E-5
E.6	Kurven: Auswahl der Standardkurvenparameter	E-11
E.7	Hilfsmittel	E-12
E.8	Logbuch	E-15
E.9	Werkseinstellungen	E-17
E.10	Bereiche für Konfigurationsparameter	E-17
F	Geräteteile und Zubehör	F-1
G	Datenschnittstelle (Option)	G-1
G.1	Einleitung	G-2
G.2	RS-232-Schnittstelle	G-3
	G.2.1 Patientenmonitor	G-3
	G.2.2 Computer	G-6
G.3	I:E-Timing-Anschluss	G-7
G.4	Alarmausgang	G-9
G.5	Stiftbelegungen der Anschlüsse	G-11
G.6	Kommunikationsprotokoll	G-13
	Glossar	Glossar-1
	Index	Index-1

Liste der Abbildungen

1-1	Luft- und Sauerstoffabgabe bei RAPHAEL	1-6
1-2	Variable Öffnung des Flow Sensors.	1-8
1-3	RAPHAEL mit Zubehör	1-9
1-4	Vorderseite.	1-11
1-5	LCD-Funktionstasten	1-12
1-6	Funktionstasten, Vorderseite	1-14
1-7	Anschlüsse des Patienten-Schlauchsystems.	1-16
1-8	Rückansicht	1-18
1-9	Der Basisbildschirm.	1-20
2-1	Netzkabelclip	2-4
2-2	Anschließen der Luft- und Sauerstoffzufuhr	2-6
2-3	Anschluss des Befeuchters	2-7
2-4	Installation des Haltearms für Patientenschläuche.	2-8
2-5	Patienten-Beatmungsschlauchsystem zur Verwendung mit der Schlauchheizung für Inspirationsschenkel.	2-11
2-6	Patienten-Beatmungsschlauchsystem zur Verwendung ohne Schlauchheizung	2-12
2-7	Patienten-Beatmungsschlauchsystem zur Verwendung mit HME.	2-13
2-8	LiteCircuit 850 Patienten-Beatmungsschlauchsystem (ein Schenkel) mit Befeuchter (zur Verwendung mit NIV)	2-14
2-9	LiteCircuit Standard Patienten-Beatmungsschlauchsystem (ein Schenkel) ohne Befeuchter (zur Verwendung mit NIV)	2-15
2-10	Einlegen der Exspirationsventilmembran in das Gehäuse.	2-16
2-11	Installation des Flow Sensors	2-17
2-12	Überprüfung der Sauerstoffzelle.	2-19
2-13	Anschluss eines pneumatischen Verneblers.	2-21
2-14	Installation des Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblers.	2-22
2-15	Batteriesymbol	2-24
2-16	Netzschalter	2-25
2-17	Bildschirm Selbsttest.	2-26
2-18	Fenster Körpergewicht	2-27
3-1	Fenster Hilfsmittel 1	3-5
3-2	Fenster Hilfsmittel 2	3-5
3-3	Druckmesser während des Dichtheitstests	3-6
3-4	Einstellen der Alarmlautstärke	3-10

4-1	Fenster Körpergewicht	4-3
4-2	Fenster Modus	4-6
4-3	Fenster mit den Apnoe Backup Bedienelementen	4-10
4-4	Fenster Kontroll 1 – Modusänderung zu ASV.	4-12
4-5	Fenster Kontroll 2	4-13
4-6	Fenster Kontroll 1 – ohne Modusänderung	4-14
4-7	Einstellen der TRC	4-16
4-8	Ptrachea- und Paw-Kurven (bei aktivierter TRC)	4-17
4-9	Fenster Alarm	4-27
5-1	Basisbildschirm mit Kurve	5-3
5-2	Fenster Numerische Patientendaten 1	5-5
5-3	Fenster Numerische Patientendaten 2	5-5
5-4	Fenster Numerische Patientendaten 3	5-6
5-5	Fenster Grafikauswahl	5-7
5-6	Fenster Loopauswahl.	5-8
5-7	Loopbildschirm	5-9
5-8	Fenster Trendauswahl	5-10
5-9	Fenster für die Trendparameterauswahl.	5-11
5-10	Trendbildschirm.	5-11
6-1	Logbuchsymbol.	6-5
6-2	Logbuch	6-6
7-1	Tasten für Spezialfunktionen	7-2
7-2	Fenster Stand-by-Modus	7-6
8-1	Herausnehmen des Lüfterfilters	8-12
8-2	Austausch eines Gaszufuhrfilter.	8-13
8-3	Austausch der Sauerstoffzelle	8-14
8-4	Austausch einer Sicherung	8-15
B-1	Konventionelle druckkontrollierte Beatmung bei einem passiven Patienten.	B-4
B-2	Konventionelle druckkontrollierte Beatmung bei einem aktiven Patienten, wenn der Trigger deaktiviert ist.	B-5
B-3	Biphasisches PCV+ bei einem aktiven Patienten, wenn der Trigger deaktiviert ist.	B-6
B-4	(S)CMV+-Kontrollfenster	B-8

B-5	Atemhubabgabe durch die adaptive Steuerung im Modus (S)CMV+ von RAPHAEL	B-9
B-6	PCV+-Kontrollfenster	B-12
B-7	Atemzugabgabe in den SIMV-Modi	B-14
B-8	SIMV+-Kontrollfenster	B-16
B-9	PSIMV+-Kontrollfenster	B-18
B-10	SPONT-Kontrollfenster	B-20
B-11	DuoPAP-Kontrollfenster	B-22
B-12	APRV-Kontrollfenster	B-23
B-13	DuoPAP Druckkurve	B-24
B-14	APRV-Druckkurve	B-24
B-15	Druckunterstützung bei DuoPAP/APRV	B-27
B-16	NIV-Kontrollfenster	B-32
B-17	Festlegen der anfänglichen Kontrolleinstellungen im NIV-Modus	B-38
B-18	Wechsel zur Expiration, keine Leckage	B-39
B-19	Wechsel zur Expiration, Leckage auf Patientenseite	B-39
C-1	Der klinische Einsatz von ASV	C-4
C-2	ASV-Kontrollfenster	C-5
C-3	Hypothetisches Beispiel einer zu hohen Einstellung für %MinVol, die nicht mit den Lungenschutzregeln kompatibel ist	C-12
C-4	ASV Zielgrafik-Bildschirm	C-13
C-5	ASV-Monitoring-Parameter, Fenster	C-14
C-6	Normales Minutenvolumen als Funktion des Körpergewichts	C-18
C-7	MinVol = 7 l/min	C-19
C-8	Lungenschutzregeln zum Vermeiden von zu hohen Tidalvolumina und Drücken (A), zu tiefer alveolarer Belüftung (B), dynamischer Hyperinflation oder Breath Stacking (C) und Apnoe (D).	C-21
C-9	ASV Zielgrafik-Bildschirm	C-24
C-10	Beispiel einer Situation nach den ersten drei Atemhüben	C-26
C-11	Die Lungenschutzgrenzwerte werden dynamisch geändert und an die Atemsystemmechanik angepasst.	C-28
C-12	Veränderungen der Zielwerte bei Bronchokonstriktion	C-29
C-13	Drei verschiedene Beziehungen zwischen Frequenz und WOB sind für eine hypothetische Lunge aufgezeichnet.	C-30

E-1	Modusauswahlbildschirm Konfiguration	E-3
E-2	Fenster Hauptmonitoring-Parameter, Konfigurationsmodus	E-4
E-3	Fenster Körpergewicht, Konfigurationsmodus	E-5
E-4	Fenster mit den verfügbaren Modi.	E-6
E-5	Fenster Modus, Konfigurationsmodus	E-7
E-6	Fenster Kontroll 1, Konfigurationsmodus	E-9
E-7	Kontroll 2, Konfigurationsmodus.	E-9
E-8	Fenster Alarm, Konfigurationsmodus.	E-10
E-9	Fenster Kurvenauswahl, Konfigurationsmodus.	E-11
E-10	Fenster Hilfsmittel 1, Konfigurationsmodus	E-13
E-11	Fenster Hilfsmittel 2, Konfigurationsmodus	E-14
E-12	Logbuch, Konfigurationsmodus.	E-16
F-1	Beatmungsgerät- und Zubehörteile	F-2
G-1	Anschluss eines Patientenmonitors an RAPHAEL	G-4
G-2	Anschluss eines Computers an RAPHAEL	G-6
G-3	Externes Gerät, angeschlossen über den Anschluss „Special“ von RAPHAEL.	G-7
G-4	I:E-Timing-Anschluss – Relaispositionen	G-8
G-5	Alarmausgang – Relaispositionen (neuere Geräte)	G-10
G-6	Alarmausgang – Relaispositionen (ältere Geräte)	G-10
G-7	Anschlüsse der Schnittstellen.	G-11

Liste der Tabellen

1-1	Kompatible Teile und Zubehör	1-10
1-2	Symbole auf der Geräterückseite	1-22
3-1	Wann sollten Tests und Kalibrationen durchgeführt werden? . . .	3-2
3-2	Funktionstesteinstellungen für Erwachsene und erwartete Monitoringwerte	3-14
3-3	Funktionstesteinstellungen für Kinder/Säuglinge und erwartete Monitoringwerte	3-15
4-1	Bestimmung des Idealgewichts von Erwachsenen mit Hilfe der Körpergröße	4-4
4-2	Bestimmung des Idealgewichts von Kindern/Säuglingen mit Hilfe der Körpergröße.	4-5
4-3	Kontrolleinstellungen bei Apnoebeatmung.	4-10
4-4	Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche	4-18
4-5	Alarmgrenzwerte, Einstellungen und Bereiche	4-29
4-6	Auto-Alarm-Einstellungen	4-30
5-1	Monitoring-Parameter und Bereiche	5-14
6-1	Alarmkategorien	6-3
6-2	Alarmer und andere Meldungen	6-7
8-1	Reinigungsmethoden für RAPHAEL Komponenten	8-4
8-2	Plan für vorbeugende Wartungsarbeiten	8-10
A-1	Maße und Gewichte.	A-2
A-2	Standortanforderungen	A-3
A-3	Pneumatische Spezifikationen	A-3
A-4	Elektrische Spezifikationen	A-4
A-5	Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen – Bereiche, Genauigkeit und Auflösung	A-5
A-6	In den Beatmungsmodi von RAPHAEL aktive Kontrolleinstellungen	A-10
A-7	Werkseinstellungen	A-11
A-8	Monitoring-Parameter – Bereiche und Auflösungen	A-14
A-9	Justierbare Alarmeinstellungsbereiche	A-16

A-10	Nicht einstellbare Alarmer und alarmanlösende Bedingungen	A-18
A-11	Beatmungsschlauchsystem – Spezifikationen	A-21
A-12	Weitere technische Daten	A-22
A-13	Leitlinien und Herstellererklärung – Elektromagnetische Aussendungen	A-25
A-14	Leitlinien und Herstellererklärung – Elektromagnetische Störfestigkeit.	A-26
A-15	Empfohlene Schutzabstände zwischen tragbaren und mobilen HF-Telekommunikationsgeräten und dem Beatmungsgerät RAPHAEL	A-29
C-1	Ergebnisse der Blutgasmessungen und sonstige Zustände mit Einstellungsmöglichkeiten für ASV.	C-11
C-2	Interpretation des Beatmungsmusters bei der Einstellung 100 % für das MinVol	C-14
C-3	Interpretation des Beatmungsmusters bei einer Einstellung für MinVol, die weit über 100 % liegt	C-15
C-4	Interpretation des Beatmungsmusters bei einer Einstellung für MinVol, die weit unter 100 % liegt	C-15
C-5	Technische Daten zu ASV	C-32
C-6	Anfängliches Atemmuster	C-34
E-1	Bereiche für Konfigurationsparameter	E-17
F-1	Beatmungsgerät- und Zubehörteile	F-3
G-1	Hardware zum Anschließen von Patientenmonitoren.	G-5
G-2	Stiftbelegungen der Anschlüsse.	G-12

1 Allgemeine Informationen

1.1	Einleitung	1-2
1.2	Funktionsbeschreibung	1-5
	1.2.1 Systemüberblick	1-5
	1.2.2 Luft- und Sauerstoffzufuhr und -abgabe	1-6
	1.2.3 Monitoring mit dem Flow Sensor	1-7
1.3	Gerätebeschreibung	1-9
	1.3.1 Schlauchsysteme und Zubehör	1-9
	1.3.2 Beatmungseinheit	1-11
	1.3.3 Fenster	1-19
1.4	Symbole auf der Geräterückseite	1-22

1.1 Einleitung

Das RAPHAEL Beatmungsgerät für die Intensivbehandlung kann zur Beatmung von Säuglingen, Kindern oder Erwachsenen mit einem Gewicht zwischen 5 und 200 kg verwendet werden.

Modelle. Zur RAPHAEL Familie gehören das Grundmodell RAPHAEL, RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC. RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC stellen Erweiterungen des Grundmodells RAPHAEL dar – RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC beinhalten zusätzlich die Modi DuoPAP, APRV und ASV, automatische Tubuskompensation (Tube Resistance Compensation, TRC) sowie erweitertes Monitoring in Form dynamischer Loop- und Trendanzeigen.

Beatmung. RAPHAEL bietet vielfältige Beatmungsmodi, von adaptiv volumenkontrolliert über druckkontrolliert und spontan bis hin zu erweiterten Modi.

Die adaptiven volumenkontrollierten Modi (S)CMV+ und SIMV+, die druckkontrollierten Modi PCV+ und PSIMV+ und der spontane Modus (SPONT) stehen bei RAPHAEL zur Verfügung. Bei den adaptiven volumenkontrollierten Modi gibt das adaptive Steuergerät von RAPHAEL das Zielvolumen mit dem niedrigstmöglichen Druck ab, so dass die Vorteile einer druckkontrollierten Beatmung mit denen einer Volumengarantie kombiniert werden können.

Der bei allen Modellen verfügbare NIV-Modus (nicht invasive Beatmung) ermöglicht die Verwendung einer Maske oder eines anderen nicht invasiven Patientenanschlusses.



Die erweiterten Modi ASV[®] (Adaptive Support Ventilation), DuoPAP[®] und APRV werden nur für RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC angeboten. Beim Modus ASV wird auf der Grundlage weniger Eingaben des Bedieners und des Patientenzustands ein optimales Beatmungsmuster berechnet. Es garantiert, dass der Patient ein ausgewähltes Minutenvolumen bei niedrigstmöglichem Druck erhält. DuoPAP und APRV, zwei ähnliche Modi, sind Formen der Druckbeatmung.

Hier stellt der Bediener zwei Druckniveaus ein, ähnlich zweier CPAP-Niveaus. Beide Modi bieten eine Kombination von kontrollierten Atemhüben und spontanen Atemzügen und ermöglichen dem Patienten eine freie Atmung während des gesamten Atmungszyklus.

Patientengetriggerte Atemhübe sind flowgetriggert. RAPHAEL basiert auf dem biphasischen Beatmungskonzept, so dass die Patienten bei allen Betriebsmodi und -phasen ungehindert atmen können. Um die Atemarbeit des Patienten zu verringern, während er am RAPHAEL angeschlossen ist, kompensiert das Gerät automatisch die Resistance des Inspirations- und Expirationsschenkels im Beatmungsschlauchsystem. Ein pneumatischer Vernebleranschluss wird standardmäßig mit RAPHAEL geliefert. Das Aerogen® Aeroneb® Pro Ultraschall-Verneblersystem ist als Option erhältlich.

Monitoring RAPHAEL bietet verschiedene Monitoring-Möglichkeiten, einschließlich Sauerstoff-Monitoring.

19 Monitoring-Parameter werden numerisch angezeigt. Sie können diese Monitoring-Daten auch graphisch als Druck-, Flow- oder Volumenkurve anzeigen.



RAPHAEL Silver, RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC bieten verschiedene zusätzliche Monitoring-Funktionen. Mit diesen Beatmungsgeräten können Sie Daten auch als dynamischen Loop anzeigen. Mit der Trendfunktion können Sie bis zu 1, 12 oder 24 Stunden Daten ansehen und die Cursormessfunktion verwenden, um einen Wert an einem bestimmten Punkt auf der Trendkurve zu bestimmen.

Die Monitoring-Daten von RAPHAEL basieren auf Druck- und Flow-Messungen, die mit dem proximalen HAMILTON MEDICAL Flow Sensor in der Nähe des Patienten, zwischen Y-Stück und Patient, oder mit dem integrierten Sauerstoffmonitor erfasst werden.

Alarme. RAPHAEL ermöglicht Ihnen die Einstellung der Alarme für zu hohen Druck, zu hohe und zu tiefe Frequenz sowie zu tiefes bzw. zu hohes Expirationsminutenvolumen. Falls gewünscht, kann RAPHAEL beim Aufstarten die Alarmschwellen automatisch an den aktuellen Patientenstatus anpassen. In einem Ereignisprotokoll (Logbuch) werden Informationen über Alarme gespeichert, die zusammen mit Einstellungsänderungen und anderen „Ereignissen“ aufgetreten sind.

Bedienoberfläche. Das ergonomische Design des Beatmungsgeräts mit nur einem einzigen Einstellknopf (Funktionswahl durch Drücken und Drehen) und Tasten erleichtert Ihnen das Aufrufen der Geräteeinstellungen und Monitoring-Parameter.

Konfiguration. Sprache, Standard-Monitoringanzeige und Standard-Kontrolleinstellungen, Alarme und andere Einstellungen können im Konfigurationsmodus eingestellt werden.

Stromversorgung. RAPHAEL wird normal mit Wechselstrom in einem Bereich von 100 bis 125 und 200 bis 240 V, 50/60 Hz, betrieben. Bei Stromausfall werden automatisch die internen aufladbaren Batterien eingeschaltet, um vorübergehend die Stromversorgung zu übernehmen.

Montage. Ein optionaler Transportwagen und eine Betthalterung sind für RAPHAEL erhältlich. Auf dem Transportwagen können ein VENTILAIR^{II} Kompressor und zwei Gasflaschen untergebracht werden, wenn der optionale Halter für Gasflaschen installiert ist. Bei Ausstattung mit dem Transportwagen und dem Halter für Gasflaschen können mit RAPHAEL Patienten während des Transports innerhalb des Krankenhauses beatmet werden.

Optionen und verbesserte Versionen. Für RAPHAEL ist eine optionale Datenübertragungsschnittstelle erhältlich. Über die Datenschnittstelle kann der Patient von einer Zentrale aus überwacht werden, können Alarme über ein Schwesternrufsystem übermittelt und I:E-Timing-Signale übertragen werden.

1.2 Funktionsbeschreibung

In den folgenden Abschnitten werden die Funktionen des Beatmungsgeräts RAPHAEL von der Hardwareseite aus beschrieben.

1.2.1 Systemüberblick

RAPHAEL ist ein elektronisch gesteuertes pneumatisches Beatmungssystem. Es wird mit Wechselstrom betrieben und ist zusätzlich mit einem Batterieset für Stromausfälle oder Spannungsschwankungen ausgestattet, das Batterieset leistet aber auch beim Patiententransport innerhalb des Krankenhauses wertvolle Dienste. Das pneumatische System von RAPHAEL stellt die Luftversorgung sicher, während die elektrischen Systeme die Pneumatikkontrolle, Alarmüberwachung und Stromverteilung regeln.

Der Bediener kann mit Hilfe des Einstellknopfs (durch Drücken und Drehen) und über Tasten Werte oder Parameter in das mikroprozessorgesteuerte System von RAPHAEL eingeben. Mit diesen Eingaben wird das pneumatische System von RAPHAEL angewiesen, den Patienten mit dem präzise kontrollierten Gasgemisch zu beatmen. RAPHAEL sammelt Patientendaten des Flow Sensors, der sich an der Atemwegsöffnung befindet, sowie anderer Sensoren innerhalb des Beatmungsgeräts. Auf Grundlage dieser Monitoring-Daten passt RAPHAEL die Luft- und Sauerstoffabgabe kontinuierlich an den Patienten an. Die Daten des Patienten-Monitoring werden ebenfalls auf der grafischen Bedienoberfläche angezeigt.

Das mikroprozessorgesteuerte System von RAPHAEL kontrolliert die Luft- und Sauerstoffabgabe und überwacht den Patienten. Die Luft- und Sauerstoffabgabe sowie die Monitoring-Funktionen werden mehrfach von einem Alarmkontrollsystem überprüft. Durch diese Mehrfachüberprüfung kann der gleichzeitige Ausfall beider Hauptfunktionen verhindert und die Gefahr von Softwareausfällen verringert werden.

1.2.2 Luft- und Sauerstoffzufuhr und -abgabe

RAPHAEL verwendet unter Hochdruck stehenden Sauerstoff und Druckluft, die über Wandanschlüsse, Flaschen oder den VENTILAIR^{II} Kompressor (Abbildung 1-1) gespeist werden. Die Gas-/Luftgemische werden über Wasserfallen mit integrierten, hochleistungsfähigen Partikelfiltern geleitet.

Im Beatmungsgerät wird das Gas-/Luftgemisch dem pneumatischen System von RAPHAEL zugeführt. Ein elektronischer Mischer mischt Sauerstoff und Luft in der vom Bediener eingegebenen Konzentration. Diese Mischung wird in einem Reservoirtank gespeichert, der unter konstantem Druck gehalten wird. Wird das Gasgemisch dem Patienten verabreicht, fällt der Druck und der Tank wird kontinuierlich nachgefüllt. Die Eingänge für Hochdrucksauerstoff und Luft werden je nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet, um den Druck im Tank konstant zu halten. Der Tankinhalt deckt nicht nur hohe Patientenflüsse ab, sondern betreibt auch den pneumatischen Vernebler.

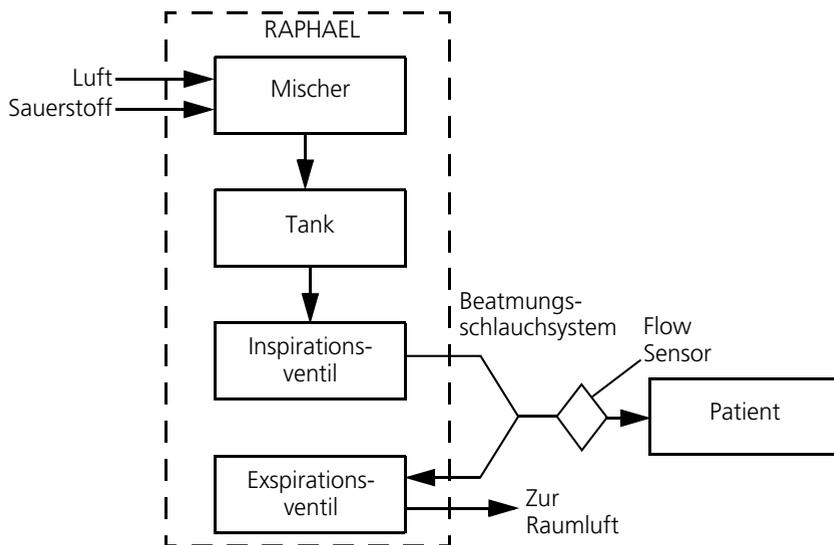


Abbildung 1-1. Luft- und Sauerstoffabgabe bei RAPHAEL

Das im Tank enthaltene Gas versorgt das Inspirationsventil. Der Mikroprozessor steuert gemäß den Bedieneinstellungen die Weite der Inspirationsventilöffnung und die Länge des Öffnungsintervalls. Die Öffnung des Ventils wird anschließend nach Auswertung der Monitoring-Daten gesteuert.

Eine Sauerstoffzelle (Sensor) überwacht das an den Patienten abzugebende Gas. Diese galvanische Zelle erzeugt eine Spannung, die zum Sauerstoffpartialdruck im abgegebenen Gasgemisch proportional ist. Die Sauerstoffmessung wird weder vom Druck im Patientenschlauch noch vom Feuchtigkeitsgehalt des inspirierten Gases beeinflusst. Das Beatmungsgerät löst einen Alarm aus, wenn die überwachte Sauerstoffkonzentration mehr als 5 % von der eingestellten Sauerstoffkonzentration abweicht oder wenn sie unter 18 % oder über 104 % liegt.

RAPHAEL beatmet den Patienten durch den Inspirations-schenkel des Schlauchsystems, zu dem der Inspirationsfilter, flexible Schläuche, das Befeuchtersystem, eine Wasserfalle, das Y-Stück und der Flow Sensor gehören.

Das vom Patienten ausgeatmete Gasgemisch wird durch den Expirationsschenkel des Schlauchsystems geleitet, zu dem flexible Schläuche, das Y-Stück, eine Wasserfalle sowie Expirationsventilgehäuse und -membran gehören. Das Gasgemisch wird durch die Expirationsventilgehäuse abgeführt. Die vom Flow Sensor durchgeführten Messungen werden zur Bestimmung des Patientendrucks, Flows und Volumens verwendet. Vom Patienten ausgeatmetes Gas kommt nie mit internen Komponenten von RAPHAEL in Kontakt.

Die Steuerung der Inspirations- und Expirationsventile wird so koordiniert, dass der Systemdruck stabil bleibt.

1.2.3 Monitoring mit dem Flow Sensor

RAPHAEL misst präzise Flow, Volumen und Druck im Atemweg des Patienten mit dem Flow Sensor von HAMILTON MEDICAL. Dieser proximale Flow Sensor misst selbst die schwächsten Atembemühungen des Patienten und überträgt diese an RAPHAEL. Dank seines hochsensiblen Flow-Triggers und der kurzen Reaktionszeit hilft RAPHAEL, die Atemarbeit des Patienten zu minimieren.

Beim Flow Sensor handelt es sich um eine dünne Membran, die in einem Gehäuse installiert ist. Dank einer variablen Öffnung ermöglicht die Membran den Fluss in beide Richtungen (Abbildung 1-2).

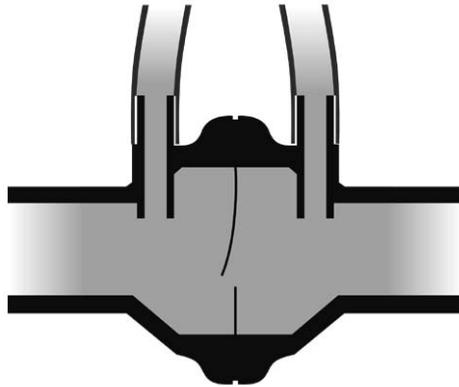


Abbildung 1-2. Variable Öffnung des Flow Sensors

Der Durchmesser der Öffnung verändert sich je nach Flussrate. Nimmt der Fluss zu, vergrößert sich die Öffnung zunehmend, so dass ein Druck im Bereich der Öffnung abfällt. Dieser Druckunterschied wird anschließend von einem Hochpräzisions-Differentialdrucksensor im Inneren des Beatmungsgeräts gemessen. Der Druckunterschied variiert linear in einem Flow-Bereich zwischen 20 und 3000 ml/s. Der Patientenflow wird anhand des Druckabfalls bestimmt. RAPHAEL berechnet anhand der Flow-Messung das Volumen.

Der Flow Sensor arbeitet selbst bei Feuchtigkeit und Sekreten sowie vernebelten Medikamenten verlässlich. RAPHAEL spült kontinuierlich die Schläuche des Sensorensystems.

RAPHAEL kann selbst ohne Flow Sensor eingeschränkt arbeiten.

In regelmäßigen Abständen wird ein automatischer „Flow Sensor-Selbsttest“ durchgeführt.

1.3 Gerätebeschreibung

1.3.1 Schlauchsysteme und Zubehör

Abbildung 1-3 zeigt RAPHAEL mit seinem Beatmungsschlauchsystem und Zubehör. Weitere Informationen zu den Schlauchsystemen und Zubehörteilen, die von HAMILTON MEDICAL bezogen werden können, finden Sie in Anhang E. Siehe Tabelle 1-1, um Informationen zu anderen kompatiblen Schlauchsystemen und Zubehörteilen zu erhalten.

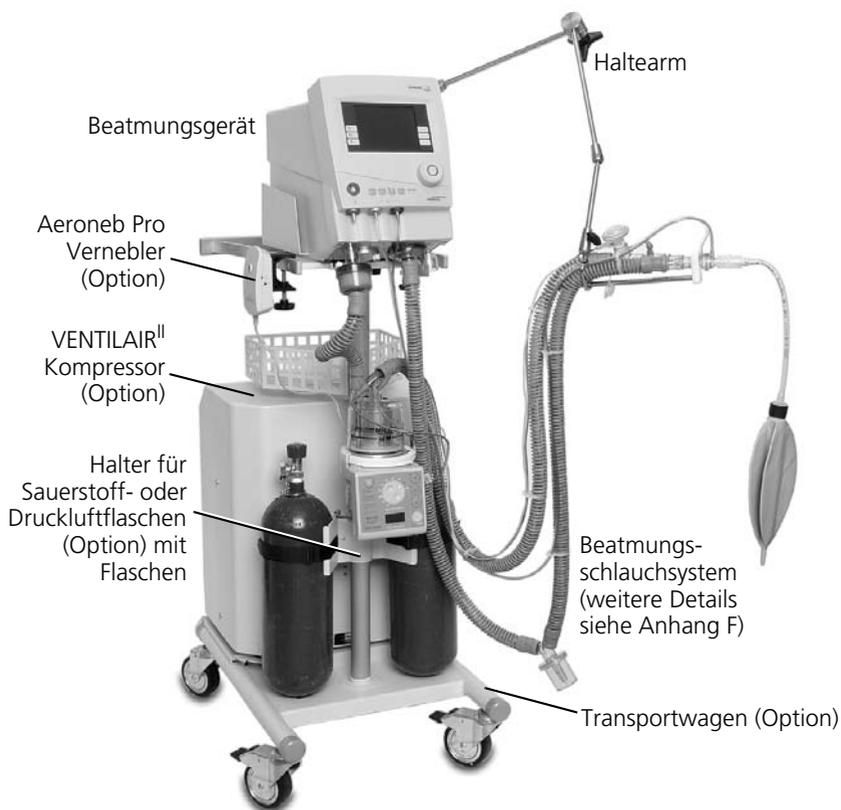


Abbildung 1-3. RAPHAEL mit Zubehör

Tabelle 1-1. Kompatible Teile und Zubehör

Teil	Zu verwenden
Patienten-Schlauchsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederverwendbare Patienten-Schlauchsysteme von HAMILTON MEDICAL • Andere Schlauchsysteme, die den in Anhang A aufgeführten Spezifikationen entsprechen.
Nicht invasiver Patientenanschluss	Gesichts- oder Nasenmaske, Mundstück oder Helm
Inspirationsfilter	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederverwendbarer Inspirationsbakterienfilter von HAMILTON MEDICAL • Andere Filter mit konischer 22-mm-Anschlussbuchse, 22-mm-Anschlussstecker und einem Druckabfall von < 2 mbar bei 60 l/min
Befeuchter	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Befeuchter von Fisher & Paykel. Von HAMILTON MEDICAL kann der Fisher & Paykel Befeuchter MR850 bezogen werden. • Alle aktiven Befeuchter für eine Flowrate von bis zu 120 l/min • Wärme-Feuchtigkeits-Tauscher
Flow Sensor	Nur Teile von HAMILTON MEDICAL (gekennzeichnet mit dem HAMILTON „H“)
Expirationsventilmembran und -abdeckung	Nur Teile von HAMILTON MEDICAL
Kompressor	HAMILTON MEDICAL VENTILAIR ^{II} Kompressor
Vernebler	<ul style="list-style-type: none"> • Pneumatisches Verneblergefäß, das für ca. 6 bis 7 l/min ausgelegt ist, oder • Aerogen Aeroneb Professional Verneblersystem (Aeroneb Pro). Ein tragbares Medizinprodukt für den Einsatz bei mehreren Patienten, mit dem vom Arzt verschriebene Medikationen zur Inhalation in Aerosolform aufbereitet werden.

1.3.2 Beatmungseinheit

In Abbildung 1-4 bis Abbildung 1-8 sind die Bedienelemente und Anzeigen sowie andere wichtige Komponenten der RAPHAEL Beatmungseinheit dargestellt.

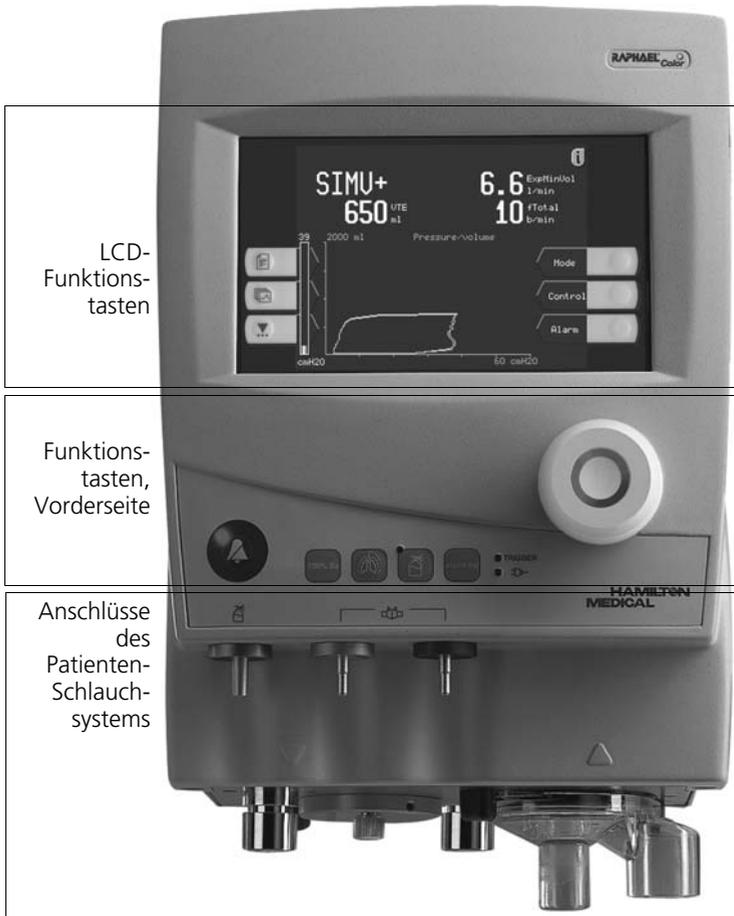


Abbildung 1-4. Vorderseite



Abbildung 1-5. LCD-Funktionstasten

Taste	Beschreibung
<p>1</p> 	<p>Taste zum Aufrufen des Fensters Numerische Patientendaten. Öffnet die Fenster mit den numerischen Monitoring-Parametern.</p>
<p>2</p> 	<p>Taste zum Aufrufen des Fensters Grafikwahl. Öffnet das Fenster, um eine Kurve zur Anzeige auszuwählen. Dazu zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine Druck-, Volumen- oder Flow-Kurve. • ein Loop • ein Trend • der ASV Zielgrafik-Bildschirm 
<p>3</p> 	<p>Taste zum Aufrufen des Fensters Hilfsmittel. Öffnet die Fenster mit den Hilfsprogrammen. Im ersten Fenster kann der Bediener Sauerstoff-, Flow Sensor- und Dichtheitstests durchführen sowie die Lautstärke für akustische Alarme einstellen. Das zweite Fenster enthält spezifische Informationen für das Beatmungsgerät, z. B. Software- und Hardwareversionen, Optionen, Betriebsstunden und Batterieladung.</p>

Taste	Beschreibung
4 Modus	Taste zum Aufrufen des Fensters Modus. Öffnet das Fenster, in dem die Modi eingestellt werden können. Gestattet dem Bediener die Auswahl des Beatmungsmodus, Seufzer und Apnoe Backup.
5 Kontroll	Taste zum Aufrufen des Fensters Kontroll. Öffnet die Fenster, in denen Kontrolleinstellungen vorgenommen werden können. Gestattet dem Bediener, die Kontrollparameter einzustellen,  einschließlich der Einstellungen für die automatische Tubuskompensation.
6 Alarm	Taste zum Aufrufen des Fensters Alarm. Öffnet das Fenster, in dem die Alarmeinstellungen vorgenommen werden können. Ermöglicht dem Bediener die Anpassung der Alarmgrenzwerte.



Abbildung 1-6. Funktionstasten, Vorderseite

Bedienelemente/ Anzeigen	Beschreibung
<p>1</p> 	<p>Taste Alarmstummuschaltung. Der akustische Alarm wird 2 Minuten lang stumm geschaltet. Die Anzeige leuchtet während der Stummuschaltung des Alarms; in der rechten unteren Ecke des Bildschirms wird ein entsprechendes Symbol angezeigt.</p>
<p>2</p> 	<p>Taste 100% O₂. 5 Minuten lang wird 100-prozentiger Sauerstoff verabreicht. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 7.1.</p>
<p>3</p> 	<p>Taste Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub/Diskonnektionsunterdrückung. Auslösen eines kontrollierten Atemhubs, wenn die Taste während der Expiration gedrückt und wieder losgelassen wird. Beginnt die Atemhubabgabe während einer Diskonnektion. Auslösen eines inspiratorischen Halts, wenn die Taste während einer beliebigen Beatmungsphase gedrückt gehalten wird. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 7.2.</p>
<p>4</p> 	<p>Taste Vernebler. Aktiviert den pneumatischen Vernebler während der Inspirationsphase. Die Anzeige leuchtet bei Aktivierung des Verneblers auf. Die Verneblung wird automatisch nach 30 Minuten gestoppt. Sie kann aber auch vorher durch erneutes Drücken der Taste abgeschaltet werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 7.3.</p>

Bedienelemente/ Anzeigen	Beschreibung
5 	Taste stand-by. Aktiviert den Stand-by-Modus. Ist dieser Modus aktiv, wird der Bildschirm Stand-by angezeigt. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 7.4.
6  TRIGGER	Anzeige TRIGGER. Zeigt einen vom Patienten getriggerten Atemhub an.
7 	Anzeige Wechselstrom. Zeigt an, ob das Beatmungsgerät an eine Stromversorgung angeschlossen ist. Leuchtet diese Anzeige, wird die Batterie gerade aufgeladen.
8	Einstellknopf (Drücken und Drehen) zum Einstellen von Parametern

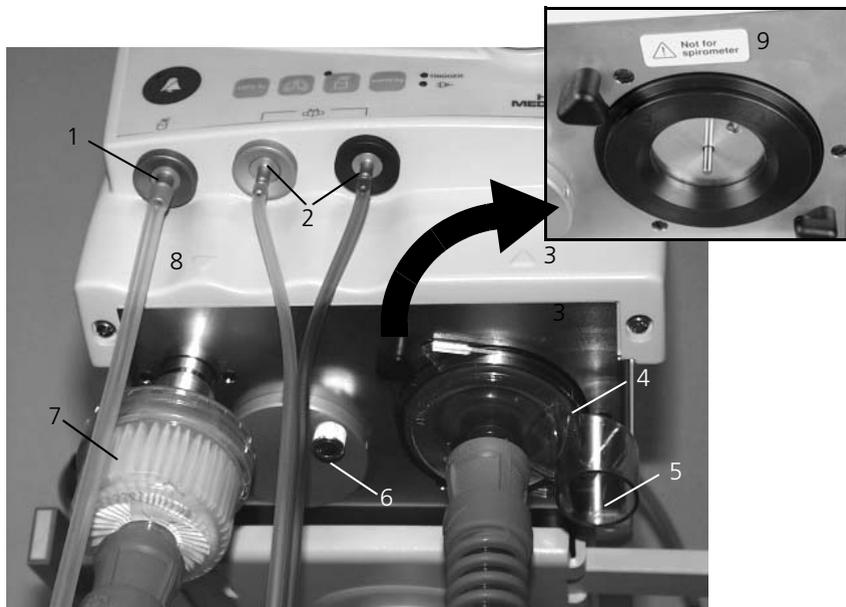


Abbildung 1-7. Anschlüsse des Patienten-Schlauchsystems

Bildschirmelement	Beschreibung
<p>1</p> 	<p>Ausgangsanschluss des pneumatischen Verneblers</p>
<p>2</p> 	<p>Flow Sensoranschluss Den blauen Schlauch am blauen Anschluss und den transparenten Schlauch immer am silberfarbenen Anschluss anschließen. Der blaue Schlauch sollte stets zum Patienten führen.</p>
<p>3</p> 	<p>Expirationsventil/vom Patienten kommend. Der Expirationsschenkel des Beatmungsschlauchsystems und das Expirationsventil des Patienten sind an dieser Stelle miteinander verbunden.</p>
<p>4</p>	<p>Expirationsventilgehäuse und -membran</p>

Bildschirm- element	Beschreibung
5	Auslassanschluss. Öffnung im Expirationsventilgehäuse zur Umgebungsluft.
6	Sauerstoffzellenhalter
7	Inspirationsfilter
8 	Inspirationsventil/zum Patienten führend. Der Inspirationsfilter und der Inspirationsschenkel des Patienten-Beatmungsschlauchsystems sind an dieser Stelle miteinander verbunden.
9 Not for spirometer	Aufkleber mit dem Hinweis „Not for spirometer“. Um einen Gegendruck und Verletzungen des Patienten zu verhindern, schließen Sie kein Spirometer, keinen Schlauch oder sonstige Geräte am Auslassanschluss des Expirationsventilgehäuses an.

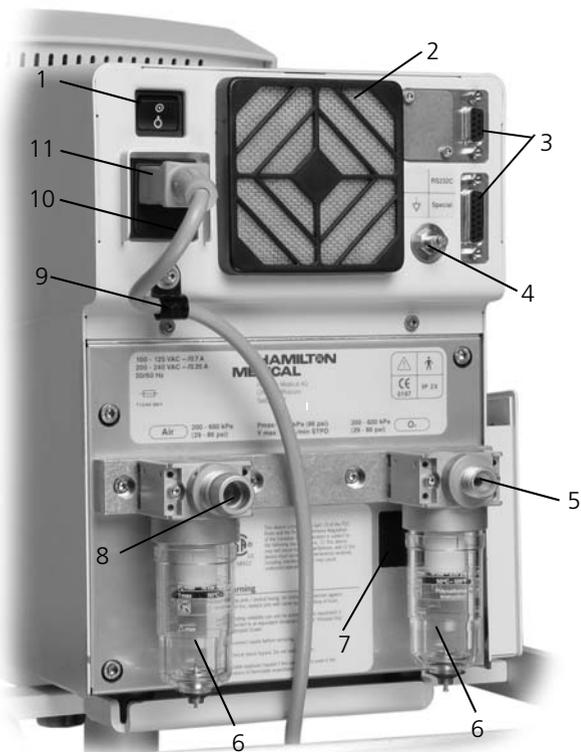


Abbildung 1-8. Rückansicht

Bildschirmelement	Beschreibung
<p>1</p>  	<p>Netzschalter. ● zeigt die EIN-Position; ○ zeigt die AUS-Position für einen Teil der Ausrüstung. Bei dieser Schalterposition wird das Beatmungsgerät ausgeschaltet, die Batterien werden jedoch aufgeladen, wenn Wechselstrom anliegt.</p>
2	Lüfterfilter
3	Anschlüsse der Datenschnittstelle (siehe Abbildung G-7 für weitere Informationen)
4	Haupterdung, Leiteranschlusspunkt (Erde)

Bildschirm- element	Beschreibung
5	Hochdrucksauerstoff-Anschluss
6	Hochdruckgas-Wasserfalle mit Filter
7	Aufkleber mit der Seriennummer. Die ersten beiden Ziffern der Teilenummer auf dem Aufkleber geben das Herstellungsjahr des Beatmungsgeräts an.
8	Hochdruckluft-Anschluss
9	Netzkabel mit Clip
10	Sicherungen. In diesem Fach befinden sich zwei 250-V-Sicherungen mit 1,0 A: Typ T (träge), Typ H (Hochstrom).
11	Netzanschluss. Stellen Sie sicher, dass das Netzkabel mit dem Clip befestigt ist. Ist das Beatmungsgerät an eine Wechselstromversorgung angeschlossen, leuchtet die Anzeige Wechselstrom auf der Vorderseite des Geräts permanent. Die Batterien werden dabei immer aufgeladen, unabhängig davon, ob der Netzschalter eingeschaltet ist oder nicht.

1.3.3 Fenster

Auf dem Bildschirm werden Informationen über den Status des Patienten und Beatmungsgeräts angezeigt. Der *Basisbildschirm* (Abbildung 1-9) ist der Standardbildschirm des Geräts. Vom Basisbildschirm aus haben Sie Zugang zu den Fenstern Modus, Kontroll, Alarm, Monitoring, Kurven und Hilfsmittel, auch bei normaler Beatmung.

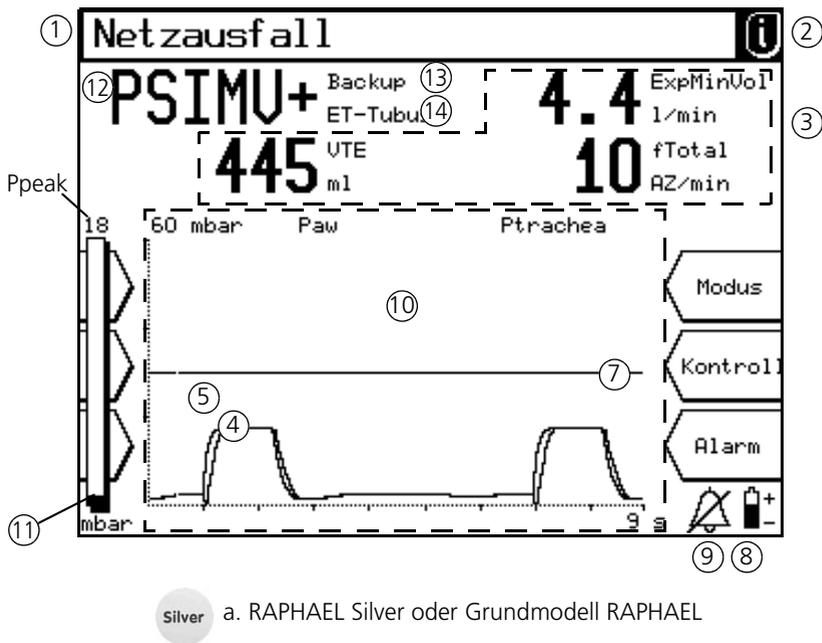
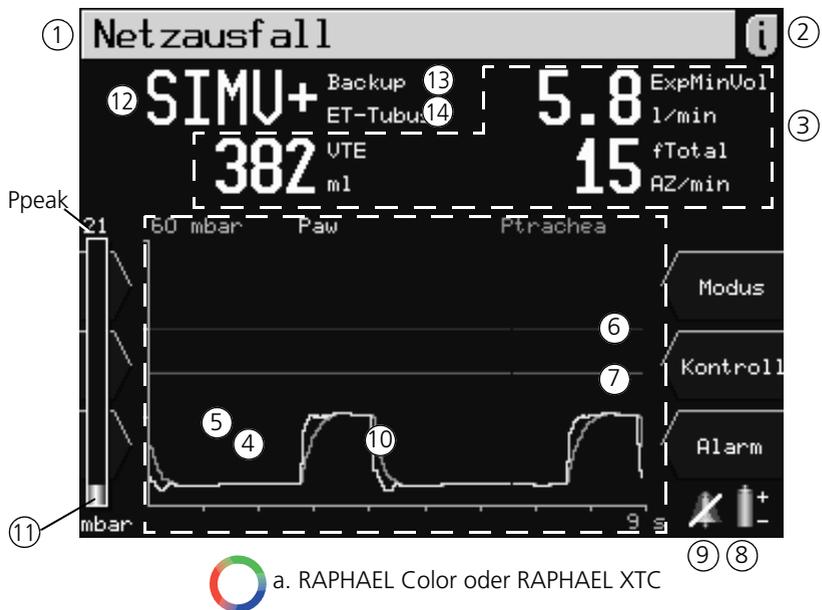


Abbildung 1-9. Der Basisbildschirm

Bildschirmelement	Beschreibung
1	Meldungszeile. Anzeige von Alarmen und anderen Meldungen, mit denen der Bediener angeleitet wird. Weiterführende Informationen finden Sie in Kapitel 6.
2 	Logbuch-Anzeige. Zeigt an, dass Ereignisse (Alarme oder Änderungen der Einstellungen des Beatmungsgeräts) aufgetreten sind, nachdem das Beatmungsgerät eingeschaltet wurde. Das Symbol ermöglicht die Anzeige des Logbuchs, das Informationen zu diesen Ereignissen enthält. Das Logbuch kann im Basisbildschirm durch Drücken des Einstellknopfs (Drücken und Drehen) aufgerufen werden.
3	Hauptmonitoring-Parameter. Drei Hauptmonitoring-Parameter können vom Bediener im Konfigurationsmodus eingestellt werden.
4	 Ptrachea-Kurve. Die Kurve für den trachealen Druck (orange bei RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC, normalerweise nicht so steil wie Paw). Wird nur bei aktivierter automatischer Tubuskompensation angezeigt.
5	Paw-Kurve. Die Kurve für den Atemwegsdruck (gelb bei RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC).
6	 Pmax. Eine dunkelrote Linie, die den vom Bediener eingestellten Alarmgrenzwert für Pmax anzeigt, wenn die Druckkurve angezeigt wird.
7	Drucklimitierung. Zeigt Pmax – 10 mbar an, wenn die Druckkurve angezeigt wird. Wird versucht, diese Vorgabe zu überschreiten, gibt das Beatmungsgerät einen Alarm Drucklimitierung aus.
8 	Batterieanzeige. Zeigt an, dass RAPHAEL mit den aufladbaren Batterien betrieben wird. Zeigt ebenfalls den Batterieladestatus an. Wird das Symbol grau angezeigt, sind keine Informationen zur Batterieladung verfügbar.
9 	Alarmstummschaltungsanzeige. Zeigt an, dass ein akustischer Alarm stumm geschaltet wurde. Wird die Ursache des Alarms nicht behoben, ertönt der akustische Alarm erneut nach 2 Minuten.

Bildschirmelement	Beschreibung
10	<p>Grafik.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurve • Trend-Kurve  <ul style="list-style-type: none"> • Loop • ASV Zielgrafik-Bildschirm
11	<p>Druckbalken. Anzeige des Drucks im Atemweg des Patienten. Die Bewegung verläuft synchron mit der des Brustkorbs, wodurch ebenfalls der normale Betrieb des Beatmungsgeräts angezeigt wird. Die Zahl auf dem Druckbalken ist der Spitzendruck (Ppeak) für den vorhergehenden Atemhub.</p>
12	<p>Aktiver Modus</p>
13	<p>Apnoe Backup-Anzeige. Zeigt an, dass die Apnoebeatmung aktiviert ist. Befindet sich das Beatmungsgerät im Modus Apnoe Backup, ist das Wort Backup markiert.</p>
14	 <p>Anzeige für den TRC-Tubustyp. Zeigt den ausgewählten Tubustyp an, wenn die automatische Tubuskompensation aktiviert ist.</p>

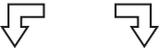
1.4 Symbole auf der Geräterückseite

Tabelle 1-2 enthält die Symbole auf der Geräterückseite.

Tabelle 1-2. Symbole auf der Geräterückseite

	<p>Sicherung, 1,0 A, 250 V, Typ T (träge), Typ H (Hochstrom)</p>
	<p>Klassifizierung der medizinischen elektrischen Geräte, Typ B gemäß IEC 60601-1:1988</p>

Tabelle 1-2. Symbole auf der Geräterückseite (Forts.)

	<p>Ausführlichere Informationen können Sie dem Bedienungshandbuch entnehmen.</p>
	<p>Haupterdung Leiteranschlusspunkt (Erde), wie in IEC 60601-1:1988 spezifiziert</p>
	<p>CE-Konformitätskennzeichen; Genehmigungsplakette, mit der bestätigt wird, dass das Gerät der EU-Richtlinie 93/42/EWG – Medizinprodukte – entspricht</p>
<p>IP 21</p>	<p>Gibt den Grad des Fremdkörperschutzes des Gehäuses (tropfwassergeschützt) nach IEC 60601-1/EN 60601-1 an.</p>
	<p>Zugelassen von Canadian Standards Association und National Recognized Test Laboratory</p>
<p>Air 200 bis 600 kPa (29 bis 86 psi)</p> 	<p>Betriebsdruck für Luftzufuhr</p>
<p>O₂ 200 bis 600 kPa (29 bis 86 psi)</p> 	<p>Betriebsdruck für Sauerstoffzufuhr</p>
	<p>Notfall-Lufteinlass und Druckentlastung</p>

2 Vorbereitung der Beatmung

2.1	Einleitung	2-2
2.2	Anschluss an die Wechselstromversorgung	2-4
2.3	Anschluss an die Luft- und Sauerstoffzufuhr	2-5
2.4	Installation des Befeuchters	2-7
2.5	Installation des Haltearms für Patientenschläuche	2-8
2.6	Installation des Patienten-Beatmungsschlauchsystems	2-9
2.7	Überprüfung der Sauerstoffzelle	2-18
2.8	Installation eines pneumatischen Verneblers	2-20
2.9	Installation des optionalen Aereoneb Pro Ultraschall-Verneblers	2-22
2.10	Hinweise zu den aufladbaren Batterien	2-23
2.11	Inbetriebnahme des Beatmungsgeräts	2-25
2.12	Ausschalten des Beatmungsgerätes	2-28
2.13	Anweisungen zur Verwendung des Einstellknopfs (Drücken und Drehen) und der Tasten	2-29

2.1 Einleitung

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie das Beatmungsgerät für den Betrieb eingerichtet wird, einschließlich Anschluss an die Stromversorgung, Anschließen der Luft- und Sauerstoffzufuhr, des Beatmungsschlauchsystems und des Zubehörs sowie Starten des Geräts.

WARNUNG

- **Um die ordnungsgemäße Funktion des RAPHAEL in Notfallsituationen zu gewährleisten, dürfen der Notfall-Lufteinlass und der Druckentlastungs-Auslass an der Unterseite des RAPHAEL nicht blockiert werden.**
- **Um Betriebsunterbrechungen bei RAPHAEL oder Zubehörgeräten zu vermeiden, dürfen nur Zubehörteile und Kabel verwendet werden, die ausdrücklich in diesem Handbuch erwähnt werden oder die IEC-Norm 60601-1-2 erfüllen. Die Verwendung von Zubehör oder Kabeln, die nicht für das Beatmungsgerät RAPHAEL entworfen wurden, kann die Leistungsparameter für Störaussendungen und Störfestigkeit erheblich verschlechtern. Damit soll sichergestellt werden, dass das Beatmungsgerät RAPHAEL bestimmungsgemäß betrieben werden kann.**
- **Um Betriebsunterbrechungen bei RAPHAEL aufgrund von elektromagnetischen Störungen zu vermeiden, sollten keine anderen Geräte in der Nähe betrieben oder darauf aufgestellt werden. Wenn dies dennoch erforderlich sein sollte, überprüfen Sie den normalen Betrieb von RAPHAEL in der zu verwendenden Konfiguration.**

-
- Um einen Gegendruck und Verletzungen des Patienten zu verhindern, schließen Sie kein Spirometer, keinen Schlauch oder sonstige Geräte am Auslassanschluss des Expirationsventilgehäuses an.
 - Um eine unterbrechungsfreie Patientenbeatmung sicherzustellen, dürfen Wasserfallen nicht überlaufen. Überprüfen und entleeren Sie Wasserfallen in regelmäßigen Abständen.
-

ACHTUNG

- Blockieren Sie nicht die Luftauslasslöcher, um eine Ansammlung von Sauerstoff und eine erhöhte Brandgefahr zu vermeiden.
 - Vergewissern Sie sich, dass RAPHAEL am Transportwagen oder Gestell sicher befestigt ist, um Beschädigungen zu vermeiden. Das Gerät muss mit Hilfe der Feststellschraube (an der Unterseite des Transportwagens oder Gestells) am Transportwagen befestigt werden.
 - Um eine Beschädigung des Gerätes zu vermeiden, müssen die Räder des Transportwagens blockiert werden, wenn das Beatmungsgerät abgestellt wird.
-

HINWEIS:

HAMILTON MEDICAL empfiehlt, dass Sie vor dem ersten Einsatz des Beatmungsgeräts die Geräteoberflächen reinigen und die Gerätekomponenten – wie in Kapitel 8 beschrieben – sterilisieren.

2.2 Anschluss an die Wechselstromversorgung

WARNUNG

Stecken Sie den Netzstecker des Beatmungsgeräts in eine geerdete Steckdose (Wechselstrom), um die Gefahr eines elektrischen Schlags zu minimieren. Um sicherzugehen, dass das Gerät wirklich geerdet ist, empfehlen wir die Verwendung einer Spezialsteckdose, die an das Erdungssystem Ihres Krankenhauses angeschlossen ist.

HINWEIS:

Vergewissern Sie sich, dass das Netzkabel mit dem Clip befestigt ist, um ein versehentliches Herausziehen des Netzsteckers zu verhindern (Abbildung 2-1).

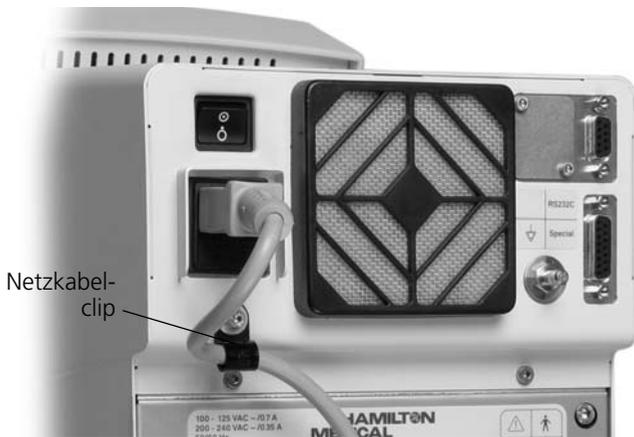


Abbildung 2-1. Netzkabelclip

Schließen Sie RAPHAEL an eine geerdete Spannungsversorgung an. Wird das Beatmungsgerät mit Wechselstrom betrieben, leuchtet die entsprechende Anzeige am Gerät. Überprüfen Sie stets die Betriebssicherheit des Wechselstromanschlusses. Schließen Sie im Zweifelsfall den grün-gelben Haupterdungs-Leiteranschluss an einen Erdungspunkt Ihres Krankenhauses an.

2.3 Anschluss an die Luft- und Sauerstoffzufuhr

WARNUNG

- **Überprüfen Sie stets den Zustand der Sauerstoffflasche, bevor Sie RAPHAEL bei einem Transport einsetzen. RAPHAEL beatmet den Patienten mit 100%igem Sauerstoff, wenn die Zufuhr komprimierter Luft unterbrochen wird.**
 - **Verwenden Sie keine Hochdruck-Gasschläuche, die verschlissen sind oder mit brennbaren Substanzen (z. B. Fett oder Öl) verunreinigt sind, um die Brandgefahr zu minimieren.**
-

ACHTUNG

Schließen Sie ausschließlich saubere, trockene Gase an das Beatmungsgerät an, die für den Einsatz im Krankenhaus freigegeben sind. Überprüfen Sie vor dem Einsatz, ob sich Wasser und Fremdkörper in den Wasserfallen der Gaszufuhr angesammelt haben.

HINWEIS:

- Wenn Sie Sauerstoffflaschen an das Beatmungsgerät anschließen möchten, empfehlen wir, dass Sie Druckminderungsventile mit Anschlüssen verwenden, die mit denen des Wandanschlusses identisch sind. Hierdurch ist ein fließender Wechsel möglich, wenn alle Flaschen aufgebraucht sind.
 - Befindet sich RAPHAEL im Stand-by-Modus, wird Sauerstoff verbraucht. Berücksichtigen Sie deshalb, dass der in der Flasche befindliche Sauerstoff plötzlich aufgebraucht sein kann.
 - Eine selbstentleerende Wasserfalle ist für RAPHAEL erhältlich. Bestellinformationen finden Sie in Tabelle F-1.
-

RAPHAEL verwendet komprimierte Luft und Sauerstoff mit einem Druck zwischen 200 und 600 kPa (29 bis 86 psi). Es ist mit DISS-Gassteckern ausgestattet.

Die komprimierten Gase können aus einer zentralen Luft- und Sauerstoffzufuhr, Gasflaschen oder dem VENTILAIR^{II} Kompressor eingespeist werden. Der RAPHAEL-Transportwagen bietet genügend Platz für den Kompressor und zwei Gasflaschen (wenn Sie den optional erhältlichen Flaschenhalter verwenden). Befestigen Sie beim Einsatz von Luft- oder Sauerstoffflaschen diese mit den beigelegten Bändern am Transportwagen.

Schließen Sie die Luft- und Sauerstoffschläuche an die Einlassöffnungen von RAPHAEL an, wie in Abbildung 2-2 gezeigt.



Abbildung 2-2. Anschließen der Luft- und Sauerstoffzufuhr

2.4 Installation des Befeuchters

Schließen Sie einen Befeuchter mit Hilfe der Schiebehalterung am Gestell des Transportwagens an (Abbildung 2-3). Bereiten Sie den Befeuchter vor wie im Bedienungshandbuch des Herstellers beschrieben.



Abbildung 2-3. Anschluss des Befeuchters

2.5 Installation des Haltearms für Patientenschläuche

Installieren Sie den Haltearm für Patientenschläuche auf einer beliebigen Seite des Transportwagens (Abbildung 2-4).



Abbildung 2-4. Installation des Haltearms für Patientenschläuche

2.6 Installation des Patienten-Beatmungsschlauchsystems

WARNUNG

- Behandeln Sie die Bakterienfilter äußerst vorsichtig, um bakterielle Verunreinigungen und körperliche Schäden zu vermeiden.
 - Setzen Sie immer einen Bakterienfilter zwischen das Beatmungsgerät und den Inspirationsschenkel des Patienten-Beatmungsschlauchsystems, um eine Kontaminierung des Patienten oder des Beatmungsgeräts zu vermeiden.
 - Verwenden Sie ausschließlich Beatmungsschlauchsysteme, die für die Verwendung in mit Sauerstoff angereicherten Umgebungen vorgesehen sind, um die Brandgefahr zu minimieren. Verwenden Sie keine antistatischen oder elektrisch leitfähigen Schläuche.
 - Verwenden Sie Beatmungsschläuche, die in Übereinstimmung mit der ISO-Norm 5367 hergestellt wurden, um das Risiko von Verstopfungen zu minimieren.
-

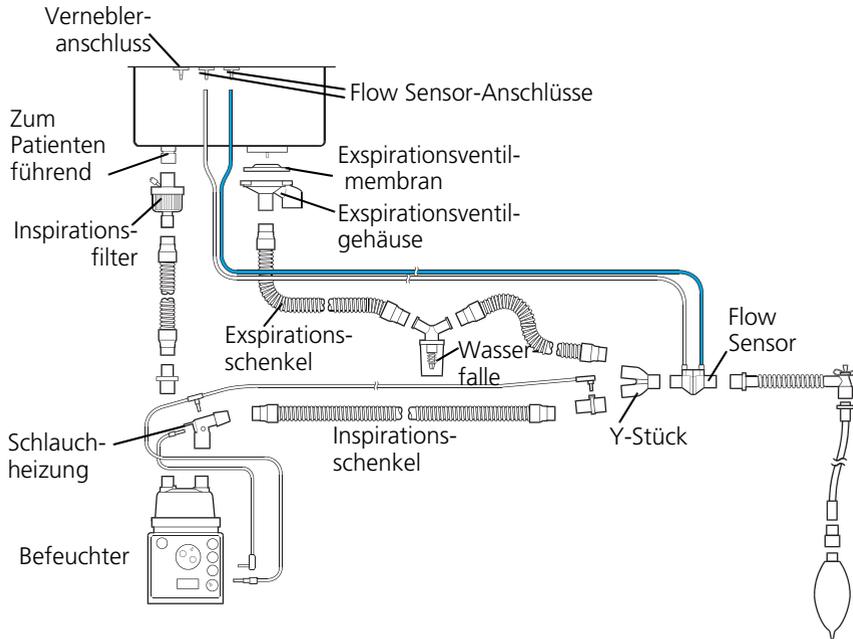
HINWEIS:

- Verwenden Sie Patienten-Beatmungsschlauchsysteme von HAMILTON MEDICAL oder von anderen Herstellern, die die in Kapitel A.9 aufgeführten Spezifikationen erfüllen, um den optimalen Betrieb des Beatmungsgeräts sicherzustellen.
 - Bakterienfilter, HME und sonstiges Zubehör im Expirationsschenkel können die Flow-Resistance erheblich erhöhen und die Beatmung beeinträchtigen.
 - Führen Sie nach jedem Austausch eines Beatmungsschlauchsystems oder eines Systembestandteils den Dichtheitstest durch, um sicherzustellen, dass alle Anschlüsse des Beatmungsschlauchsystems dicht sind.
 - Überprüfen Sie regelmäßig, ob sich in den Wasserfallen und in den Schläuchen des Beatmungsschlauchsystems Wasser angesammelt hat. Bei Bedarf leeren.
-

Installieren Sie das Patienten-Beatmungsschlauchsystem wie folgt:

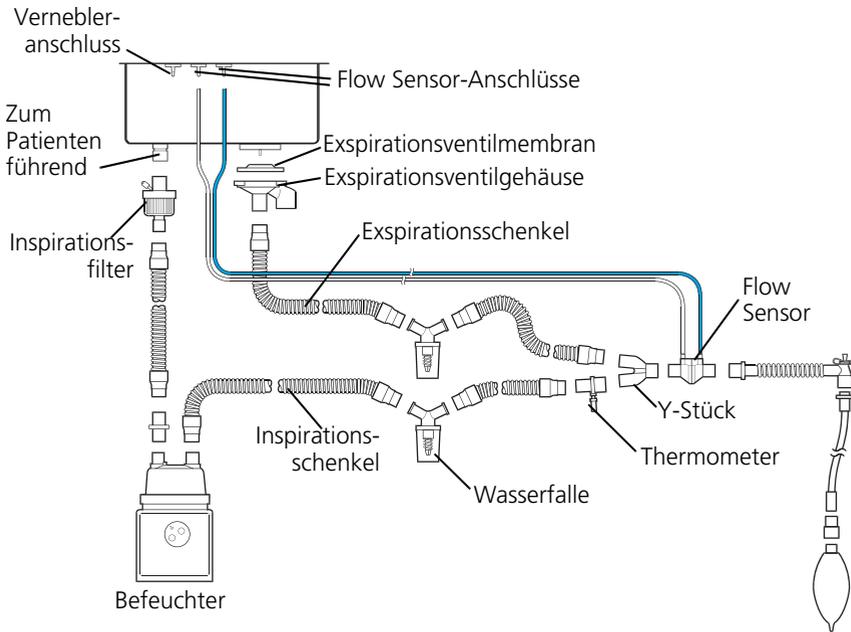
1. Wählen Sie das geeignete Beatmungsschlauchsystem für den Patienten aus:
 - 5 bis 30 kg: Beatmungsschlauch mit 15 mm Innendurchmesser
 - 30 bis 200 kg: Beatmungsschlauch mit 22 mm Innendurchmesser

- Setzen Sie das Beatmungsschlauchsystem zusammen. Abbildung 2-5 bis Abbildung 2-9 zeigen typische Systemkonfigurationen. Bestellinformationen finden Sie in Anhang E oder im HAMILTON MEDICAL Produktkatalog unter www.hamilton-medical.com. Befolgen Sie die Anweisungen für die verschiedenen Komponenten.



Anstelle des dargestellten flexiblen Schlauchs kann ein Adapter (15 x 22) zum Anschließen des Flow Sensors an den ET-Tubus verwendet werden.

Abbildung 2-5. Patienten-Beatmungsschlauchsystem zur Verwendung mit der Schlauchheizung für Inspirationschenkel



Anstelle des dargestellten flexiblen Schlauchs kann ein Adapter (15 x 22) zum Anschließen des Flow Sensors an den ET-Tubus verwendet werden.

Abbildung 2-6. Patienten-Beatmungsschlauchsystem zur Verwendung ohne Schlauchheizung

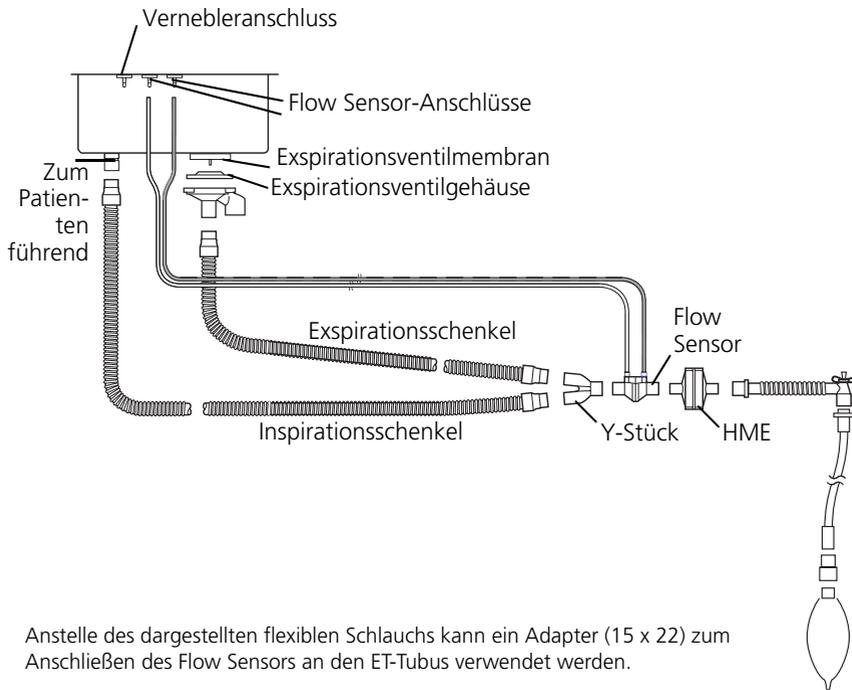
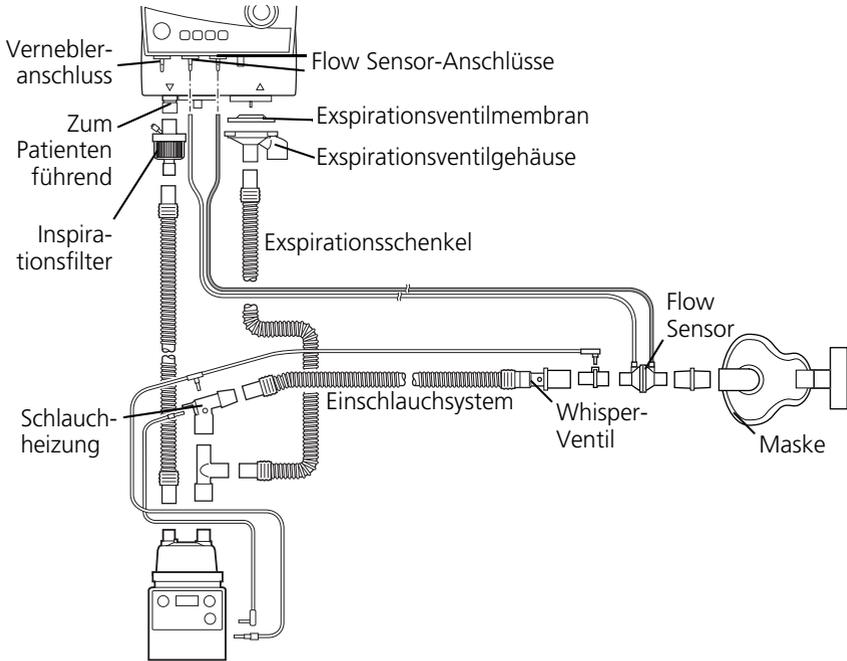
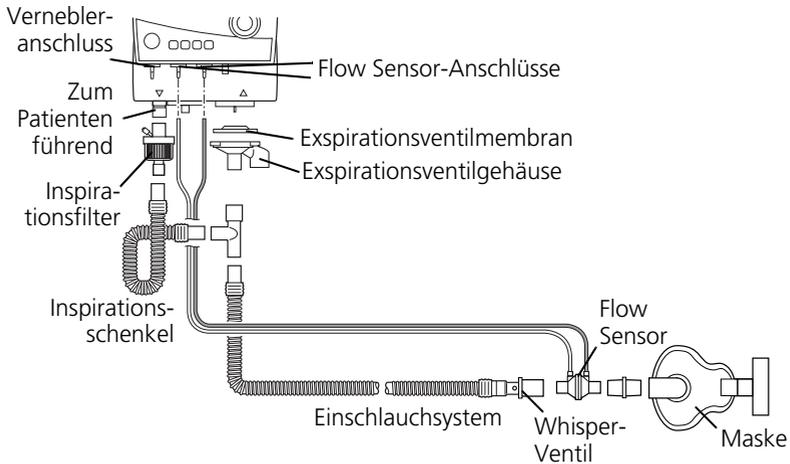


Abbildung 2-7. Patienten-Beatmungsschlauchsystem zur Verwendung mit HME



LiteCircuit darf nur zusammen mit einer zentralen Luft- und Sauerstoffzufuhr verwendet werden. Der VENTILAIR^{II} kann keinen ausreichenden Flow für LiteCircuit erzeugen.

Abbildung 2-8. LiteCircuit 850 Patienten-Beatmungsschlauchsystem (Einschlauchsystem) mit Befeuchter (zur Verwendung mit NIV)



LiteCircuit darf nur zusammen mit einer zentralen Luft- und Sauerstoffzufuhr verwendet werden. Der VENTILAIR^{II} kann keinen ausreichenden Flow für LiteCircuit erzeugen.

Abbildung 2-9. LiteCircuit Standard Patienten-Beatmungsschlauchsystem (Einschlauchsystem) ohne Befeuchter (zur Verwendung mit NIV)

Expirationsventilmembran: Legen Sie die Silikonmembran im Ventilgehäuse mit dem Metallplättchen nach oben ein (Abbildung 2-10). Die Seite, auf der UNTEN steht, muss nach unten weisen.

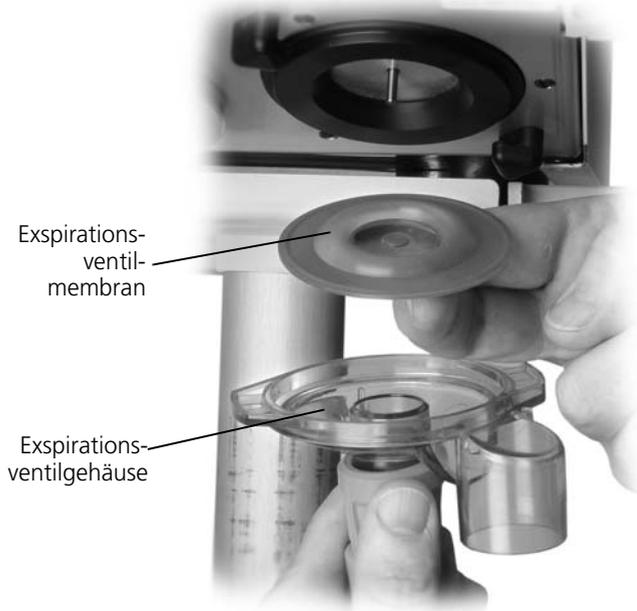


Abbildung 2-10. Einlegen der Expirationsventilmembran in das Gehäuse

Flow Sensor: Setzen Sie den Flow Sensor zwischen dem Y-Stück oder Whisper-Ventil des Patienten-Schlauchsystems und dem Patientenanschluss ein (Abbildung 2-11). Der blaue Schlauch ist dem Patienten am nächsten. Schließen Sie den blauen und den transparenten Schlauch an die Flow Sensor-Stecker auf der Vorderseite an. Stecken Sie den blauen Schlauch auf den blauen Stecker. Stecken Sie den transparenten Schlauch auf den silberfarbenen Stecker. Verwenden Sie einen kurzen flexiblen Schlauch oder einen Adapter (15 x 22) zwischen dem Flow Sensor und dem tatsächlichen Patientenanschluss.

Platzieren Sie den Flow Sensor so, dass sich die kleinen Schläuche in einer aufrechten Position befinden, um ein Abknicken oder Ansammeln von Feuchtigkeit zu vermeiden. Verwenden Sie den Schlauchclip, um die Flow Sensor-Schläuche am Patienten-Schlauchsystem festzuklemmen.

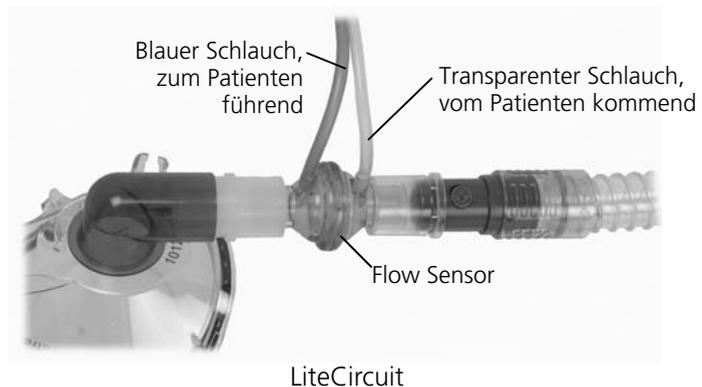
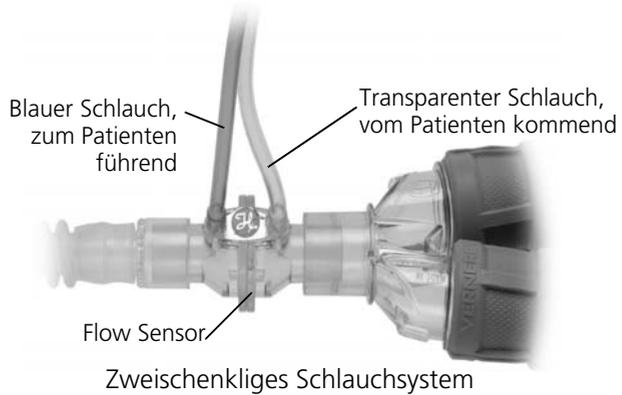


Abbildung 2-11. Installation des Flow Sensors

Positionieren Sie das Patienten-Beatmungsschlauchsystem korrekt nach dem Zusammensetzen. Vergewissern Sie sich, dass die Schläuche bei Bewegungen des Patienten, bei Verneblungen etc. weder gequetscht, gezogen noch abgeknickt werden.

2.7 Überprüfung der Sauerstoffzelle

RAPHAEL verwendet eine integrierte Sauerstoffzelle zur Überwachung der abgegebenen Sauerstoffkonzentration. Ein akustischer Alarm mit hoher Priorität wird ausgelöst, wenn die gemessene Sauerstoffkonzentration um mehr als 5 % vom eingestellten Wert abweicht.

Kontrollieren Sie wie folgt vor der Inbetriebnahme des Beatmungsgeräts, ob die Sauerstoffzelle eingesetzt ist (Abbildung 2-12):

1. Lösen Sie die Rändelschraube, mit der der Halter der Sauerstoffzelle befestigt ist.
2. Ziehen Sie den Sauerstoffzellenhalter heraus. Überprüfen Sie, ob die Sauerstoffzelle eingesetzt und angeschlossen ist. Ist keine Sauerstoffzelle vorhanden, setzen Sie eine Zelle ein und schließen Sie das Zellkabel wieder an (siehe Kapitel 8.3.3).
3. Setzen Sie den Halter wieder ein und schrauben Sie die Rändelschraube wieder fest.
4. Führen Sie eine Kalibration der Sauerstoffzelle durch (Kapitel 3.2.3).



Abbildung 2-12. Überprüfung der Sauerstoffzelle

2.8 Installation eines pneumatischen Verneblers

WARNUNG

- **Die Verwendung eines Expirationsfilters zusammen mit einem Aerosol-erzeugenden Vernebler kann zu einem erheblichen Anstieg der Resistance im Expirationsschenkel führen. Eine zu hohe Resistance im Expirationsschenkel kann die Beatmung beeinträchtigen und eine erhöhte Atemarbeit und/oder erhöhten AutoPEEP zur Folge haben.**
 - **Schließen Sie den Vernebler im Inspirations-schenkel gemäß den Richtlinien und Verfahren Ihrer Einrichtung an. Der Anschluss des Verneblers zwischen Flow Sensor und Endotracheal-tubus erhöht die Totraumbeatmung.**
-

RAPHAEL kann einen am Vernebleranschluss angeschlossenen pneumatischen Vernebler mit Luft-Sauerstoffgemisch versorgen. Es wird ein Flow von 6 bis 7 l/min geliefert. Die Verneblungsfunktion hat keinerlei Einfluss auf die abgegebene Sauerstoffkonzentration, die Patiententriggerung oder die Monitoring-Genauigkeit. RAPHAEL gleicht den zusätzlichen Flow aus und hält das abgegebene Tidalvolumen konstant. Beachten Sie, dass die Flow-Rate Ihres Verneblergefäßes die Dauer der Medikamentenabgabe beeinflusst.

Schließen Sie den Vernebler und dessen Zubehör wie in
Abbildung 2-13 gezeigt an.

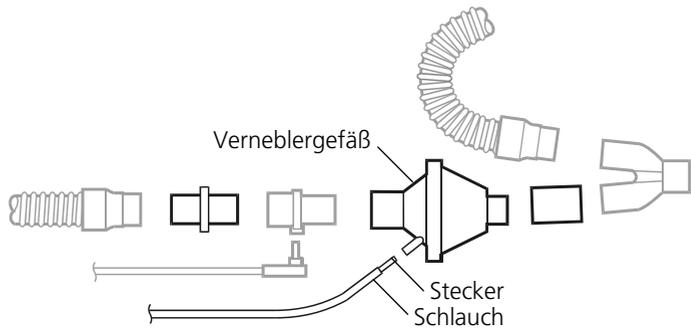


Abbildung 2-13. Anschluss eines pneumatischen Verneblers

2.9 Installation des optionalen Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblers

Das Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblungssystem von Aerogen kann optional für den Einsatz mit RAPHAEL erworben werden. Befestigen Sie ihn an der Montagehalterung (Abbildung 2-14). Weitere Installations- und Betriebsanleitungen finden Sie in der Dokumentation, die im Lieferumfang des Verneblers enthalten ist.



Abbildung 2-14. Installation des Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblers

2.10 Hinweise zu den aufladbaren Batterien

HINWEIS:

- Die aufladbaren Batterien sollten nur für kurze Zeit verwendet werden. Sie sollten keinesfalls als Hauptstromquelle eingesetzt werden.
- HAMILTON MEDICAL empfiehlt, die Batterien des Beatmungsgeräts vollständig aufzuladen, bevor ein Patient beatmet wird. Sind die Batterien nicht vollständig geladen und fällt die Wechselstromversorgung aus, sollten Sie den Batterieladestatus stets aufmerksam beobachten. Es kann keine minimale Betriebsdauer des Beatmungsgeräts garantiert werden.

RAPHAEL ist mit aufladbaren Batterien ausgestattet, die bei Abfallen oder Ausfall der Stromversorgung den Betrieb aufrechterhalten. Fällt die Wechselstromversorgung während der Beatmung aus, werden die Batterien automatisch aktiviert, ohne dass die Beatmung unterbrochen wird. Ein akustischer Alarm zeigt den Wechsel an. Am unteren Bildschirmrand wird ein Batteriesymbol angezeigt (Abbildung 2-15); dieses Symbol informiert über den Batterieladestatus. Die Batterien versorgen das Beatmungsgerät so lange mit Strom, bis die Wechselstromversorgung wiederhergestellt ist oder normalerweise für 60 Minuten (bei neuen, vollständig geladenen Batterien bei Vorgabe-Geräteeinstellungen und einer Testlung mit 2 l Volumen).

Als weitere Sicherheitsfunktion gibt RAPHAEL bei niedrigem Batterieladestatus ein akustisches Alarmsignal aus. Außerdem wird vom Kondensator ein Backup-Signalton ausgelöst, der mindestens zwei Minuten anhält, wenn die Batterie vollständig leer ist.

Das Beatmungsgerät lädt die Batterien wieder auf, sobald die Wechselstromversorgung wiederhergestellt ist, unabhängig davon, ob der Netzschalter eingeschaltet ist oder nicht.

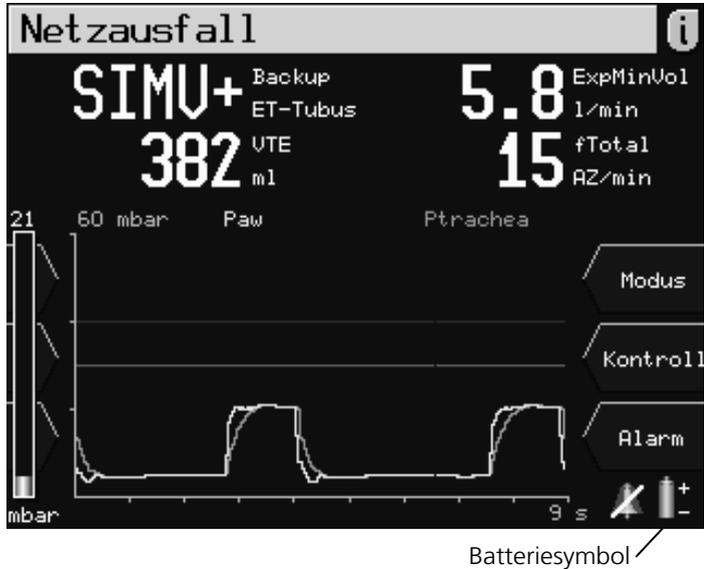


Abbildung 2-15. Batteriesymbol

Überprüfen Sie vor der Beatmung eines Patienten oder vor anderen Bedarfsfällen den Batterieladestatus. (Sie können den Ladestatus der Batterie über das Fenster Hilfsmittel 2 aufrufen [wenn RAPHAEL mit Wechselstrom betrieben wird] oder anhand des Batteriesymbols bestimmen. Bei RAPHAEL Color und RAPHAEL XTC zeigt ein grünes Symbol den Ladestatus an. Wird das Symbol abgeschwächt oder in Grau angezeigt, sind keine Batterieinformationen verfügbar.) Sind die Batterien nicht vollständig aufgeladen, reicht es aus, den Netzstecker des Beatmungsgeräts max. 6 Stunden lang anzuschließen. Anschließend liegt der Batterieladestatus wieder bei 80–100 %. Sind die Batterien nach 6 Stunden nicht vollständig aufgeladen, muss das Beatmungsgerät gewartet werden.

2.11 Inbetriebnahme des Beatmungsgeräts

1. Schalten Sie das Beatmungsgerät mit dem Netzschalter ein (Abbildung 2-16).

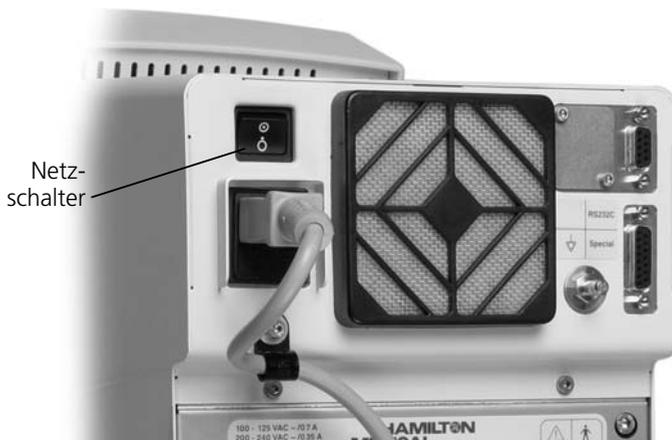


Abbildung 2-16. Netzschalter

2. Anschließend wird der Bildschirm Selbsttest angezeigt (Abbildung 2-17). Auf dem Bildschirm erscheint die Selbsttest-Fortschrittsanzeige, die installierten Softwareversionsnummern, die installierten Optionen sowie die Gesamtbetriebsstundenzahl des Beatmungsgeräts. Während des Selbsttests sind ein akustisches Signal, das die Funktionsfähigkeit des Lautsprechers anzeigt, und der Backup-Signalton zu hören. Die angezeigte Softwareversion sollte mit der Nummer identisch sein, die auf dem Titelblatt dieses Handbuchs angegeben ist.



Abbildung 2-17. Bildschirm Selbsttest

WARNUNG

Stellen Sie sicher, dass während des Selbsttests sowohl Alarm- als auch Signalton zu hören sind (zwei Pieptöne) und die Anzeigen an der Vorderseite leuchten. Ist dies nicht der Fall, liegt möglicherweise eine Fehlfunktion vor. Nehmen Sie das Beatmungsgerät außer Betrieb und nehmen Sie Kontakt mit dem Service auf.

3. Das Fenster Körpergewicht wird geöffnet (Abbildung 2-18). Drücken Sie die Taste Hilfsmittel (die untere linke Taste) zum Öffnen des Fensters Hilfsmittel. Führen Sie die erforderlichen Tests und Kalibrationen durch (Tabelle 3-1).
4. Starten Sie die Beatmung folgendermaßen:
 - **Um die Beatmung mit den Einstellungen wieder aufzunehmen**, die vor dem Ausschalten von RAPHAEL festgelegt waren, wählen Sie die **Vorh. Einst.** und drücken Sie zur Bestätigung den Knopf. Die Meldung **Vorherige Einstellung aktiv** wird angezeigt. Wählen Sie **Start**.

- **Um die Beatmungseinstellungen zu ändern**, drücken Sie den Knopf, um den Wert **Körpergewicht** zu aktivieren. Drehen Sie anschließend den Knopf, um den Wert entsprechend anzupassen. Drücken Sie noch einmal auf den Knopf, um die Eingabe zu bestätigen. Der Cursor wird automatisch auf **Start** gesetzt. Nun können Sie über die Fenster Modus oder Kontroll zusätzliche Änderungen vornehmen.
- **Um die Beatmung mit Standardeinstellungen durchzuführen**, wählen Sie **Start**.

HINWEIS:

Wenn Sie **Vorh. Einst.** oder die Standardeinstellungen ausgewählt haben, empfiehlt es sich, diese Einstellungen, z. B. die TRC-Einstellungen, im Fenster Kontroll zu prüfen.

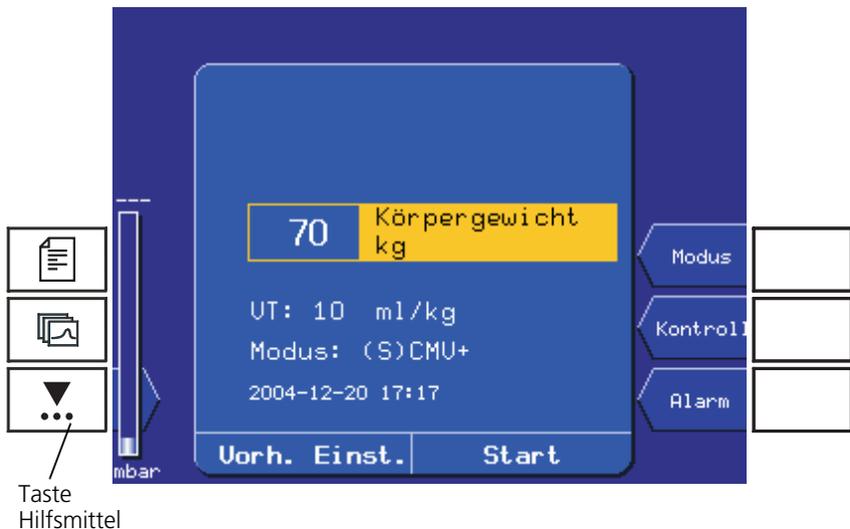


Abbildung 2-18. Fenster Körpergewicht

HINWEIS:

- Wenn Sie RAPHAEL zum ersten Mal verwenden, vergewissern Sie sich, ob das Gerät richtig konfiguriert ist (eingestellte Sprache, Hauptmonitoring-Parameter, Standard-Geräte-Setup, Kurvenanzeige, Zeit und Datum sowie Hilfsmittel, siehe auch Anhang D).
 - Wenn das Datum oder die Uhrzeit falsch ist, ändern Sie die Einstellung gemäß den Anweisungen in Kapitel E.7.
 - Führen Sie – bevor das Beatmungsgerät bei einem Patienten zum Einsatz kommt – stets die vorgeschriebenen Tests und Kalibrationen durch, um den sicheren Betrieb des Beatmungsgeräts sicherzustellen. Schlägt ein Test fehl, beheben Sie den Fehler nach Vorschrift oder lassen Sie das Beatmungsgerät warten. Verwenden Sie das Beatmungsgerät erst wieder, nachdem die erforderlichen Reparaturen durchgeführt wurden und das Gerät alle Tests bestanden hat.
-

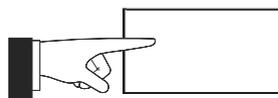
2.12 Ausschalten des Beatmungsgerätes

Schalten Sie RAPHAEL mit dem Netzschalter aus.

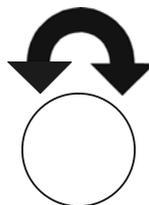
2.13 Anweisungen zur Verwendung des Einstellknopfs (Drücken und Drehen) und der Tasten

RAPHAEL ist mit nur einem Knopf ausgestattet, den Sie zusammen mit den Tasten verwenden können, um Fenster zu öffnen oder zu schließen, Parameter auszuwählen und zu bestätigen oder um Funktionen zu aktivieren.

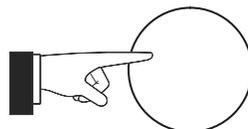
1. Durch Drücken einer Taste im Bedienfeld öffnen Sie ein Fenster.



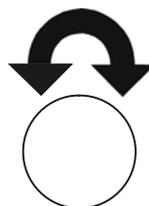
2. Durch Drehen des Knopfs wählen Sie einen Parameter aus.



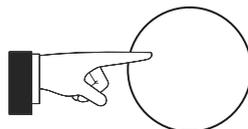
3. Durch Drücken des Knopfs aktivieren Sie den Parameter.



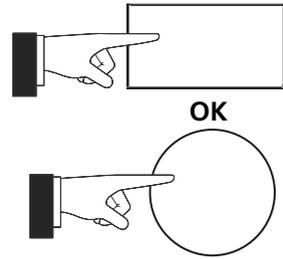
4. Durch Drehen des Knopfs wählen Sie den gewünschten Wert aus (sofern anwendbar).



5. Drücken Sie noch einmal auf den Knopf, um die Auswahl zu bestätigen. Das Fenster schließt sich, wenn der gewählte Parameter nicht innerhalb von 30 Sekunden bestätigt wird. In diesem Fall wird die Änderung nicht übernommen und die alte Einstellung bleibt aktiv.



6. Schließen Sie das Fenster durch Drücken der entsprechenden Taste oder des Knopfs, wenn sich der Cursor auf „OK“ befindet.



HINWEIS:

Fenster werden automatisch nach 30 Sekunden geschlossen. Eine Ausnahme bilden das Fenster Numerische Patientendaten und das Fenster mit den Apnoe Backup Bedienelementen, die nicht automatisch geschlossen werden.

3 Tests, Kalibrationen und Hilfsmittel

3.1	Einleitung	3-2
3.2	Hilfsmittel	3-4
	3.2.1 Dichtigkeitstest	3-6
	3.2.2 Flow Sensor-Test	3-8
	3.2.3 Kalibration der Sauerstoffzelle	3-9
	3.2.4 Einstellen der Alarmlautstärke	3-9
3.3	Überprüfung vor Inbetriebnahme	3-11
3.4	Alarmtests	3-16
	3.4.1 Druck zu hoch	3-16
	3.4.2 Minutenvolumen zu tief	3-16
	3.4.3 Alarme Sauerstoffzufuhr und Sauerstoff zu tief	3-17
	3.4.4 Diskonnektion	3-17
	3.4.5 Netzausfall	3-17
	3.4.6 Obstruktion Expiration	3-18
	3.4.7 Apnoe	3-18

3.1 Einleitung

Die in diesem Kapitel beschriebenen Tests und Kalibrationen helfen Ihnen dabei, die Betriebssicherheit und -zuverlässigkeit von RAPHAEL zu überprüfen. Führen Sie die in Tabelle 3-1 beschriebenen Tests und Kalibrationen in der angegebenen Reihenfolge durch. Schlägt ein Test fehl, beheben Sie den Fehler nach Vorschrift oder lassen Sie das Beatmungsgerät warten. Bevor das Beatmungsgerät eingesetzt werden darf, müssen alle Tests erfolgreich bestanden worden sein.

Tabelle 3-1. Wann sollten Tests und Kalibrationen durchgeführt werden?

Test oder Kalibration	Ausführung in den folgenden Fällen erforderlich
Dichtheitstest (Kapitel 3.2.1), Flow Sensor-Test (Kapitel 3.2.2)	Nach der Installation eines neuen Beatmungsschlauchsystems oder einer Schlauchsystemkomponente
Flow Sensor-Test (Kapitel 3.2.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Nach dem Installieren eines neuen Flow Sensors • Wenn der Alarm Volumenmessung ungenau ausgegeben wird • Wenn unerklärliche Unterschiede zwischen den Monitoring-Parametern und den Kontrollparametern auftreten
Kalibration der Sauerstoffzelle (Kapitel 3.2.3)	Nach der Installation einer neuen Sauerstoffzelle oder bei einem entsprechenden Alarm

Tabelle 3-1. Wann sollten Tests und Kalibrationen durchgeführt werden? (Forts.)

Test oder Kalibration	Ausführung in den folgenden Fällen erforderlich
<p>Überprüfung vor Inbetriebnahme (Kapitel 3.3)</p> <hr/> <p>HINWEIS:</p> <p>Führen Sie – bevor das Beatmungsgerät bei einem Patienten zum Einsatz kommt – stets eine vollständige Überprüfung vor Inbetriebnahme durch, um den sicheren Betrieb des Beatmungsgeräts sicherzustellen. Schlägt ein Test fehl, beheben Sie den Fehler nach Vorschrift oder lassen Sie das Beatmungsgerät warten. Verwenden Sie das Beatmungsgerät erst wieder, nachdem die erforderlichen Reparaturen durchgeführt wurden und das Gerät alle Tests bestanden hat.</p> <hr/>	<p>Bevor das Beatmungsgerät an einen Patienten angeschlossen wird (Zusammenfassung auf der Karte <i>Überprüfung vor Inbetriebnahme</i> [Art.-Nr. 610698])</p>
<p>Alarmtests (Kapitel 3.4)</p>	<p>Beliebiger Zeitpunkt</p>
<p>Ein beliebiger anwendbarer Test</p>	<p>Wenn die Monitoring-Daten fragwürdig erscheinen</p>

3.2 Hilfsmittel

HINWEIS:

Die Taste Hilfsmittel ist auch aktiv, wenn das Fenster Körpergewicht angezeigt wird, und ermöglicht Ihnen die Durchführung von Tests und Kalibrationen vor Beginn der Beatmung.

RAPHAEL bietet zwei Fenster Hilfsmittel. Im Fenster Hilfsmittel 1 können Sie Tests und Kalibrationen für RAPHAEL durchführen (Kapitel 3.2.1 bis Kapitel 3.2.3) und die Lautstärke der akustischen Alarme einstellen (Kapitel 3.2.4). Das Fenster Hilfsmittel 2 enthält Informationen zum Beatmungsgerät, einschließlich Versionsinformationen, installierten Optionen, Betriebsstunden, Betriebsstunden seit Start und Batterieladung.

Drücken Sie die Taste Hilfsmittel, um die Fenster Hilfsmittel zu öffnen. Das Fenster Hilfsmittel 1 wird geöffnet (Abbildung 3-1). Wählen und öffnen Sie das zweite Fenster (Abbildung 3-2), indem Sie den Knopf drehen und drücken oder die entsprechende Taste drücken. Um diese Fenster zu schließen und zum Basisbildschirm zurückzukehren, wählen Sie **OK** und drücken anschließend den Knopf.

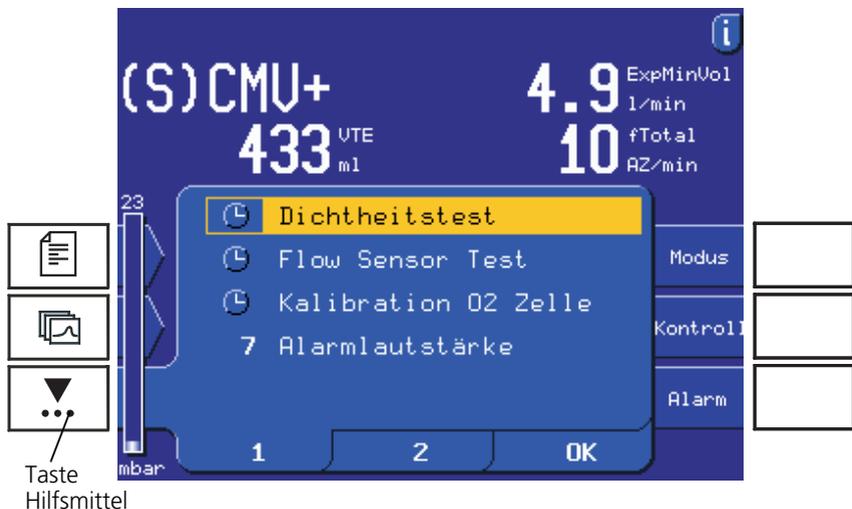


Abbildung 3-1. Fenster Hilfsmittel 1



Abbildung 3-2. Fenster Hilfsmittel 2

3.2.1 Dichtigkeitstest

HINWEIS:

Bei diesem Test muss der Patient vom Beatmungsgerät getrennt werden.

Funktionsprinzip: Bei diesem Test wird überprüft, ob im Patienten-Beatmungsschlauchsystem ein Leck aufgetreten ist. Das Beatmungsgerät baut einen Druck von 30 mbar auf. Das System ist dicht, wenn der Druck gehalten wird. Ist eine undichte Stelle vorhanden, fällt der Druck je nach Größe des Lecks ab. Der Druckbalken zeigt das Druckniveau an (Abbildung 3-3).

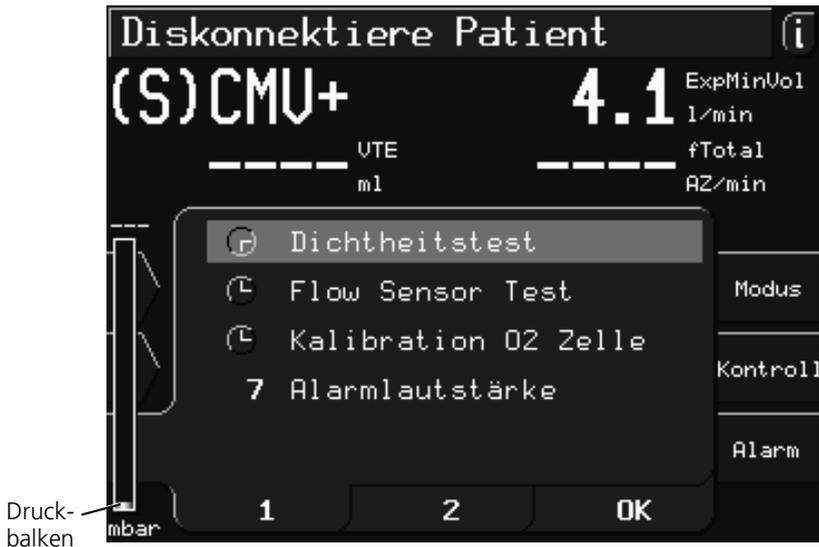


Abbildung 3-3. Druckmesser während des Dichtigkeitstests

Verfahren für ein zweischenkliges Schlauchsystem:

Führen Sie den Dichtigkeitstest wie folgt durch:

1. Stellen Sie das Beatmungsgerät, einschließlich des Beatmungsschlauchsystems, auf normale Beatmung ein.
2. Aktivieren Sie **Dichtigkeitstest** im Fenster Hilfsmittel 1.

-
3. Wenn Sie den Patienten noch nicht vom System getrennt haben, wird die Meldung **Diskonnektiere Patient** angezeigt. Trennen Sie den Patienten vom System.
 4. Die Meldung **Verschliesse System** wird angezeigt. Verschließen Sie die Öffnung des Schlauchsystems steril.
 5. Warten und ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Meldung **Dichtheitstest OK** angezeigt wird.

Wird **System ist undicht** angezeigt, müssen Sie die Schlauchsystemanschlüsse überprüfen. Ersetzen Sie die undichten Komponenten und wiederholen Sie den Dichtheitstest.
 6. Schließen Sie den Patienten wieder an.

Verfahren für LiteCircuit (einschenkliges Schlauchsystem): Führen Sie den Dichtheitstest wie folgt durch:

1. Stellen Sie das Beatmungsgerät, einschließlich des LiteCircuit, auf normale Beatmung ein.
2. Trennen Sie das Whisper-Ventil gemeinsam mit dem Flow Sensor vom Schlauchsystem.
3. Aktivieren Sie **Dichtheitstest** im Fenster Hilfsmittel 1.
4. Die Meldung **Verschliesse System** wird angezeigt. Verschließen Sie die Öffnung des Schlauchsystems steril.
5. Warten und ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Meldung **Dichtheitstest OK** angezeigt wird. Wird **System ist undicht** angezeigt, müssen Sie die Schlauchsystemanschlüsse überprüfen. Ersetzen Sie die undichten Komponenten und wiederholen Sie den Dichtheitstest.
6. Schließen Sie das Whisper-Ventil mit dem Flow Sensor wieder an.
7. Wiederholen Sie den **Dichtheitstest**, wie oben beschrieben (Schritt 3 bis 5).
8. Warten und ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Meldung **Dichtheitstest OK** angezeigt wird. Wird **System ist undicht** angezeigt, überprüfen Sie das Whisper-Ventil und wiederholen Sie den Dichtheitstest.
9. Schließen Sie den Patienten wieder an.

3.2.2 Flow Sensor-Test

HINWEIS:

Bei diesem Test muss der Patient vom Beatmungsgerät getrennt werden.

Funktionsprinzip: Bei diesem Test wird die Funktionsfähigkeit des Flow Sensors überprüft.

Verfahren: Führen Sie den Flow Sensor-Test wie folgt durch:

1. Stellen Sie das Beatmungsgerät, einschließlich des Beatmungsschlauchsystems und Flow Sensors, auf normale Beatmung ein.
2. Aktivieren Sie **Flow Sensor Test** im Fenster Hilfsmittel 1.
3. Wenn Sie den Patienten noch nicht vom System getrennt haben, wird die Meldung **Diskonnektiere Patient** angezeigt. Trennen Sie den Patienten vom System.
4. Befolgen Sie die auf dem Bildschirm angezeigten Anweisungen und drehen Sie den Flow Sensor wie angegeben.

HINWEIS:

Bei Verwendung von LiteCircuit verschließen Sie die Öffnung des Whisper-Ventils steril.

5. ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Meldung **Flow Sensor Test OK** angezeigt wird.
Wird **Flow Sensor Test fehlerhaft** angezeigt, wiederholen Sie den Test. Schlägt auch der zweite Test fehl, müssen Sie einen neuen Flow Sensor installieren.
6. Schließen Sie, wie angegeben, den Patienten wieder an.

3.2.3 Kalibration der Sauerstoffzelle

WARNUNG

Während der Kalibration der Sauerstoffzelle gibt das Beatmungsgerät 100 % Sauerstoff ab. Das kann für den Patienten schädlich sein.

HINWEIS:

Kalibrieren Sie die Sauerstoffzelle erst nach dem Austausch oder bei einem entsprechenden Alarm. Zu häufige Kalibrationen können die Lebensdauer der Sauerstoffzelle verkürzen.

Funktionsprinzip: Bei der zweiminütigen Kalibration der Sauerstoffzelle beatmet RAPHAEL mit 100 % Sauerstoff.

Verfahren: Führen Sie die Kalibration wie folgt durch:

1. Aktivieren Sie **Kalibration O2 Zelle** im Fenster Hilfsmittel 1. Die Meldung **O2 Kalibration läuft** wird angezeigt.
2. ÜBERPRÜFEN Sie nach dem Test, ob **O2 Kalibration OK** angezeigt wird.

Wird **O2 Kalibration fehlerhaft** angezeigt, ist die Sauerstoffzelle möglicherweise erschöpft. Wiederholen Sie die Kalibration. Schlägt der Test erneut fehl, müssen Sie die Sauerstoffzelle austauschen. Ist die Sauerstoffzelle neu, überprüfen Sie die Anschlüsse und Qualität der Sauerstoffzufuhr.

3.2.4 Einstellen der Alarmlautstärke

HINWEIS:

- Vergessen Sie nicht, wieder die normale Tageseinstellung zu wählen, wenn Sie während der Nachtschicht die Alarmlautstärke verringert haben!
- Wenn der akustische Alarm zunächst auf einen Alarm mit hoher oder mittlerer Priorität hinweist, ertönt er mit der vom Bediener eingestellten Lautstärke. Nach 40 Sekunden wird jede Pieptongruppe eine Stufe lauter, bis Stufe 10 erreicht ist.

Stellen Sie die Lautstärke des akustischen Alarms wie folgt ein:

1. Aktivieren Sie **Alarmlautstärke** im Fenster Hilfsmittel 1 (Abbildung 3-4).
2. Drehen Sie den Knopf, um die Einstellung zu ändern. Der Alarm wird mit der ausgewählten Lautstärke ausgegeben, während Sie den Knopf drehen. Drücken Sie den Knopf, um die gewünschte Einstellung zu bestätigen.
3. Schließen Sie das Fenster.



Abbildung 3-4. Einstellen der Alarmlautstärke

3.3 Überprüfung vor Inbetriebnahme

WARNUNG

Diskonnektieren Sie den Patienten vor dem Starten dieses Tests vom Beatmungsgerät, um Verletzungen zu vermeiden. Stellen Sie sicher, dass eine alternative Beatmungsmöglichkeit bereitsteht.

HINWEIS:

- Bevor Sie diese Überprüfung durchführen, stellen Sie sicher, dass die O₂-Messung aktiviert ist (wenn die O₂-Messung deaktiviert ist, wird für die Sauerstoffmessung im Fenster Numerische Patientendaten **Aus** angezeigt).
 - Auf der Karte für die Überprüfung vor der Inbetriebnahme, die am Beatmungsgerät angebracht ist, ist eine gekürzte Version dieser Überprüfung aufgeführt.
-

Benötigte Materialien: Verwenden Sie die unten aufgeführte geeignete Konfiguration für die Patienten-Altersgruppe. Um sicherzustellen, dass das Beatmungsgerät bei Ihrem Patienten gemäß den Spezifikationen funktioniert, sollte das Testschlauchsystem dem Schlauchsystem entsprechen, das für die Beatmung verwendet wird.

Erwachsene, zwei-schenkliges Schlauchsystem	<ul style="list-style-type: none">• Zweischenkliges Beatmungsschlauchsystem, 19 mm I.D. mit 22-mm-Anschlüssen• Flow Sensor, Kinder/Erwachsene• Testlunge, 2 l, mit ET-Tubus für Erwachsene zwischen Flow Sensor und Lunge (Art.-Nr. 151815 o. Ä.)
---	---

Erwachsene/ Kinder, LiteCircuit	<ul style="list-style-type: none"> • Einschenkliges Beatmungsschlauchsystem, 19 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen • Flow Sensor, Kinder/Erwachsene • Testlunge, 2 l, mit ET-Tubus für Erwachsene zwischen Flow Sensor und Lunge (Art.-Nr. 151815 o. Ä.)
Erwachsene/ Säuglinge, zwei- schenkliges Schlauch- system	<ul style="list-style-type: none"> • Zweischenkliges Beatmungsschlauchsystem, 15 mm I.D. mit 22-mm-Anschlüssen • Flow Sensor, Kinder/Erwachsene • Testlunge, 0,5 l, mit ET-Tubus für Kinder zwischen Flow Sensor und Lunge (Art.-Nr. 151816 o. Ä.)

Funktionsprinzip: Bei diesem Test wird der ordnungsgemäße Betrieb der wichtigen Beatmungsfunktionen überprüft.

Verfahren: Führen Sie die Überprüfung vor der Inbetriebnahme wie folgt durch:

1. Schließen Sie das Beatmungsgerät an eine Wechselstromversorgung sowie an eine Druckluft- und Sauerstoffversorgung an. Stellen Sie das Beatmungsgerät, einschließlich geeignetem Beatmungsschlauchsystem, Flow Sensor, geeigneter Testlunge (2 l für Erwachsene, 0,5 l für Kinder/Säuglinge) sowie Expirationsmembran und -gehäuse, auf normale Beatmung ein.
2. Starten Sie das Beatmungsgerät, und lassen Sie das Fenster **Körpergewicht** geöffnet. Abbildung G-4
3. STELLEN SIE SICHER, dass das angezeigte Datum und die Uhrzeit korrekt sind.
Sind die angezeigten Daten nicht korrekt, korrigieren Sie sie (siehe Kapitel E.7).

HINWEIS:

Zeigt Ihr RAPHAEL nicht das Datum und die Uhrzeit an, handelt es sich um eine ältere Version ohne Echtzeituhr. Die Überprüfung von Datum und Uhrzeit ist hier nicht notwendig.

-
4. Öffnen Sie das Fenster Hilfsmittel 1. Führen Sie den **Dichtheitstest** durch (Kapitel 3.2.1). Führen Sie den **Flow Sensor Test** durch (Kapitel 3.2.2).
 5. Öffnen Sie das Fenster Hilfsmittel 2. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Batterieladestatus zwischen 80 und 100 % liegt.
Liegt der Batterieladestatus nicht zwischen 80 und 100 %, reicht es aus, den Netzstecker von RAPHAEL 6 Stunden lang an eine Wechselstromversorgung anzuschließen, um die Batterie wieder vollständig aufzuladen. Ist die Batterie nach spätestens 6 Stunden nicht vollständig aufgeladen, muss sie gewartet werden.
 6. Führen Sie den Funktionstest durch, indem Sie die in Tabelle 3-2 oder Tabelle 3-3 aufgeführten Einstellungen am Beatmungsgerät vornehmen. Öffnen Sie das Fenster Numerische Patientendaten 1 und ÜBERPRÜFEN Sie nach mindestens zwei Minuten, ob die Patienten-Monitoring-Daten in den aufgeführten Toleranzbereichen liegen.
 7. Drücken Sie die Testtaste mehrere Male und ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Triggeranzeige jedes Mal aufleuchtet.

HINWEIS:

Um korrekte Testergebnisse zu erzielen, stellen Sie sicher, dass während des Tests keine Autotriggerung ausgelöst wird.

8. Schalten Sie den pneumatischen Vernebler ein und ÜBERPRÜFEN Sie, ob während der Inspiration ein Flow festzustellen ist.
9. Wenn die Datenschnittstelle installiert ist und Sie den I:E-Timing-Anschluss oder den Alarmausgang verwenden möchten, ÜBERPRÜFEN Sie die korrekte Funktion (Kapitel G.3 oder Kapitel G.4).

Tabelle 3-2. Funktionstesteinstellungen für Erwachsene und erwartete Monitoringwerte

Kontroll	Einstellung
Körpergewicht	70 kg
Modus	(S)CMV+ oder SIMV+
Frequenz	10 AZ/min
VT	350 ml
I:E oder TI ¹	1:2 oder 2,0 s
PEEP/CPAP	5 mbar
Trigger	6 l/min
Sauerstoff	50 %

Monitoring-Parameter	Erwartungswert
ExpMinVol	2,7 bis 4,4 l/min
PEEP/CPAP	4 bis 6 mbar
VTE	300 bis 400 ml
fTotal	9 bis 11 AZ/min
TI	2,0 s
I:E	1:2
Sauerstoff	47 bis 53 %

1 Hängt vom Modus ab

Tabelle 3-3. Funktionstesteinstellungen für Kinder/Säuglinge und erwartete Monitoringwerte

Kontroll	Einstellung
Körpergewicht	15 kg
Modus	(S)CMV+ oder SIMV+
Frequenz	20 AZ/min
VT	150 ml
I:E oder TI ¹	1:2 oder 1,0 s
PEEP/CPAP	5 mbar
Trigger	6 l/min
Sauerstoff	50 %

Monitoring-Parameter	Erwartungs-wert
ExpMinVol	2,28 bis 3,78 l/min
PEEP/CPAP	4 bis 6
VTE	120 bis 180 ml
fTotal	19 bis 21 AZ/min
TI	1,0 s
I:E	1:2
Sauerstoff	47 bis 53 %

1 Hängt vom Modus ab

3.4 Alarmtests

RAPHAEL führt bei Inbetriebnahme sowie kontinuierlich während des Betriebs einen Selbsttest durch. Die Alarmfunktion wird während dieses Selbsttests überprüft. Sie können auch Alarmtests durchführen, die das Auftreten des Alarms demonstrieren.

Bevor Sie die Alarmtests durchführen, richten Sie RAPHAEL wie für die normale Beatmung ein, einschließlich Beatmungsschlauchsystem und 2-l-Testlunge mit ET-Tubus.

3.4.1 Druck zu hoch

1. Vergewissern Sie sich, dass die Testlunge mit 2 l Volumen an RAPHAEL angeschlossen ist.
2. Aktivieren Sie den Gerätemodus PCV+.
3. Stellen Sie den Alarm Pmax auf 15 mbar oberhalb des gemessenen Ppeak-Wertes.
4. Drücken Sie während der Inspiration energisch die Testlunge.
5. VERGEWISSERN Sie sich, dass der Alarm **Druck zu hoch** ausgelöst ist, die Inspiration nachlässt und der Druck auf das PEEP/CPAP-Niveau abfällt.

3.4.2 Minutenvolumen zu tief

1. Lassen Sie das Beatmungsgerät 10 Atemhübe ohne Alarme abgeben.
2. Öffnen Sie das Fenster Alarm.
3. Stellen Sie den unteren ExpMinVol Grenzwert auf einen Wert, der oberhalb des gemessenen Wertes liegt.
4. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Minutenvolumen zu tief** ausgelöst ist.

3.4.3 Alarme Sauerstoffzufuhr und Sauerstoff zu tief

1. Stellen Sie den Sauerstoffkontrollwert auf 50 %.
2. Warten Sie 2 Minuten.
3. Öffnen Sie das Fenster Numerische Patientendaten.
4. Trennen Sie die Sauerstoffzufuhr vom Gerät.
5. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Sauerstoffzufuhr** ausgelöst ist und die angezeigte Sauerstoffkonzentration abfällt. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Sauerstoff zu tief** ausgelöst ist.
6. Warten Sie 30 Sekunden oder bis die Sauerstoffkonzentration unter 40 % fällt.
7. Schließen Sie die Sauerstoffzufuhr wieder an.
8. ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Alarme **Sauerstoffzufuhr** und **Sauerstoff zu tief** wieder aufgehoben worden sind. Der Alarm **Sauerstoff zu tief** sollte aufgehoben werden, wenn die gemessene Sauerstoffkonzentration 45 % übersteigt.

3.4.4 Diskonnektion

1. Trennen Sie den Inspirationsschenkel oder die Testlung vom Gerät.
2. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Diskonnektion** ausgelöst ist.
3. Schließen Sie den Inspirationsschenkel oder die Testlung wieder an.
4. ÜBERPRÜFEN Sie, ob die Alarme aufgehoben worden sind und RAPHAEL die Beatmung automatisch fortsetzt.

3.4.5 Netzausfall

1. Ist RAPHAEL an eine Wechselstromversorgung angeschlossen, können Sie es in Betrieb nehmen.
2. Ziehen Sie den Netzstecker.

3. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Netzausfall** ausgelöst ist und das Batteriesymbol angezeigt wird. Es kann bis zu 90 Sekunden dauern, bis der Alarm ausgelöst wird.
4. Schließen Sie RAPHAEL wieder an die Wechselstromversorgung an.
5. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm aufgehoben ist und das Batteriesymbol nicht mehr angezeigt ist. Es kann bis zu 90 Sekunden dauern, bis der Alarm aufgehoben wird.

3.4.6 Obstruktion Expiration

1. Blockieren Sie den Auslassanschluss des Expirationsventils.

HINWEIS:

Bei Verwendung von LiteCircuit verschließen Sie die Öffnung des Whisper-Ventils steril.

2. Beobachten Sie, ob der Druck ansteigt.
3. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Obstruktion Expiration** nach dem Alarm **Druck zu hoch** ausgelöst wird.

3.4.7 Apnoe

1. Aktivieren Sie den Gerätemodus SPONT.
2. Schalten Sie die Apnoe Backup Beatmung aus.
3. Drücken Sie die Testlunge mehrere Male, um einen Atemhub auszulösen. Warten Sie die eingestellte Apnoe-Zeit ab.
4. ÜBERPRÜFEN Sie, ob der Alarm **Apnoe** ausgelöst ist.
5. Drücken Sie die Testlunge erneut.
6. ÜBERPRÜFEN Sie, ob die TRIGGER-Anzeige aufleuchtet und der Alarm **Apnoe** wieder aufgehoben ist.

4 Geräte-Einstellungen

4.1	Einleitung	4-2
4.2	Eingabe des idealen Patientenkörpergewichts	4-2
4.3	Ändern des Beatmungsmodus	4-6
4.4	Einstellen von Modusergänzungen	4-7
4.4.1	Aktivieren/Deaktivieren der Funktion Seufzer	4-7
4.4.2	Aktivieren/Deaktivieren der Funktion Apnoe Backup und Einstellen der Apnoe-Zeit	4-8
4.5	Anpassen und Bestätigen von Kontrolleinstellungen	4-11
4.5.1	Anpassen und Bestätigen der Kontrolleinstellungen nach einer Modusänderung	4-12
4.5.2	Anpassen der Kontrolleinstellungen ohne Modusänderung	4-13
4.6	Einstellen der Tubuskompensation (TRC)	4-15
4.7	Kontrolleinstellungen	4-18
4.8	Einstellen der Alarmgrenzwerte	4-26

4.1 Einleitung

HINWEIS:

Nach dem Einschalten des Beatmungsgerätes werden die Standardeinstellungen angezeigt, die im Rahmen der Konfiguration festgelegt wurden (siehe Anhang E), sofern nicht die Option **Vorh. Einst.** ausgewählt wurde.

In diesem Kapitel wird beschrieben, welche Einstellungen gewählt werden müssen, um RAPHAEL auf die Beatmung eines Patienten vorzubereiten. Bereiten Sie das Beatmungsgerät vor, wie im vorherigen Kapitel beschrieben.

Sie müssen wissen, wie man Parameter auswählt, aktiviert und bestätigt. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 2.13.

4.2 Eingabe des idealen Patientenkörpergewichts

Geben Sie für jeden neuen Patienten das Idealgewicht („Ideal Bodyweight“, IBW) ein. Das ideale Körpergewicht beeinflusst Standardfrequenz und Tidalvolumen. Anhand dieser Eingabe ist RAPHAEL in der Lage, die Startwerte an den Patienten anzupassen. Das ideale Körpergewicht beeinflusst auch die ExpMinVol-Alarmgrenzen.

Nach dem Selbsttest (wie in Kapitel 2.11 beschrieben) wird das Fenster Körpergewicht geöffnet (Abbildung 4-1). In Tabelle 4-1 oder Tabelle 4-2 finden Sie Informationen, wie Sie das Verhältnis zwischen der Körpergröße und dem Idealgewicht eines Patienten bestimmen können.



Abbildung 4-1. Fenster Körpergewicht

Führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Aktivieren Sie die Option **Körpergewicht**.
2. Stellen Sie den Wert für **Körpergewicht** ein. Aktivieren Sie den gewählten Wert durch Drücken des Knopfs.
3. Der Cursor wird automatisch auf **start** gesetzt. Bestätigen Sie die Auswahl. RAPHAEL startet die Beatmung im voreingestellten Modus, der auf dem Bildschirm angezeigt wird.

HINWEIS:

Bevor Sie die Beatmung starten, sind die Tasten Hilfsmittel, Modus, Kontroll und Alarm aktiv (siehe Abbildung). So können Sie Tests/Kalibrationen durchführen und Einstellungen vor der Beatmung ändern.

Tabelle 4-1. Bestimmung des Idealgewichts von Erwachsenen mit Hilfe der Körpergröße ¹

Größe		IBW (kg)	
ft	m	Männer	Frauen
5'0"	1,52	50	46
5'1"	1,55	52	48
5'2"	1,57	55	50
5'3"	1,60	57	52
5'4"	1,62	59	55
5'5"	1,65	62	57
5'6"	1,67	64	59
5'7"	1,70	66	62
5'8"	1,72	68	64
5'9"	1,75	71	66

Größe		IBW (kg)	
ft	m	Männer	Frauen
5'10"	1,77	73	69
5'11"	1,80	75	71
6'0"	1,82	78	73
6'1"	1,85	80	75
6'2"	1,88	82	78
6'3"	1,90	85	80
6'4"	1,93	87	82
6'5"	1,95	89	85
6'6"	1,98	91	87
6'7"	2,00	94	89

¹ Quelle: Pennsylvania Medical Center. HAMILTON MEDICAL übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der aufgeführten Daten. Die Verwendung dieser Informationen liegt im Ermessen des behandelnden Arztes.

Tabelle 4-2. Bestimmung des Idealgewichts von Kindern/Säuglingen mit Hilfe der Körpergröße¹

Größe		IBW (kg)	Größe		IBW (kg)
in.	cm		in.	cm	
19	50	6	41	105	17
21	55	6	43	110	19
23	60	7	45	115	20
25	65	8	47	120	23
27	70	8	49	125	25
29	75	9	51	130	28
31	80	10	53	135	31
33	85	11	55	140	34
35	90	12	57	145	37
37	95	14	59	150	41
39	100	15			

¹ Daten übernommen aus:
 Traub SL; Johnson CE. Comparison of methods of estimating creatine clearance in children. Am J Hosp Pharm 1980;37:195-201. HAMILTON MEDICAL übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der aufgeführten Daten. Die Verwendung dieser Informationen liegt im Ermessen des behandelnden Arztes.

4.3 Ändern des Beatmungsmodus

Der Beatmungsmodus wird in der oberen linken Bildschirm-ecke angezeigt. Führen Sie zum Ändern des Modus die folgenden Schritte aus.

1. Öffnen Sie das Fenster Modus (Abbildung 4-2) durch Drücken der Taste Modus.
2. Wählen Sie den gewünschten Modus aus (genauere Informationen zu den Modi finden Sie in Anhang B). Aktivieren Sie Ihre Auswahl.

Möglicherweise stehen nicht alle der dargestellten Modi zur Verfügung, da sie während der Konfiguration eventuell deaktiviert wurden.

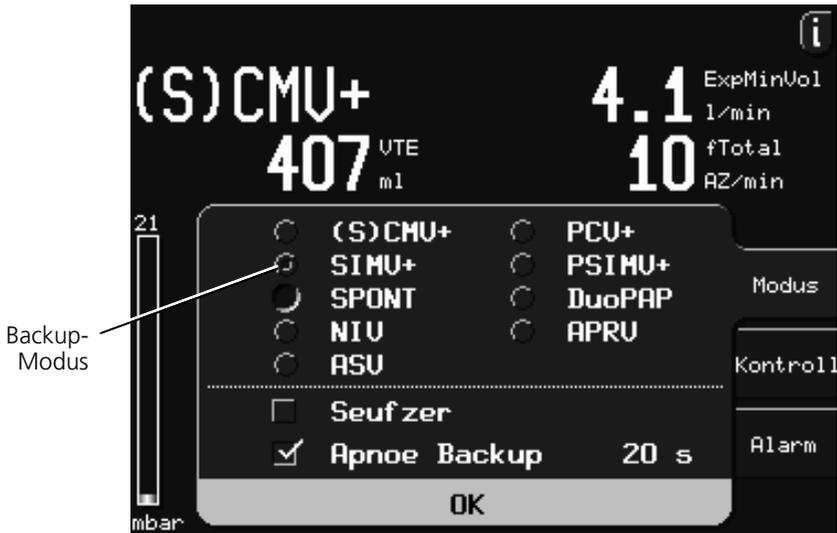


Abbildung 4-2. Fenster Modus

3. Der Cursor wird automatisch auf **OK** gesetzt. Bestätigen Sie durch Drücken des Knopfs. Wenn Sie den Modus geändert haben, öffnet sich das Fenster Kontroll, in dem Sie die Kontrolleinstellungen überprüfen können (siehe Kapitel 4.5.1).

4.4 Einstellen von Modusergänzungen

Sie können im Fenster Modus die Funktionen Seufzer und Apnoe Backup aktivieren und die Apnoe-Zeit einstellen.

4.4.1 Aktivieren/Deaktivieren der Funktion Seufzer

Ist die Funktion Seufzer aktiviert, wird auf jeweils 50 Atemhübe ein Seufzeratemhub abgegeben. Seufzeratemhübe werden mit einem Druck abgegeben, der um 10 mbar über dem Druck normaler Atemhübe liegt. Die Funktion Seufzer ist in den Modi DuoPAP und APRV nicht aktiviert.

Aktivieren oder deaktivieren Sie die Funktion Seufzer wie folgt:

1. Öffnen Sie das Fenster Modus (Abbildung 4-2) durch Drücken der Taste Modus.
2. Wählen Sie **Seufzer**. Aktivieren oder deaktivieren Sie die Funktion.
3. Der Cursor wird automatisch auf **OK** gesetzt. Bestätigen Sie durch Drücken des Knopfes.

4.4.2 Aktivieren/Deaktivieren der Funktion Apnoe Backup und Einstellen der Apnoe-Zeit

WARNUNG

HAMILTON MEDICAL empfiehlt, die Apnoebeatmung permanent zu aktivieren.

4.4.2.1 Informationen zur Apnoebeatmung

RAPHAEL bietet die Apnoebeatmung als Mechanismus, der mögliche Verletzungen des Patienten durch Apnoe oder Atemstillstand minimiert. Eine Apnoe kann mit Ausnahme von (S)CMV+, PCV+ und ASV in allen Modi auftreten. Wenn sich RAPHAEL in einem solchen Modus befindet und während eines vom Benutzer eingestellten Zeitraums keine inspiratorischen Bemühungen des Patienten erkannt oder keine Atemhübe abgegeben werden, wird dieser Zustand als Apnoe registriert. Ist die Apnoebeatmung aktiviert, wird die Beatmung fortgesetzt. Die Apnoebeatmung von RAPHAEL verläuft bidirektional, d. h. die Beatmung wird nach dem Ende der Apnoe wieder automatisch im ursprünglichen Beatmungsmodus fortgesetzt.

Ist die Apnoebeatmung aktiviert, wird nach Ablauf einer festgelegten Apnoe-Zeit die Beatmung aufgenommen, wenn keine Atembemühungen des Patienten festgestellt werden konnten. In diesem Fall wechselt RAPHAEL automatisch und ohne Zeitverzögerung in die Apnoebeatmung. Ein Alarm mit mittlerer Priorität wird ausgelöst. Außerdem erscheint die Meldung **Apnoebeatmung aktiv**. Die Beatmung erfolgt gemäß den Einstellungen in Tabelle 4-3. Diese Einstellungen müssen bestätigt werden. Nach der Bestätigung ertönt nur noch ein Alarm mit niedriger Priorität. Werden die Einstellungen nicht bestätigt, wird der Alarm nach einer Minute auf hohe Priorität erhöht.

Wenn der Patient zwei aufeinander folgende Atemhübe triggert, kehrt RAPHAEL zum zuvor eingestellten Beatmungsmodus mit den entsprechenden Einstellungen zurück und zeigt folgende Meldung an: **Apnoebeatmung beendet**.

Nach der Aktivierung der Apnoebeatmung bleibt diese in allen anwendbaren Modi aktiv. Bei der Apnoebeatmung sind keine Eingriffe des behandelnden Arztes bzw. Pflegepersonals erforderlich. Der Modus kann bei aktivierter Apnoebeatmung beliebig geändert werden. Es kann entweder ein neuer Modus aktiviert oder der Backup-Modus als Betriebsart übernommen werden.

Ist die Apnoebeatmung deaktiviert, wird beim Auftreten einer Apnoe die Alarmmeldung **Apnoe** (hohe Priorität) angezeigt.

4.4.2.2 Was Sie tun müssen

Aktivieren oder deaktivieren Sie die Funktion Apnoe Backup und stellen Sie die Apnoe-Zeit wie folgt ein:

1. Öffnen Sie das Fenster Modus (Abbildung 4-2) durch Drücken der Taste Modus.
2. Wählen Sie **Apnoe Backup**. Aktivieren oder deaktivieren Sie die Funktion.
3. Wählen Sie die Apnoe-Zeit (rechts neben **Apnoe Backup**), aktivieren Sie sie und stellen Sie den Wert ein. Drücken Sie auf den Knopf, um die Eingabe zu bestätigen.
4. Schließen Sie das Fenster durch Auswahl von **OK**.
5. Nimmt RAPHAEL die Apnoebeatmung auf, wird das Fenster mit den Apnoe Backup Bedienelementen angezeigt (Abbildung 4-3). Führen Sie einen der folgenden Schritte aus:
 - Wählen Sie **Reset**, um die Beatmung in diesem Modus wiederaufzunehmen, sowie die Einstellungen, die vor dem Beginn der Apnoebeatmung aktiv waren.
 - Überprüfen Sie die Kontrolleinstellungen und ändern Sie diese gegebenenfalls. Wählen Sie **OK**, um die Beatmung im Backup-Modus (SIMV+ oder PCV+) mit den angezeigten Einstellungen fortzusetzen. Diese Einstellungen sind in Tabelle 4-3 erläutert.



Abbildung 4-3. Fenster mit den Apnoe Backup Bedienelementen

Tabelle 4-3. Kontrolleinstellungen bei Apnoebeatmung

Kontrolle	Einstellung
Modus	PCV+ (für NIV), SIMV+ (für alle anderen Modi)
Frequenz	Wird auf Basis des Patientengewichts berechnet.
TI	Basiert auf der Standardeinstellung für I:E im Konfigurationsmodus.
VT	<ul style="list-style-type: none"> • Letzte aktive Einstellung, die vom Bediener für maschinelle volumenkontrollierte Atemhübe gewählt wurde. • Fehlt der oben aufgeführte Wert, berechnet RAPHAEL diesen auf der Basis des Patientengewichts.
Sonstige	Aktuelle Einstellungen oder Konfigurationswerte

4.5 Anpassen und Bestätigen von Kontrolleinstellungen

Tabelle 4-4 enthält Beschreibungen der Kontrolleinstellungen sowie der geltenden Bereiche. Einige Kontrolleinstellungen, wie z. B. Zeiteinstellungen, sind voneinander abhängig, so dass der bei Ihnen angezeigte Bereich möglicherweise kleiner ist als die in der Tabelle aufgelisteten Angaben.

HINWEIS:

Im rechten oberen Bereich des Fensters Kontroll 1 werden möglicherweise folgende Daten angezeigt:

- Mit Ausnahme der Modi ASV, SPONT und NIV werden für alle Modi Timing-Parameter angezeigt, die über die Timing-Einstellungen festgelegt werden (siehe Abbildung 4-6). Die Definitionen der Parameter I:E, Frequenz, TI und T tief entsprechen den in Tabelle 4-4 beschriebenen Einstellungen. TE gibt die Dauer der Expirationsphase an.
- Im ASV-Modus wird **Ziel MinVol = ...** angezeigt (Abbildung 4-4). Das ist das Zielminutenvolumen, das in ASV abgegeben werden soll. Da dieses Zielminutenvolumen von den Kontrolleinstellungen abhängt, ändert sich dieser Wert, wenn die Kontrolleinstellungen geändert werden. Siehe Anhang C für weitere Informationen zu ASV.



4.5.1 Anpassen und Bestätigen der Kontrolleinstellungen nach einer Modusänderung

Nach Auswahl eines neuen Modus öffnet sich automatisch das erste der beiden Fenster Kontroll (Abbildung 4-4). Überprüfen und bestätigen Sie die angezeigten Einstellungen, andernfalls wird die Modusänderung nicht übernommen.



Abbildung 4-4. Fenster Kontroll 1 – Modusänderung zu ASV

Überprüfen und bestätigen Sie die Kontrolleinstellungen wie folgt:

1. Prüfen Sie die Einstellungen im Fenster 1 genau. Wenn Sie eine Einstellung ändern möchten, wählen Sie den entsprechenden Parameter aus. Aktivieren Sie ihn. Ändern Sie bei Bedarf den Wert. Wiederholen Sie diese Schritte bei allen Parametern, die Sie ändern möchten. Bestätigen Sie die Auswahl mit **OK**. Der neue Modus wird nun aktiviert.

- Das Fenster Kontroll 2 (Abbildung 4-5) wird automatisch geöffnet. Die Einstellungen im unteren Bereich des Fensters beziehen sich auf die Tubuskompensation (Kapitel 4.6). Sie können die Einstellungen wie oben beschrieben ändern.



Abbildung 4-5. Fenster Kontroll 2

- Schließen Sie das Fenster mit **OK** oder drücken Sie die Taste **Kontroll**.

4.5.2 Anpassen der Kontrolleinstellungen ohne Modusänderung

Sie können jederzeit die Kontrolleinstellungen wie folgt ändern:

- Öffnen Sie das Fenster Kontroll 1 (Abbildung 4-6), indem Sie die Taste **Kontroll** drücken.

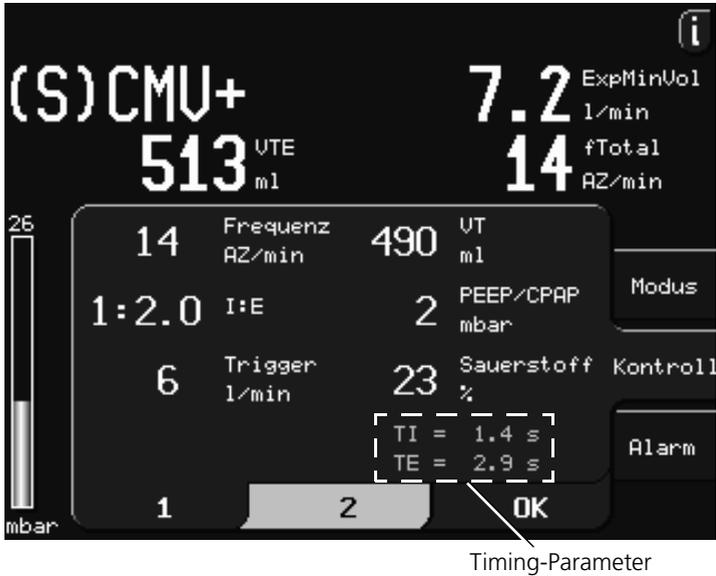


Abbildung 4-6. Fenster Kontroll 1 – ohne Modusänderung

2. Wenn Sie eine Einstellung ändern möchten, wählen Sie zuerst den betreffenden Parameter. Aktivieren Sie ihn. Ändern Sie bei Bedarf den Wert. Wiederholen Sie diese Schritte bei allen Parametern, die Sie ändern möchten.
3. Wählen Sie aus den Registerkarten im unteren Bereich des Bildschirms **2** aus und aktivieren Sie sie. Das Fenster Kontroll 2 (Abbildung 4-5) wird geöffnet. Die Einstellungen im unteren Bereich des Fensters beziehen sich auf die Tubus-kompensation (Kapitel 4.6). Sie können die Einstellungen wie oben beschrieben ändern.
4. Schließen Sie das Fenster mit **OK** oder drücken Sie die Taste Kontroll.

HINWEIS:

Die in diesem Fenster vorgenommenen Einstellungs-änderungen werden sofort nach dem Drücken der Taste wirksam. Wird **OK** ausgewählt, wird lediglich das Fenster geschlossen.

4.6 Einstellen der Tubuskompensation (TRC)



WARNUNG

- **Vergewissern Sie sich, dass der richtige Tubus-typ bzw. die geeignete Tubusgröße eingestellt wurde, um Verletzungen des Patienten als Folge einer inadäquaten Tubuskompensation zu vermeiden.**
 - **TRC kann eine Autotriggerung auslösen. Wählen Sie in diesem Fall eine niedrigere TRC-Einstellung oder deaktivieren Sie TRC.**
-

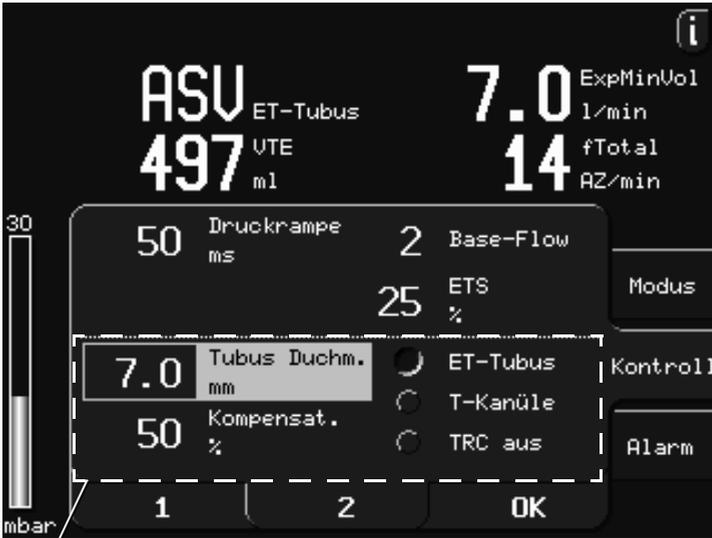
HINWEIS:

- Die Tubuskompensation (TRC) ist für spontan atmende Patienten vorgesehen. Sie wird nicht für passive Patienten empfohlen.
 - Wenn TRC aktiviert ist, ist der angezeigte Ppeak-Wert höher als erwartet (die Summe aus festgelegtem PEEP/CPAP und Pkontroll/Psupport). Dieser Fall ist besonders bei passiven Patienten mit niedriger Atemwegs-Resistance wahrscheinlich. Achten Sie auf den berechneten trachealen Druck.
 - Das angezeigte Kurvendiagramm für den trachealen Druck wird anhand der proximalen Flow- und Druck-signale *berechnet* und nicht *gemessen*.
 - Wird der Wert für **Kompensat.** auf 0 % gesetzt, erscheint eine zweite Druckkurve (tracheal). Diese ist eventuell für Demonstrationszwecke hilfreich, wenn keine Tubuskompensation erwünscht ist.
-

Um die Atemarbeit des Patienten beim Anschluss an RAPHAEL zu reduzieren, kann die Tubuskompensation (TRC) des Beatmungsgeräts verwendet werden. Dabei wird die Flow-Resistance kompensiert, die durch ET- oder Tracheostomie-tuben erzeugt wird. Mit Ausnahme von NIV ist TRC bei allen Modi sowohl während der Inspiration als auch während der Expiration aktiv.

Aktivieren oder deaktivieren Sie TRC und legen Sie die gewünschten Einstellungen folgendermaßen fest:

1. Öffnen Sie das Fenster Kontroll 2 (Abbildung 4-7).



Einstellungen für die Tubuskompensation (TRC)

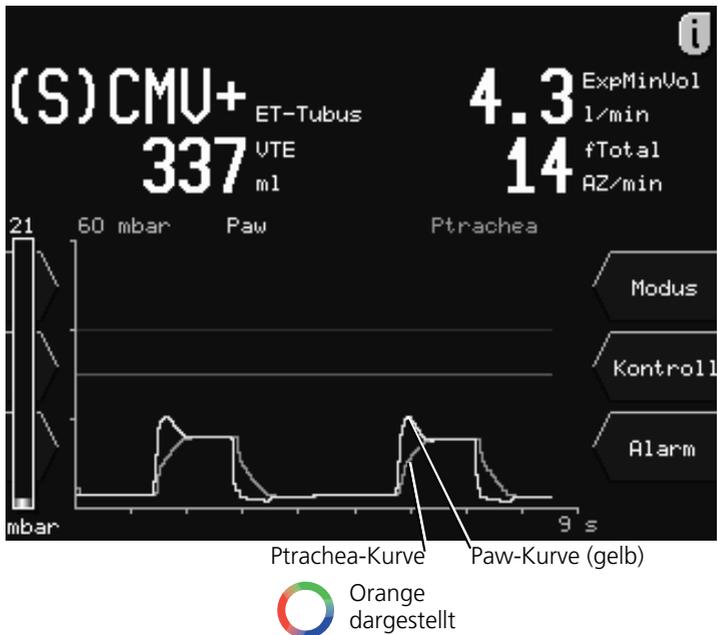
Abbildung 4-7. Einstellen der TRC

2. Aktivieren Sie TRC folgendermaßen:
 - a. Wählen Sie die Einstellung **Tubus Duchm.** (Innendurchmesser des Tubus) aus. Legen Sie die gewünschte Einstellung fest und aktivieren Sie sie.
 - b. Wählen Sie **Kompensat.** aus. Legen Sie die gewünschte Einstellung fest und aktivieren Sie sie. Verringern Sie den Wert für **Kompensat.**, wenn der ET-Tubus gekürzt werden soll.
 - c. Wählen Sie die Einstellung **ET-Tubus** (Endotrachealtubus) oder **T-Kanüle** (Tracheostomietubus) aus und aktivieren Sie sie. Die Kurve für den trachealen Druck wird neben der Kurve für den Atemwegsdruck angezeigt, der Tubustyp erscheint oben im Fenster (Abbildung 4-8).

HINWEIS:

Wird 100 % Kompensation eingestellt, bedeutet dies, dass die unter den gegebenen Umständen maximal mögliche Kompensation durchgeführt wird. Hierbei handelt es sich nicht notwendigerweise um die theoretisch mögliche volle Kompensation des Tubuswiderstandes. Verschiedene Tuben weisen einen unterschiedlichen Widerstand auf. Der Wert für **Kompensat.** muss daher entsprechend angepasst werden.

4. Deaktivieren Sie TRC, indem Sie **TRC aus** auswählen und aktivieren.
5. Schließen Sie das Fenster mit **OK** oder drücken Sie die Taste Kontroll.



**Abbildung 4-8. Ptrachea- und Paw-Kurven
(bei aktivierter TRC)**

4.7 Kontrolleinstellungen

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche

Parameter	Definition	Bereich
%MinVol 	<p>Prozentsatz des abzugebenden Minutenvolumens, wird als die gewünschte Beatmungsunterstützung angesehen. RAPHAEL verwendet %MinVol und die Einstellungen des Körpergewichts, um das Zielminutenvolumen zu berechnen. Bei der Anpassung von %MinVol empfiehlt HAMILTON MEDICAL, dass Sie bei 100 % beginnen und den Wert nach Bedarf anpassen.</p> <p>Gilt für den ASV-Modus (siehe Anhang C).</p>	25 bis 350 %
Apnoe Backup	<p>Eine Funktion, bei der die maschinelle Beatmung gestartet wird, wenn die einstellbare Apnoe-Zeit abläuft, ohne dass Atemzugversuche festgestellt wurden.</p> <p>Gilt für die Modi SIMV+, PSIMV+, SPONT, DuoPAP, APRV und NIV.</p>	An oder Aus
Apnoe Zeit	<p>Die maximal ohne Atemhubtriggerung erlaubte Zeit, nach der Apnoe definiert wird und das Beatmungsgerät in den Modus Apnoe Backup wechselt, sofern dieser aktiviert ist.</p> <p>Gilt für die Modi SIMV+, PSIMV+, SPONT, DuoPAP, APRV und NIV.</p>	15 bis 60 s

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Base-Flow	<p>Ein kontinuierlicher und konstanter Gasflow vom Inspirations- zum Expirationsanschluss. Sie ist für den den Flow-Trigger von wesentlicher Bedeutung. Durch einen höheren Base-Flow-Wert kann die Reaktionszeit des Beatmungsgeräts auf die Patiententriggung verkürzt werden. Somit wird die Atemarbeit des Patienten minimiert. Dies ist besonders im NIV-Modus hilfreich, da durch einen höheren Base-Flow-Wert die Auswirkungen einer Leckage vermindert werden können. Die Einstellung „2“ liefert einen maximalen Base-Flow von 4 l/min.</p> <p>Bezieht sich auf alle Atemzüge in allen Modi.</p> <hr/> <p>HINWEIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wählen Sie bei Verwendung von LiteCircuit eine Base-Flow-Einstellung von maximal 2. Bei diesem Schlauchsystem wirkt sich die Base-Flow-Einstellung nicht so aus wie bei einem zwischenkligen Schlauchsystem. • Wird das Beatmungsgerät während des Transports innerhalb des Krankenhauses verwendet, beachten Sie den möglicherweise erhöhten Gasverbrauch bei einem hohen Base-Flow-Wert. • Bei einem hohen Base-Flow-Wert treten die Betriebsgeräusche des Beatmungsgeräts eventuell verstärkt auf. Außerdem wird möglicherweise häufiger der Alarm Diskonnexion ausgelöst. <hr/>	<p>0 bis 10 (wenn erweiterter Base-Flow in der Konfiguration aktiviert ist)</p> <p>0 bis 2 (wenn erweiterter Base-Flow in der Konfiguration deaktiviert ist)</p>

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Druckrampe	<p>Druckrampe. Die Zeit, bis der Inspirationsdruck auf den eingestellten Inspirationsdruck angestiegen ist.</p> <p>Über die Druckrampeneinstellung können Sie den anfänglichen Flow für druckkontrollierte oder druckunterstützte Atemzüge einstellen und so den Beatmungs-Flow an die Bedürfnisse des Patienten anpassen. Ein niedriger Druckrampenwert (50 ms) führt zu einem höheren anfänglichen Flow. Dadurch wird der gewünschte Druck schneller erzielt. Dies kann besonders bei Patienten mit erhöhtem Atemantrieb von Vorteil sein.</p> <p>Wird der Druckrampenwert – besonders in Kombination mit einem geringem ET-Tubusdurchmesser (hohe Resistance) – zu niedrig angesetzt, kann es am Anfang der Beatmung zu einem deutlichen Überschießen des Drucks and einem Alarm des Typs Drucklimitierung kommen.</p> <p>Wird der Druckrampenwert zu hoch angesetzt, erreicht das Beatmungsgerät möglicherweise den festgelegten Inspirationsdruck nicht. Ein rechteckiges Druckprofil ist anzustreben. In der Vergangenheit konnte festgestellt werden, dass durch niedrigere Druckrampenwerte bei manchen Patienten die Atemarbeit verringert werden kann.</p> <p>Bezieht sich auf alle Atemhübe in allen Modi.</p> <hr/> <p>HINWEIS:</p> <p>Um ein mögliches Überschießen des Drucks bei Kindern zu vermeiden, wird eine Einstellung von mindestens 75 ms für den Druckrampenwert empfohlen.</p> <hr/>	50 bis 200 ms

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
ETS	<p>Expiratorische Triggersensitivität. Der Prozentsatz des inspiratorischen Peakflows, bei dem das Beatmungsgerät zwischen Inspiration und Expiration wechselt.</p> <p>Durch einen höheren ETS-Wert kann eine kürzere Inspirationszeit erzielt werden. Dies ist besonders für Patienten mit obstruktiven Lungenerkrankungen vorteilhaft. Anhand der ETS-Einstellung kann die Inspirationszeit der druckunterstützten Atemzüge an die Nervenimpulse des Patienten angepasst werden.</p> <p>Bezieht sich auf spontane Atemzüge.</p>	5 bis 70 %
Frequenz	<p>Atemfrequenz oder Anzahl der Atemzüge pro Minute.</p> <p>Bezieht sich auf kontrollierte Atemhübe der Modi (S)CMV+, PCV+, SIMV+, PSIMV+ und DuoPAP.</p>	<p>8 bis 80 AZ/min in (S)CMV+</p> <p>4 bis 80 AZ/min in PCV+</p> <p>1 bis 80 AZ/min in anderen Modi</p>
I:E	<p>Verhältnis zwischen Inspirations- und Expirationszeit. Auf Grundlage der eingestellten Frequenz und des I:E-Verhältnisses berechnet RAPHAEL die Inspirationszeit. Die Inspirationszeit wird vom Beatmungsgerät konstant gehalten, während die Expirationszeit durch Patiententriggerung verkürzt werden kann.</p> <p>Bezieht sich auf kontrollierte Atemhübe in den Modi (S)CMV+ und PCV+.</p>	1:9,0 bis 4,0:1
Körpergewicht	<p>Idealgewicht (siehe Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2).</p>	5 bis 200 kg

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Modus	Beatmodus.	(S)CMV+, PCV+, SIMV+, PSIMV+, SPONT, NIV
		 ASV, DuoPAP, APRV
P hoch 	Hohes Atemwegsdruckniveau. Die Einstellung P hoch ist der <i>gesamte</i> gewünschte Atemwegsdruck, einschließlich PEEP/CPAP oder P tief. Bezieht sich auf alle Atemhübe in den Modi DuoPAP und APRV.	0 bis 75 mbar
P tief 	Niedriges Atemwegsdruckniveau. Bezieht sich auf alle Atemhübe im Modus APRV.	0 bis 35 mbar
Pasvlimit 	Maximal anzuwendender Druck. Für eine ordnungsgemäße Funktion des ASV-Controller muss Pasvlimit mindestens 15 mbar über PEEP/CPAP liegen. Pmax wird automatisch so angepasst, dass er 10 mbar über Pasvlimit liegt. Bezieht sich auf alle Atemhübe im ASV-Modus.	7 bis 70 mbar

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
PEEP/CPAP	<p>Bei PEEP („Positive End-Expiratory Pressure“; positiver endexpiratorischer Druck) und CPAP („Continuous Positive Airway Pressure“; kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck) handelt es sich um Drücke, die sowohl in Inspirations- als auch Expirationsphasen konstant angewendet werden.</p> <p>Bezieht sich auf alle Atemhübe in allen Modi mit Ausnahme von APRV.</p> <hr/> <p>WARNUNG</p> <p>Bei Verwendung von LiteCircuit kann ein PEEP/CPAP-Wert unter 4 mbar zu CO₂-Rückatmung führen. (Siehe Kapitel B.6.3, Nicht invasive Beatmung (NIV).)</p> <hr/>	0 bis 35 mbar
Pkontroll	<p>Druck (zusätzlich zu PEEP/CPAP), der während der Inspirationsphase angewendet wird.</p> <p>Bezieht sich auf kontrollierte Atemhübe in den Modi PCV+ und PSIMV+.</p>	5 bis 50 mbar oberhalb von PEEP/CPAP
Psupport	<p>Druck (zusätzlich zu PEEP/CPAP oder P tief), der während der Inspirationsphase angewendet wird.</p> <p>Die Druckunterstützung hilft dem Patienten die Resistance des Beatmungsschlauchsystems und des Endotrachealtubus zu kompensieren. Bei spontan atmenden Patienten wird das sich verringernde Tidalvolumen und die steigende Atemfrequenz ausgeglichen.</p> <p>Bezieht sich auf spontane Atemzüge in den Modi SIMV+, PSIMV+, SPONT, NIV, DuoPAP und APRV.</p>	0 bis 50 mbar über PEEP/CPAP oder P tief

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Sauerstoff	Sauerstoffkonzentration, die vom Gerät abgegeben werden muss. Bezieht sich auf alle Atemhübe in allen Modi.	21 bis 100 %
Seufzer	Atemhübe alle 50 Atemhübe, mit denen durch eine Druckerhöhung von 10 mbar absichtlich das Tidalvolumen erhöht wird. Bezieht sich auf alle Atemhübe in allen Modi mit Ausnahme von DuoPAP und APRV.	An oder Aus
T hoch 	Dauer des hohen Atemwegsdruckniveaus. Bezieht sich auf alle Atemhübe der Modi DuoPAP und APRV.	0,1 bis 30,0 s
T tief 	Dauer des niedrigen Atemwegsdruckniveaus. Bezieht sich auf alle Atemhübe im Modus APRV.	0,2 bis 30,0 s
TI	Inspirationszeit oder Dauer der Inspirationsphase. Bezieht sich auf kontrollierte Atemhübe in den Modi SIMV+ und PSIMV+.	0,1 bis 3,2 s
TI max	Maximale Inspirationszeit. Bezieht sich auf spontane Atemzüge im NIV-Modus.	1,0 bis 3,0 s

Tabelle 4-4. Kontrolleinstellungen, Modusergänzungen und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
TRC  <i>Tubustyp/ TRC deaktiviert</i> Tubus Durchm. Kompensat.	<p>Tubuskompensation. Verringert die Atemarbeit des Patienten, indem der Tubuswiderstand ausgeglichen wird.</p> <p>Endotracheal-(ET-)Tubus, Tracheostomietubus (T-Kanüle) oder TRC aus.</p> <p>Innendurchmesser des Tubus.</p> <p>Prozentsatz der Kompensation, wobei 100 % die unter den gegebenen Umständen maximal mögliche Kompensation darstellt.</p>	<p>ET-Tubus, T-Kanuele oder TRC aus</p> <p>4,0 bis 10,0 mm</p> <p>0 bis 100 %</p>
Trigger	<p>Der inspiratorische Flow des Patienten, der das Beatmungsgerät veranlasst, einen Atemhub abzugeben.</p> <hr/> <p>WARNUNG</p> <p>Eine sensible Triggereinstellung kann Autotriggerungen auslösen.</p> <hr/>	<p>AUS (nur in den Modi [S]CMV+ und PCV+),</p> <p>1 bis 10 l/min in allen Modi</p>
VT	<p>Tidalvolumen, das während der Inspiration abgegeben wird.</p> <p>Bezieht sich auf kontrollierte Atemhübe in den Modi (S)CMV+ und SIMV+.</p>	<p>50 bis 2000 ml</p>

4.8 Einstellen der Alarmgrenzwerte

WARNUNG

Um Verletzungen des Patienten zu verhindern, vergewissern Sie sich vor dem Anschließen des Patienten an das Beatmungsgerät, dass die Alarmgrenzwerte korrekt eingestellt sind.

Sie können alle Alarme schnell mit der Funktion Auto-Alarm einstellen, es sind jedoch möglicherweise nicht alle Einstellungen für die Gegebenheiten in Ihrer medizinischen Einrichtung geeignet. HAMILTON MEDICAL empfiehlt, Alarme – wann immer möglich – manuell einzustellen. Achten Sie vor Verwendung der Funktion Auto-Alarm darauf, ob die Einstellungen tatsächlich Ihren Anforderungen entsprechen.

Sie können jederzeit im Fenster Alarm die Einstellungen der Alarme Pmax, unteres und oberes ExpMinVol sowie untere und obere fTotal ändern.

RAPHAEL bietet Ihnen zwei Möglichkeiten zur Alarmeinstellung:

- Sie können die Alarmgrenzwerte manuell einstellen. Tabelle 4-5 enthält die zulässigen Bereiche für Alarmgrenzwerte.
- Sie können die Funktion Auto-Alarm verwenden, um – abgestimmt auf Gewicht und Monitoring-Daten des Patienten – die Alarmgrenzwerte automatisch vom Gerät einstellen zu lassen. In Tabelle 4-6 sind die Regeln aufgeführt, die bei der Einstellung von Auto-Alarmen berücksichtigt werden müssen.

Überprüfen und ändern Sie die Alarmgrenzwerte wie folgt:

1. Öffnen Sie das Fenster Alarm (Abbildung 4-9) durch Drücken der Taste Alarm.

HINWEIS:



- Wenn einer dieser einstellbaren Alarme aktiv ist, wird die Alarmleiste rot dargestellt.
- Das aktuelle Messergebnis (Atemwegsdruck, Expirationsminutenvolumen oder Atemfrequenz) wird links neben der Alarmleiste angezeigt. Der aktuelle Alarmgrenzwert erscheint rechts. Für den Pmax-Alarm wird außerdem der Drucklimitierungswert angezeigt.

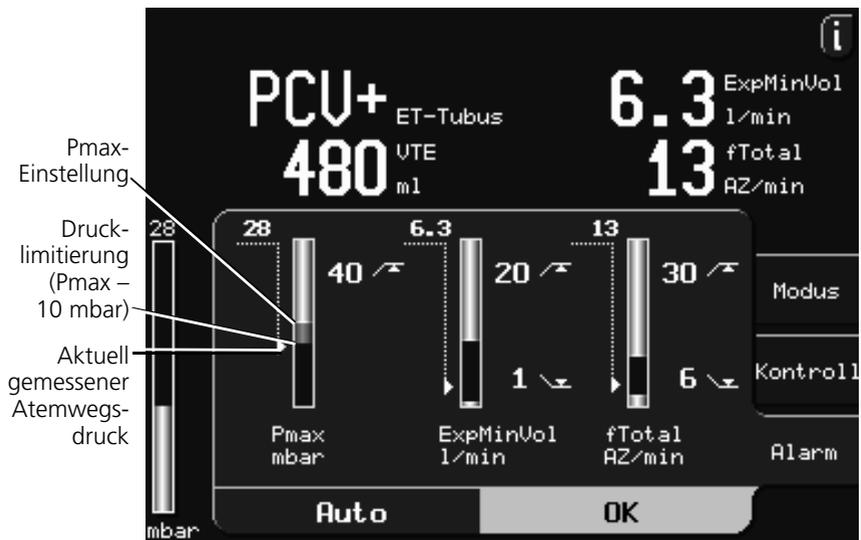


Abbildung 4-9. Fenster Alarm

2. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um die Funktion Auto-Alarm zu aktivieren:
 - a. Wählen Sie **Auto**.
 - b. Prüfen Sie die neuen Alarmgrenzwerte und vergewissern Sie sich, dass diese in Ordnung sind.
 - c. Schließen Sie das Fenster mit **OK** oder drücken Sie die Taste Alarm.
3. Führen Sie die folgenden Schritte zum Einstellen der Alarmgrenzwerte aus:
 - a. Wählen Sie den betreffenden Parameter aus. Aktivieren Sie ihn. Ändern Sie ggf. den Wert und bestätigen Sie ihn. Wiederholen Sie diese Schritte für alle Parameter, die Sie ändern möchten.
 - b. Schließen Sie das Fenster mit **OK** oder drücken Sie die Taste Alarm.

HINWEIS:

Die in diesem Fenster vorgenommenen Einstellungsänderungen werden sofort nach dem Drücken der Taste wirksam. Wird **OK** ausgewählt, wird lediglich das Fenster geschlossen.

Tabelle 4-5. Alarmgrenzwerte, Einstellungen und Bereiche

Parameter	Definition	Bereich
ExpMinVol (tief/hoch)	<p>Unteres und oberes Expirationsminutenvolumen. Ein Alarm mit hoher Priorität wird ausgelöst, wenn das gemessene Expirationsminutenvolumen den oberen Grenzwert übersteigt oder unter den unteren Grenzwert fällt.</p> <hr/> <p>WARNUNG</p> <p>Bei der Beatmung von Kindern/Säuglingen mit ET-Tuben, die einen kleinen Durchmesser aufweisen, arbeitet der Alarm „Diskonnektion“ möglicherweise nicht zuverlässig. Es ist daher sehr wichtig, den Alarm für das untere ExpMinVol einzustellen und zu beobachten, um Diskonnektionen rechtzeitig zu erkennen.</p> <hr/>	0,1 bis 50 l/min
fTotal (tief/hoch)	<p>Minimale und maximale Atemfrequenz. Ein Alarm mit mittlerer Priorität wird ausgelöst, wenn die gemessene Atemfrequenz den oberen Grenzwert übersteigt oder unten den unteren Grenzwert fällt.</p>	0 bis 99 AZ/min
Pmax	<p>Maximaldruck. Der höchste zulässige Druck innerhalb des Patienten-Beatmungsschlachsystems. Wird dieser Druck erreicht, wird ein Alarm mit hoher Priorität ausgelöst. Gleichzeitig verringert RAPHAEL den Druck so weit, bis er wieder unter dem PEEP/CPAP-Niveau liegt.</p> <p>Bei der kontrollierten Beatmung wird der Inspirationsdruck auf $P_{max} - 10$ mbar beschränkt. Ein Alarm Drucklimitierung mittlerer Priorität wird aktiviert, wenn das Beatmungsgerät einen höheren Druck anwenden muss, um das erforderliche Tidalvolumen zu erzielen.</p>	PEEP + 15 bis 80 mbar

Tabelle 4-6. Auto-Alarm-Einstellungen

Alarmgrenzwert	Einstellung (sofern Messungen zur Verfügung stehen)	Einstellung (wenn keine Messungen zur Verfügung stehen)
ExpMinVol, tief	Gemessener Wert ExpMinVol x 0,6	(S)CMV+ Frequenz x VT x 0,6
ExpMinVol, hoch	Gemessener Wert ExpMinVol x 2,0	(S)CMV+ Frequenz x VT x 2,0
fTotal, tief	Gemessene fTotal x 0,6	(S)CMV+ Frequenz x 0,6 (Minimum wie im Konfigurationsmodus eingestellt)
fTotal, hoch	Gemessene fTotal x 1,4	(S)CMV+ Frequenz x 1,4 (Minimum wie im Konfigurationsmodus eingestellt)
Pmax	Gemessener Wert Ppeak des letzten Atemhubs + 15 mbar Minimum: 40 mbar	40 mbar oder wie im Konfigurationsmodus eingestellt

5 Monitoring

5.1	Aufrufen von Patientendaten	5-3
5.2	Basisbildschirm	5-3
5.3	Aufrufen zusätzlicher numerischer Patientendaten	5-4
5.4	Auswahl des Grafiktyps	5-7
	5.4.1 Auswahl einer Kurve	5-7
	5.4.2 Auswahl eines Loops	5-8
	5.4.3 Trends	5-9
	5.4.4 Auswahl des ASV Zielgrafik-Bildschirms	5-12
5.5	Monitoring-Parameter	5-13

WARNUNG

- **HAMILTON MEDICAL empfiehlt, die Funktionen Sauerstoff-Monitoring und Flow-Messung stets aktiviert zu lassen, um schon eine Gefährdung des Patienten aufgrund von nicht funktionellen Alarmen und fehlendem Monitoring zu vermeiden.**
 - **Bei einer Fehlfunktion der integrierten Monitoring-Funktion des Beatmungsgeräts und zur Sicherstellung einer kontinuierlichen angemessenen Überwachung des Patienten wird empfohlen, zusätzliche unabhängige Überwachungsgeräte zu verwenden. Der Bediener des Beatmungsgeräts trägt weiterhin in allen Situationen die volle Verantwortung für die angemessene Beatmung und Sicherheit des Patienten.**
-

HINWEIS:

- Ersetzen Sie erschöpfte (oder fehlende) Sauerstoffzellen so schnell wie möglich oder verwenden Sie externe Überwachungsgeräte, die der Norm ISO 7767 entsprechen, damit sichergestellt ist, dass das Sauerstoff-Monitoring stets funktioniert.
 - Werden Striche anstelle von Monitoring-Daten angezeigt, weist dies darauf hin, dass noch keine gültigen Werte zur Verfügung stehen. Dies ist ein vorübergehender Zustand, der einen Atemzug lang dauert.
-

5.1 Aufrufen von Patientendaten

Während der Beatmung können Sie jederzeit Patientendaten auf dem RAPHAEL Bildschirm anzeigen; Abbildung 5-1 zeigt ein Beispiel dieses Basisbildschirms. Sie können zusätzlich die Fenster Numerische Patientendaten öffnen, in denen weitere Informationen enthalten sind.

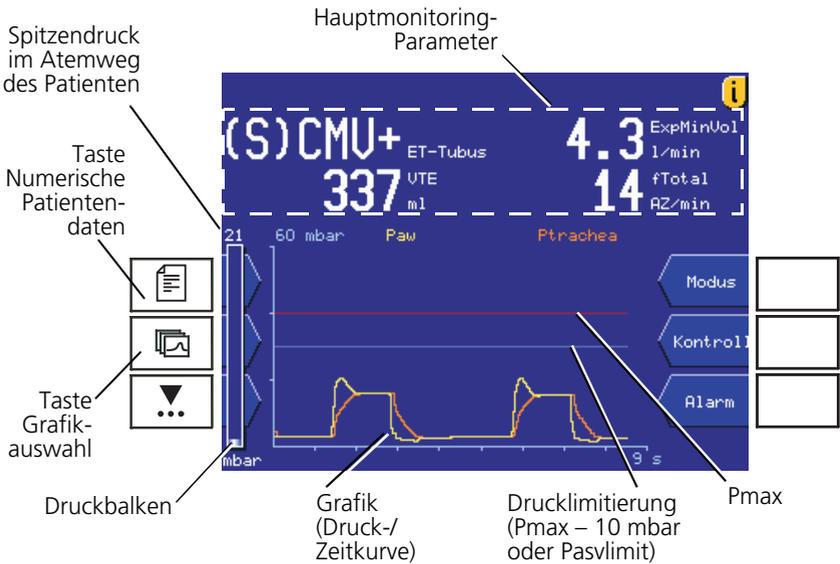


Abbildung 5-1. Basisbildschirm mit Kurve

5.2 Basisbildschirm

Im Basisbildschirm (Abbildung 5-1) wird der Status des Patienten – einschließlich der folgenden Parameter – angezeigt:

- Aktiver Modus
- Drei (numerische) Hauptmonitoring-Parameter. Die Parameter werden vom Bediener im Konfigurationsmodus ausgewählt.



- Grafik mit Patientendaten. Bei der Grafik kann es sich um eine Kurve oder bei RAPHAEL XTC, RAPHAEL Color oder RAPHAEL Silver um einen Loop, einen Trend oder einen ASV Zielgrafik-Bildschirm handeln; die Art der Grafik wird vom Bediener mit Hilfe der Taste für die Grafikauswahl ausgewählt.
- Der Druck im Atemweg des Patienten wird durch den Druckbalken angezeigt, wobei der Spitzendruck des letzten Atemhubs über dem Druckbalken angegeben ist.

Die Hauptmonitoring-Parameter und der Druckbalken werden während der Beatmung auf dem RAPHAEL Bildschirm angezeigt. Die beiden obersten linken Tasten werden verwendet, um mehr numerische Monitoring-Daten anzuzeigen und die Grafik auszuwählen.

5.3 Aufrufen zusätzlicher numerischer Patientendaten



Sie können weitere numerische Patientendaten in drei Fenstern oder, bei aktivem ASV, in vier Fenstern aufrufen. Im Fenster mit den ASV-Monitoring-Parametern werden die numerischen Zielwerte und die tatsächlichen Werte der Parameter VT, fTotal und ExpMinVol angezeigt. Sie können diese Fenster jederzeit öffnen, solange kein Fenster auf der rechten Seite geöffnet ist. Tabelle 5-1 beschreibt die Monitoring-Parameter.

Um die Daten anzusehen, drücken Sie die oberste linke Taste für numerische Patientendaten. Das erste Fenster öffnet sich (Abbildung 5-2). Wählen und öffnen Sie Fenster 2 (Abbildung 5-3), Fenster 3 (Abbildung 5-4) oder das Fenster mit den ASV-Monitoring-Parametern (Abbildung 5-5), indem Sie den Knopf drehen und drücken oder die entsprechende Taste drücken. Um diese Fenster zu schließen und zum Basisbildschirm zurückzukehren, wählen Sie **OK** und drücken anschließend den Knopf.



Abbildung 5-2. Fenster Numerische Patientendaten 1

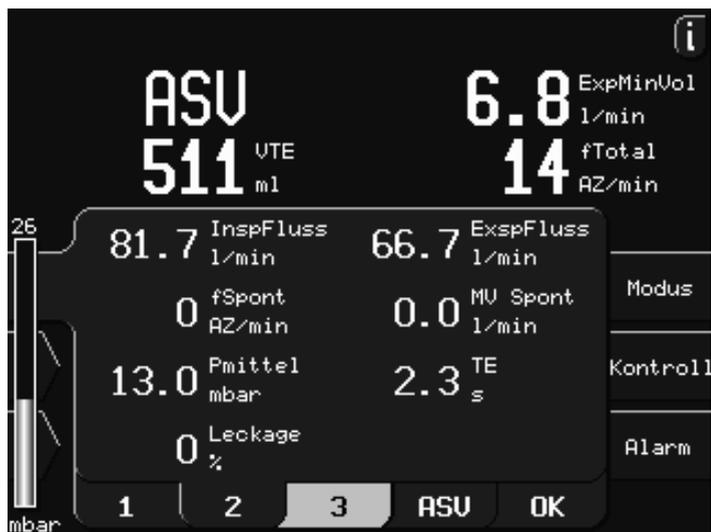


Abbildung 5-3. Fenster Numerische Patientendaten 2

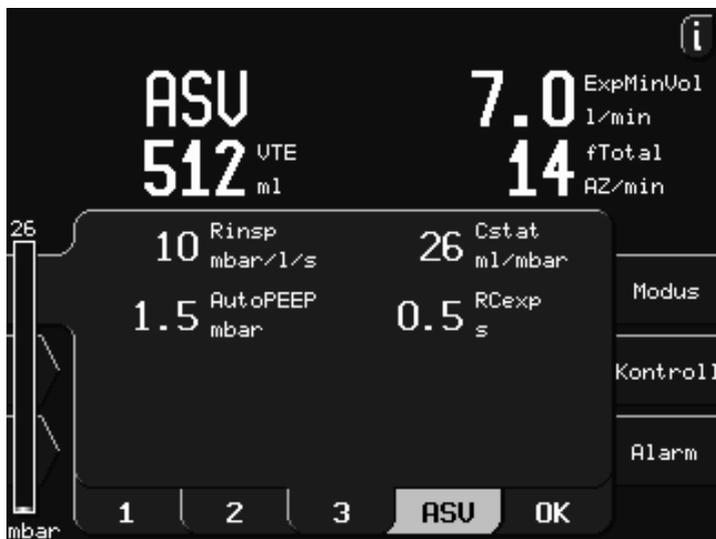


Abbildung 5-4. Fenster Numerische Patientendaten 3

5.4 Auswahl des Grafiktyps



Im Basisbildschirm werden die Patientendaten in Echtzeit grafisch dargestellt. Sie können die Daten als Kurve oder bei RAPHAEL XTC, RAPHAEL Color oder RAPHAEL Silver als dynamischen Loop, Trendkurve oder ASV Zielgrafik-Bildschirm anzeigen lassen (wenn sich RAPHAEL im ASV-Modus befindet).

5.4.1 Auswahl einer Kurve

Wählen Sie wie folgt eine Kurve, die angezeigt werden soll:

1. Drücken Sie die Taste Grafikauswahl, um das Fenster Grafikauswahl zu öffnen (Abbildung 5-5).
2. Wählen Sie den Kurventyp Druck/Zeit, Fluss/Zeit oder Volumen/Zeit, aktivieren Sie ihn und bestätigen Sie die Auswahl. Abbildung 5-1 ist ein Beispiel für eine Druck/Zeit-Kurve.

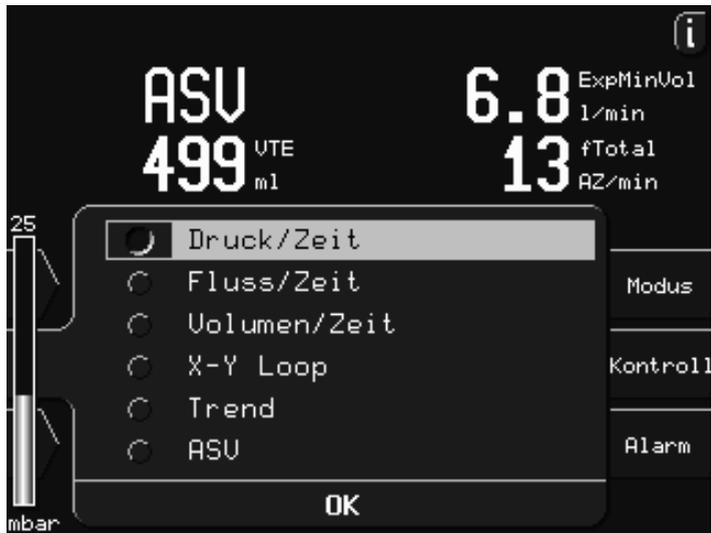


Abbildung 5-5. Fenster Grafikauswahl

5.4.2 Auswahl eines Loops



Wählen Sie wie folgt einen Echtzeit-Loop, der angezeigt werden soll:

1. Drücken Sie die Taste Grafikauswahl, um das Fenster Grafikauswahl zu öffnen (Abbildung 5-5).
2. Wählen Sie **X-Y Loop**, aktivieren Sie die Funktion und bestätigen Sie Ihre Auswahl.
3. Das Fenster Loopauswahl wird angezeigt (Abbildung 5-6). Wählen und aktivieren Sie die gewünschten Parameter für X- und Y-Achse und bestätigen Sie Ihre Auswahl. Der Loop wird angezeigt (Abbildung 5-7).

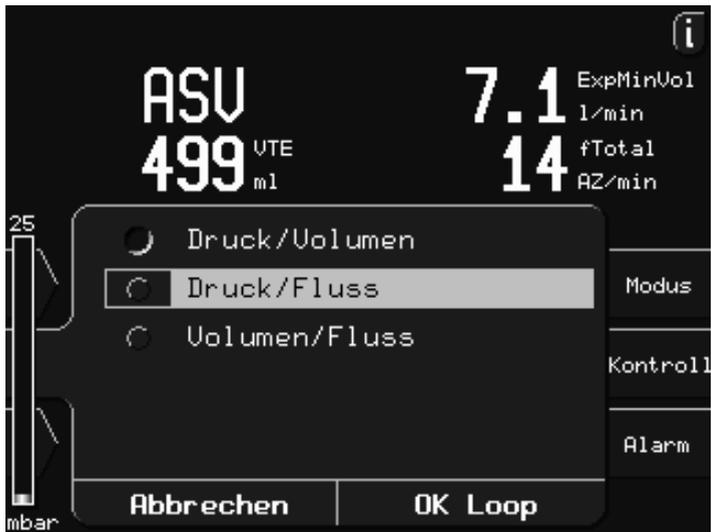


Abbildung 5-6. Fenster Loopauswahl

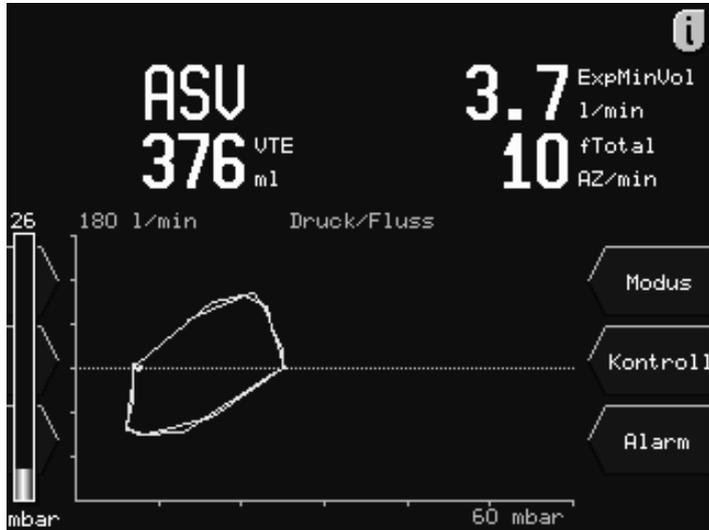


Abbildung 5-7. Loopbildschirm

5.4.3 Trends



Sie können Monitoring-Parameter als 1-, 12- oder 24-Stunden-Trend anzeigen und später die numerischen Werte an bestimmten Punkten auf der Trendkurve prüfen. Vom Beginn der Beatmung an speichert das Beatmungsgerät kontinuierlich die Monitoring-Parameter sowie die ASV-Parameter Pinsp und fKontroll. Somit stehen alle Parameter (außer fSpont) für die Trendfunktion zur Verfügung. Pinsp ist der Zieldruck (zusätzlich zu PEEP/CPAP), der während der Inspirationsphase appliziert wird.

5.4.3.1 Auswahl eines Trends

Wählen Sie wie folgt einen Parameter-Trend, der angezeigt werden soll:

1. Drücken Sie die Taste Grafikauswahl, um das Fenster Grafikauswahl zu öffnen (Abbildung 5-5).
2. Wählen Sie **Trend**, aktivieren Sie die Funktion und bestätigen Sie Ihre Auswahl.
3. Das Fenster Trendauswahl wird angezeigt (Abbildung 5-8). Wählen und aktivieren Sie das gewünschte Intervall und bestätigen Sie Ihre Auswahl.
4. Das Fenster Trendauswahl wird angezeigt (Abbildung 5-9). Wählen und aktivieren Sie den gewünschten Parameter und bestätigen Sie Ihre Auswahl.

HINWEIS:

In einigen Fällen wird die Trendfunktion automatisch für ein Parameterpaar zusammen durchgeführt (ExpMinVol und MV Spont, fTotal und fKontroll, Ppeak und PEEP/CPAP).



Abbildung 5-8. Fenster Trendauswahl



Abbildung 5-9. Fenster für die Trendparameterauswahl

Der Parameterverlauf wird als Trend angezeigt, beginnend beim letzten Start der Beatmung oder bei Auswahl von **Vorh. Einst.** für den Zeitraum, in dem diese Einstellungen verwendet wurden (Abbildung 5-10).

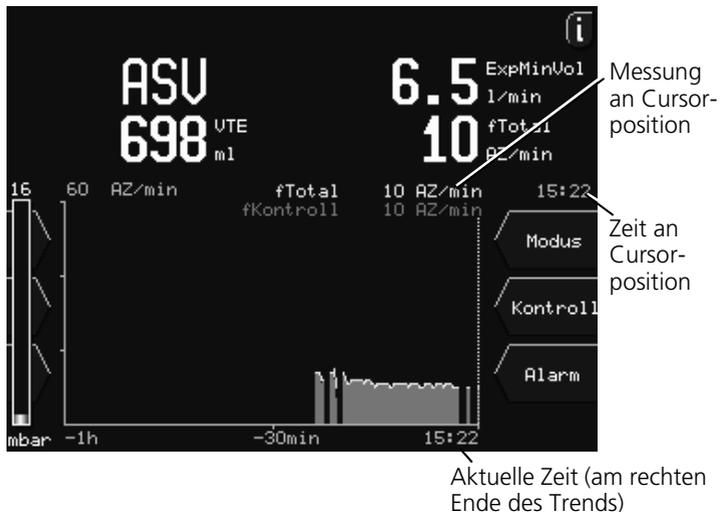


Abbildung 5-10. Trendbildschirm

5.4.3.2 Numerische Werte auf einer Trendkurve ansehen

Um den numerischen Wert für einen Punkt auf einer Trendkurve anzusehen, zeigen Sie den Trend an und drehen dann den Knopf, bis die gestrichelte Cursorlinie die Kurve am gewünschten Punkt schneidet. Der Wert wird auf dem Trendbildschirm (Abbildung 5-10) zusammen mit der Zeit, zu der er gemessen wurde, angezeigt.

5.4.4 Auswahl des ASV Zielgrafik-Bildschirms



Der ASV Zielgrafik-Bildschirm (Abbildung C-10), der nur im ASV-Modus verfügbar ist, zeigt, wie der ASV-Controller die Parameter in Richtung der Zielwerte bewegt. Es zeigt die Zielwerte und die aktuellen Werte der Parameter Tidalvolumen, Frequenz, Druck und Minutenvolumen an.

Der ASV Zielgrafik-Bildschirm wird wie folgt angezeigt:

1. Drücken Sie die Taste Grafikauswahl, um das Fenster Grafikauswahl zu öffnen (Abbildung 5-5).
2. Wählen Sie **ASV**, aktivieren Sie die Funktion und bestätigen Sie Ihre Auswahl.

Weitere Informationen zu ASV finden Sie in Anhang C, einschließlich Interpretation der Daten auf dem ASV Bildschirm.

5.5 Monitoring-Parameter

HINWEIS:

RAPHAEL misst bei kontrollierten und spontanen Atemzyklen und in allen Modi fortwährend und ohne Unterbrechung der Beatmung inspiratorische Resistance (R_{insp}), Compliance (C_{stat}) sowie AutoPEEP. Um diese Messwerte zu ermitteln, verwendet RAPHAEL die statistische Methode der kleinsten Quadrate (least squares fitting [LSF])¹. Diese Methode wird auf jeden Atemzyklus angewendet, ohne dass spezielle inspiratorische Flussprofile und Blockierungsmanöver erforderlich sind, vorausgesetzt der Patient ist entspannt oder fast entspannt.

Aktiv atmende Patienten können Artefakte oder Rauschen hervorrufen, was die Genauigkeit dieser Messungen beeinflussen kann. Um die Patientenbeteiligung bei diesen Messungen zu verringern, können Sie die Einstellung für P_{support} um 10 mbar erhöhen. Stellen Sie diese Kontrolle nach der Messung wieder auf ihre vorherige Einstellung zurück.

Tabelle 5-1 enthält eine alphabetische Liste der Monitoring-Parameter von RAPHAEL. Diese können im Fenster Numerische Patientendaten (Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3) angezeigt werden. Die Anzeige der Monitoring-Parameter wird mit jedem Atemzyklus aktualisiert.

¹ Giorgio A. Iotti, MD and Antonio Braschi, MD, *Measurements of Respiratory Mechanics during Mechanical Ventilation*. (Rhäzüns, Schweiz: HAMILTON MEDICAL Scientific Library, 1999), Art.-Nr. 689122.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche

Parameter	Definition	Bereich
AutoPEEP*	<p>Die Differenz zwischen gemessenem und eingestelltem PEEP. AutoPEEP ist der anormale Druck, der durch eingeschlossene Luft in den Alveolen aufgrund einer nicht ausreichenden Entleerung der Lunge erzeugt wird. Idealerweise sollte er gleich null sein. Er wird mit Hilfe der auf die Inspiration angewendete LSF-Methode berechnet.</p> <p>Bei vorhandenem AutoPEEP besteht die Gefahr eines Volu- oder Barotraumas. Bei aktiv atmenden Patienten kann AutoPEEP eine zusätzliche Anstrengung für den Patienten bedeuten.</p> <p>AutoPEEP oder Air Trapping treten auf, wenn die Expirationsphase zu kurz ist. Die Expirationsphase kann unter folgenden Umständen zu kurz sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abgegebenes Tidalvolumen zu hoch • Expirationszeit zu kurz oder Atemfrequenz zu hoch • Impedanz des Beatmungsschlauchsystems zu hoch • Blockierung des Expirationswegs 	0 bis 100 mbar

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Cstat*	<p>Die statische Compliance des Atemsystems, einschließlich Lungen- und Brustwand-Compliance. Wird mit Hilfe der LSF-Methode berechnet. Mit Hilfe von Cstat können Veränderungen der elastischen Eigenschaften der Lunge des Patienten diagnostiziert werden.</p> <hr/> <p>HINWEIS:</p> <p>Aktiv atmende Patienten können Artefakte oder Rauschen hervorrufen, was die Genauigkeit dieser Messungen beeinflussen kann. Um die Patientenbeteiligung bei diesen Messungen zu verringern, können Sie die Einstellung für Psupport um 10 mbar erhöhen. Stellen Sie diese Kontrolle nach der Messung wieder auf ihre vorherige Einstellung zurück.</p> <hr/>	0 bis 999 ml/mbar
ExpMinVol*	<p>Expirationsminutenvolumen. Der fortlaufend gemessene Durchschnitt des Expirationsvolumen pro Minute der letzten 8 Atemhübe; der Wert wird nach jedem Atemhub aktualisiert. Wird anhand der Flow Sensormessung ermittelt.</p> <p>Löst der Patient oder Bediener in den Modi (S)CMV+ oder PCV+ einen Atemhub aus, steigen die gemessenen Werte für fTotal und ExpMinVol.</p>	0 bis 50 l/min
ExpFluss	Expiratorischer Peakflow.	0 bis 180 l/min

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
fSpont	<p>Spontanatemfrequenz. Der fortlaufend gemessene Durchschnitt der druckgestützten und durch den Flow gesteuerten spontanen Atemzüge pro Minute, gemessen anhand der letzten 8 Atemzüge.</p> <p>Ein erhöhter Wert für fSpont kann anzeigen, dass der Patient eine geringe Compliance kompensiert. Dies kann auf eine respiratorische Ermüdung aufgrund der erzwungenen Atemarbeit hinweisen.</p>	0 bis 99 AZ/min
fTotal	<p>Maximale Atemfrequenz. Der fortlaufend gemessene Durchschnitt der Gesamtatemfrequenz der letzten 8 Atemhübe; umfasst sowohl kontrollierte als auch spontane Atemhübe. Wird bei jedem Atemhub aktualisiert.</p> <p>Löst der Patient oder Bediener in den Modi (S)CMV+ oder PCV+ einen Atemhub aus, steigt der Wert für fTotal über den der Frequenzeinstellung.</p>	0 bis 99 AZ/min
I:E	<p>Verhältnis Inspiration:Expiration. Verhältnis zwischen der Inspirations- und Expirationszeit des Patienten bei jedem Atemzyklus. Umfasst kontrollierte und spontane Atemhübe. I:E kann vom eingestellten I:E-Verhältnis abweichen, wenn der Patient spontan atmet. I:E wird in den Modi DuoPAP und APRV nicht angezeigt.</p>	9,9:1 bis 1:9,9
InspFluss*	Inspiratorischer Peakflow, spontan oder kontrolliert.	0 bis 180 l/min

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Leckage	<p>Angabe der Leckage in Prozent. Der Prozentsatz des abgegebenen inspiratorischen Volumens (VTI), das nicht während der Expiration zurückgeführt wird. Er berechnet sich aus der Messung am Flow Sensor und wird über die letzten 8 Atemhübe gemittelt.</p> <p>Leckage kann Leckagen auf der Patientenseite des Flow Sensors (Endotrachealtubus, Thoraxdrainage) anzeigen. Es umfasst nicht die Leckage zwischen dem Beatmungsgerät und dem Flow Sensor.</p>	0 bis 100 %
MV Spont*	<p>Spontanes Expirationsminutenvolumen. Der fortlaufend gemessene Durchschnitt des Expirationsvolumens pro Minute für spontane Atemzüge, gemessen anhand der letzten 8 kontrollierten Atemhübe und spontanen Atemzüge.</p>	0 bis 50 l/min
PEEP/CPAP	<p>Monitoring-Parameter PEEP (positiver endexpiratorischer Druck)/CPAP (kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck). Der Atemwegsdruck am Ende der Expiration.</p> <p>Der gemessene PEEP/CPAP kann leicht vom eingestellten PEEP/CPAP abweichen, besonders bei aktiv atmenden Patienten.</p>	-10 bis 100 mbar
Pinsp	<p>Inspirationsdruck, der Zieldruck (zusätzlich zu PEEP/CPAP), der während der Inspirationsphase appliziert wird. Verfügbar im ASV-Modus und in Trends.</p>	0 bis 75 mbar

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Pmittel	Mittlerer Atemwegsdruck. Der absolute Druck gemittelt über den Atemzyklus oder bei DuoPAP/ APRV über einen gesamten Zyklus mit hoher Phase (T hoch) und niedriger Phase. Pmittel ist ein wichtiger Indikator für die mögliche Auswirkung des verabreichten positiven Drucks auf die Hämodynamik und die umliegenden Organe.	-10 bis 100 mbar
Ppeak	Spitzendruck im Atemweg des Patienten. Höchster Druck während des letzten Atemzyklus. Er wird durch die Atemwegs-Resistance und -Compliance beeinflusst. Dieser Wert kann aufgrund der von RAPHAEL durchgeführten Kompensation des Beatmungsschlauchsystems höher als erwartet ausfallen. Außerdem kann er bei hohem Atemwegsflow bedeutend vom Alveolardruck abweichen. Der Wert Ppeak wird direkt vom Flow Sensor gemessen.	-10 bis 100 mbar

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich										
RCexp*	<p>Expiratorische Zeitkonstante. Die Entleerungsdauer der Lungen ergibt sich wie folgt:</p> <table border="0"> <tr> <td>Aktuelle TE</td> <td>% geleert</td> </tr> <tr> <td>1 x RCexp</td> <td>63 %</td> </tr> <tr> <td>2 x RCexp</td> <td>86,5 %</td> </tr> <tr> <td>3 x RCexp</td> <td>95 %</td> </tr> <tr> <td>4 x RCexp</td> <td>98 %</td> </tr> </table> <p>Wird berechnet aus 75 % VTE und dem Flow bei 75 % VTE.</p> <p>Bei Erwachsenen zeigt ein RCexp-Wert über 1,2 s eine Atemwegsblockierung an, ein Wert unter 0,5 s deutet auf eine schwere Atmungseinschränkung hin.</p> <p>Verwenden Sie RCexp, um die optimale TE einzustellen (Ziel: $TE \geq 3 \times RCexp$)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei passiven Patienten: Frequenz und I:E-Verhältnis anpassen • Bei aktiven Patienten: Psupport und/oder ETS erhöhen, um eine längere TE zu erreichen. <p>Diese Maßnahmen können das Auftreten von AutoPEEP verringern.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Der ASV-Controller verwendet RCexp, um die optimale Atemfrequenz und die minimale Expirationszeit zu bestimmen.</p> </div> </div>	Aktuelle TE	% geleert	1 x RCexp	63 %	2 x RCexp	86,5 %	3 x RCexp	95 %	4 x RCexp	98 %	0 bis 10 s
Aktuelle TE	% geleert											
1 x RCexp	63 %											
2 x RCexp	86,5 %											
3 x RCexp	95 %											
4 x RCexp	98 %											

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
Rinsp*	<p>Resistance gegenüber dem inspiratorischen Flow, die während der Inspiration durch den Endotrachealtubus und die Atemwege des Patienten hervorgerufen wird. Sie wird mit Hilfe der auf die Inspirationsphase angewendete LSF-Methode berechnet.</p> <hr/> <p>HINWEIS: Aktiv atmende Patienten können Artefakte oder Rauschen hervorrufen, was die Genauigkeit dieser Messungen beeinflussen kann. Um die Patientenbeteiligung bei diesen Messungen zu verringern, können Sie die Einstellung für Psupport um 10 mbar erhöhen. Stellen Sie diese Kontrolle nach der Messung wieder auf ihre vorherige Einstellung zurück</p> <hr/>	0 bis 999 mbar/l/s
Sauerstoff	<p>Sauerstoffkonzentration des abgegebenen Gas- oder Luftgemisches. Wird von der Sauerstoffzelle der Inspirationspneumatik gemessen.</p> <p>Dieser Parameter wird nicht angezeigt, wenn die Sauerstoffzelle nicht eingesetzt oder defekt ist.</p>	18 bis 105 %
TE	<p>Expirationszeit. Bei kontrollierten Atemhüben wird der Parameter TE vom Start der Expiration an gemessen, bis das eingestellte Intervall für den Wechsel zur Inspiration abgelaufen ist. Bei spontanen Atemzügen wird der Parameter TE vom Start der Expiration an (vorgegeben durch die Einstellung für ETS) gemessen, bis der Patient die nächste Inspiration triggert. TE kann von der eingestellten Expirationszeit abweichen, wenn der Patient spontan atmet. TE wird in den Modi DuoPAP und APRV nicht angezeigt.</p>	0 bis 60 s

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Tabelle 5-1. Monitoring-Parameter und Bereiche (Forts.)

Parameter	Definition	Bereich
TI	<p>Inspirationszeit. Tatsächliche Inspirationszeit des Patienten, wird bei jedem Atemhub (kontrolliert oder spontan) aktualisiert.</p> <p>Bei kontrollierten Atemhüben wird der Parameter TI vom Start der Atemhubabgabe an gemessen, bis das eingestellte Intervall für den Wechsel zur Expiration abgelaufen ist.</p> <p>Bei spontanen Atemzügen wird TI vom Zeitpunkt der Patiententriggerung an gemessen, bis der Flow auf die ETS-Einstellung fällt, wodurch das Ende der Inspiration angezeigt wird.</p> <p>TI kann von der eingestellten Inspirationszeit abweichen, wenn der Patient spontan atmet. TI wird in den Modi DuoPAP und APRV nicht angezeigt.</p>	0 bis 30 s
VTE*	<p>Expirationstidalvolumen. Volumen, das vom Patienten expiriert wird. Wird anhand der Flow Sensormessung ermittelt. Da der Parameter am Y-Stück gemessen wird, verfälschen Volumenverluste aufgrund von Lecks oder einer Kompromierung im Inneren des Beatmungsschlauchsystems die Messung nicht.</p> <p>Wenn eine Gasleckage auf Patientenseite vorhanden ist, kann der angezeigte VTE-Wert niedriger sein als das Tidalvolumen, das der Patient tatsächlich erhält.</p>	-9000 bis 9000 ml

* Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge im NIV-Modus kann dieser Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

6 Behebung von Alarmen

6.1	Einleitung	6-2
6.2	Vorgehen bei Auftreten eines Alarms	6-3
6.3	Logbuch	6-5
6.4	Alarmer und andere Meldungen	6-7

6.1 Einleitung

Treten Probleme auf, informiert RAPHAEL den Bediener durch optische und akustische Alarme. Diese Alarme werden in die Kategorien Hohe, Mittlere und Niedrige Priorität sowie Technischer Fehler unterteilt. Jeder Fehlertyp verfügt über ein eigenes optisches und akustisches Signal (siehe Tabelle 6-1).

Wird ein Alarm ausgelöst, ertönt ein akustisches Signal und die rote Anzeige auf der Taste Alarmstummuschaltung beginnt zu blinken. Die Alarmmeldung wird in der obersten Bildschirmzeile (Meldungszeile) oder über den gesamten Bildschirm (Technischer Fehler) angezeigt. Sind mehrere Meldungen gleichzeitig aktiv, werden nur die Meldungen mit der höchsten Priorität angezeigt. Gibt es mehrere Meldungen derselben Priorität, werden diese Meldungen im Wechsel angezeigt. (Sind beispielsweise zwei Meldungen hoher Priorität aktiv, werden diese abwechselnd angezeigt und Meldungen mittlerer und niedriger Priorität werden nicht angezeigt.) Meldungen für alle Alarme werden im Logbuch gespeichert.

Ist der Alarm so gravierend, dass unter Umständen die Beatmung gefährdet werden kann, wechselt RAPHAEL zusätzlich zum Umgebungsstatus („Ambient State“). Die Umgebungs- und Expirationsventile werden geöffnet, so dass der Patient ohne Unterstützung die Raumluft atmen kann.

Sie können die Lautstärke der akustischen Alarme einstellen; siehe Kapitel 3.2.4.

6.2 Vorgehen bei Auftreten eines Alarms

Führen Sie bei Auftreten eines Alarms folgende Schritte aus:

1. Überprüfen Sie den Patienten.
2. Schalten Sie, wenn möglich, den Alarm stumm.
3. Korrigieren Sie den alarmauslösenden Zustand mit Hilfe der Tabelle 6-2. Öffnen Sie das Logbuch, um aufgehobene Alarmergebnisse anzuzeigen (Kapitel 6.3). Diese Informationen helfen Ihnen eventuell bei der Fehlerbehebung. Wiederholen Sie alle anwendbaren Tests und überprüfen Sie, ob diese erfolgreich verlaufen.

HINWEIS:

Ist der alarmauslösende Umstand beseitigt, hebt RAPHAEL automatisch den Alarm wieder auf. Im Logbuch können Sie überprüfen, welche Alarmergebnisse vom Gerät aufgehoben wurden.

Tabelle 6-1. Alarmkategorien

Kategorie	Optischer Alarm	Akustischer Alarm	Was Sie tun müssen
Hohe Priorität	 Weiße Meldung auf rotem Hintergrund Blinkende Meldung (andere Modelle)	Folge von Pieptönen (3 Töne, dann 2), die solange wiederholt werden, bis der Alarm aufgehoben ist. Wird der akustische Alarm nicht während der ersten Minute aufgehoben, ertönt auch der Backup-Signalton.	Die Sicherheit des Patienten ist gefährdet. Das Problem muss sofort vom behandelnden Arzt gelöst werden.
Mittlere Priorität	 Schwarze Meldung auf gelbem Hintergrund Meldung blinkt nicht (andere Modelle)	Eine Folge von 3 Pieptönen wird in Intervallen wiederholt. Wird der akustische Alarm nicht während der ersten Minute aufgehoben, ertönt auch der Backup-Signalton ohne Unterbrechung.	Das Problem muss unverzüglich vom behandelnden Arzt behoben werden.

Tabelle 6-1. Alarmkategorien (Forts.)

Kategorie	Optischer Alarm	Akustischer Alarm	Was Sie tun müssen
Niedrige Priorität	 Schwarze Meldung auf gelbem Hintergrund Meldung blinkt nicht (andere Modelle)	Zwei Pieptonfolgen. Werden nicht wiederholt.	Beachten Sie, dass sich der Patientenstatus möglicherweise geändert hat.
Mitteilung für den Benutzer	 Weiße Meldung auf blauem Hintergrund Meldung blinkt nicht (andere Modelle)	Keiner	Befolgen Sie die Anweisungen am Bildschirm.
Technischer Fehler	Meldung, die sich über den gesamten Bildschirm erstreckt  Weiße Meldung auf rotem Hintergrund	Dauerton. Dieser akustische Alarm kann nicht stumm geschaltet werden.	Stellen Sie alternative Beatmungsmöglichkeiten bereit. Schalten Sie das Beatmungsgerät aus. Lassen Sie das Beatmungsgerät warten.

WARNUNG

Bei einem technischen Fehler wechselt das Beatmungsgerät zum Umgebungsstatus. Diskonnektieren Sie den Patienten sofort vom Beatmungsgerät und stellen Sie die Beatmung durch eine andere Beatmungsquelle sicher, um körperliche Schäden schon im Vorfeld zu vermeiden. Verständigen Sie den Service.

6.3 Logbuch

Bei Auswahl von **Vorh. Einst.** enthält das Logbuch Informationen zu Alarmen des Beatmungsgeräts und Änderungen an den Einstellungen (einschließlich Datum und Uhrzeit), die seit dem Start von RAPHAEL aufgetreten sind, für den Zeitraum, in dem diese Einstellungen verwendet wurden.

Schließen Sie alle geöffneten Fenster, um das Logbuch zu öffnen. Dadurch wird das Logbuchsymbol markiert (Abbildung 6-1). Drücken Sie den Knopf, um das Logbuch zu öffnen. Das zuletzt aufgetretene Ereignis wird oben angezeigt. Wählen Sie den Aufwärts- oder Abwärts Pfeil durch Drehen des Knopfs. Drücken Sie den Knopf wiederholt, um wie gewünscht vor oder zurück zu blättern. Wählen und aktivieren Sie **OK**, um das Logbuch zu schließen.

HINWEIS:

Im Konfigurationsmodus können Sie eine erweiterte Version des Logbuchs mit bis zu 1000 Ereignissen anzeigen, das auch Ereignisse vor dem Start des Beatmungsgeräts umfasst (siehe Kapitel E.8). Die erweiterte Version enthält keine zusätzlichen Informationen zu diesen Ereignissen.

Meldungs-
zeile

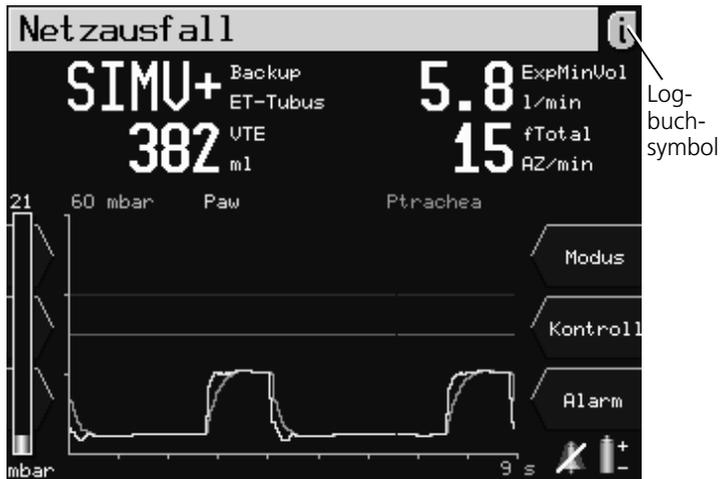
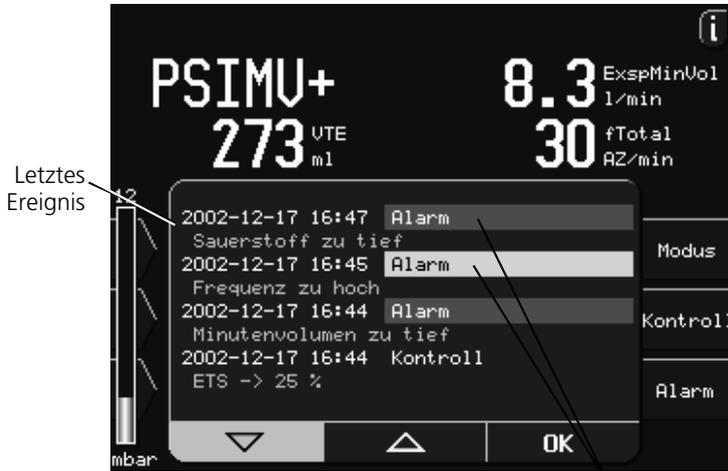


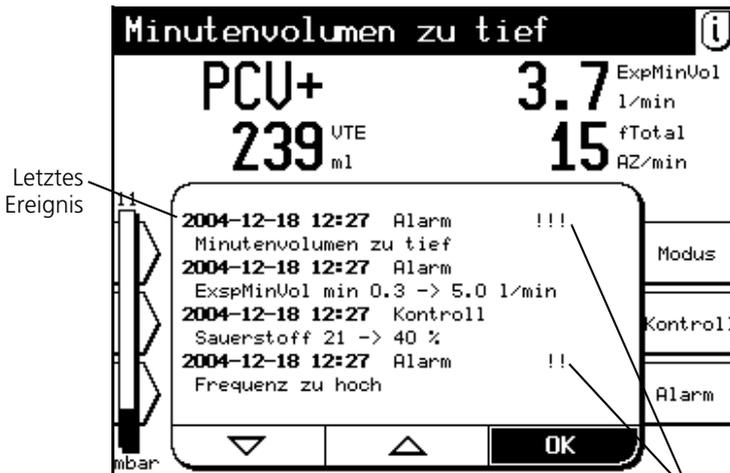
Abbildung 6-1. Logbuchsymbol



Alarmpriorität (rot = hohe Priorität, gelb = niedrige oder mittlere Priorität, weiß auf blau = Mitteilung für den Benutzer)



a. RAPHAEL XTC oder RAPHAEL Color



Alarmpriorität (3 = hoch, 2 = mittel, 1 = niedrig)



a. RAPHAEL Silver oder Grundmodell RAPHAEL

Abbildung 6-2. Logbuch

6.4 Alarme und andere Meldungen

Tabelle 6-2 enthält alle Alarme und Meldungen, die von RAPHAEL angezeigt werden.

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
100% O ₂ aktiviert	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Die Funktion 100% O ₂ wurde ausgewählt.	Nichts.
Apnoe	<i>Hohe Priorität.</i> Im Modus SPONT, SIMV+, PSIMV+, DuoPAP, APRV oder NIV wurde während der vom Bediener eingestellten Apnoe-Zeit kein Atemhub abgegeben. Die Funktion Apnoe Backup ist deaktiviert.	Überprüfen Sie den Patienten. Prüfen Sie, ob der Patient auf kontrollierte Beatmung umgestellt werden kann, oder erhöhen Sie die maschinelle Beatmungsfrequenz.
Apnoe-beatmung beendet	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Der Backup-Modus wurde zurückgesetzt (durch den Bediener oder durch die Triggerung von zwei Atemhüben durch den Patienten); RAPHAEL kehrt in den ursprünglichen Beatmungsmodus zurück (vor Apnoe).	Keine Maßnahme erforderlich.
Apnoe-beatmung aktiv	<i>Niedrige Priorität.</i> Im Modus SPONT, SIMV+, PSIMV+, DuoPAP, APRV oder NIV wurde während der eingestellten Apnoe-Zeit kein Atemhub abgegeben. Die Funktion Apnoe Backup ist eingeschaltet.	Ändern Sie die Kontrolleinstellungen oder drücken Sie Reset , um zum vorherigen Modus und den dazugehörigen Einstellungen zurückzukehren.
	<i>Hohe Priorität.</i> Die Apnoe-beatmung war zwei Minuten lang aktiviert, und der Benutzer hat die Einstellungen nicht bestätigt.	Ändern Sie die Kontrolleinstellungen oder drücken Sie Reset , um zum vorherigen Modus und den dazugehörigen Einstellungen zurückzukehren.

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
ASV: Druck- limitierung 	<i>Niedrige Priorität.</i> Der vom Bediener eingestellte Pasvlimit ist zu niedrig oder %MinVol ist zu hoch und das Beatmungsgerät kann das berechnete Ziel-Tidalvolumen nicht abgeben. Für eine ordnungsgemäße Funktion des ASV-Controller muss Pasvlimit mindestens 15 mbar über PEEP/CPAP liegen.	Überprüfen Sie den Patienten. Prüfen Sie die Möglichkeit einer Absaugung oder einer anderen Therapie. Überprüfen Sie die Kontrolleinstellungen. Erhöhen Sie Pasvlimit auf einen angemessenen Wert.
ASV: Zielwert unerreichbar 	<i>Niedrige Priorität.</i> Das vom Bediener eingestellte %MinVol kann nicht abgegeben werden, möglicherweise liegen Einstellungskonflikte vor.	Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie die Kontrolleinstellungen. Verringern Sie die %MinVol-Einstellung oder erhöhen Sie Pmax auf einen angemessenen Wert. Prüfen Sie die Möglichkeit einer Absaugung oder einer anderen Therapie. <hr/> HINWEIS: Die Informationen des ASV Zielgrafik-Bildschirms können Ihnen bei der Behebung des Alarms helfen.
Ausfall Lüfter	<i>Hohe Priorität.</i> Fehlfunktion des Lüfters auf der Rückseite von RAPHAEL. <hr/> WARNUNG Eine Fehlfunktion des Lüfters kann zu einer Sauerstoffanreicherung im Inneren des Beatmungsgeräts – und somit zu einer erhöhten Brandgefahr – führen.	Trennen Sie den Patienten vom Beatmungsgerät. Verständigen Sie den Service.

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Batterie-ladung niedrig	<i>Hohe Priorität.</i> Die aufladbaren Batterien reichen nur noch für 10 Minuten. Wird angezeigt, wenn das Beatmungsgerät über die aufladbaren Batterien mit Strom versorgt wird.	Schließen Sie RAPHAEL an die Wechselstromversorgung an.
	<i>Niedrige Priorität.</i> Die aufladbaren Batterien reichen nur noch für 10 Minuten. Wird angezeigt, wenn das Beatmungsgerät mit Wechselstrom versorgt wird.	Nur zur Information. Die Batterien werden automatisch aufgeladen, wenn RAPHAEL an die Wechselstromversorgung angeschlossen ist.
Dichtheits-test OK	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Der Dichtheitstest ist erfolgreich verlaufen.	Nichts.
Diskonnek-tiere Patient	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Anweisung, die zu Beginn des Flow Sensor- und Dichtheits-tests angezeigt wird.	Diskonnectiere Patient vom Schlauchsystem. Befolgen Sie die angezeigten Anweisungen.
Diskonnek-tion	<i>Hohe Priorität.</i> RAPHAEL hat festgestellt, dass das Beatmungsschlauchsystem diskonnektiert ist; oder falls die Flow-Messung deaktiviert ist, hat das Gerät festgestellt, dass am blauen Flow Sensor-Stecker kein Druck anliegt.	Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie das Beatmungsschlauchsystem. Überprüfen Sie die Gaszufuhr. Ist die Flow-Messung deaktiviert (Alarm Flussmessung inaktiv), vergewissern Sie sich, ob zwischen dem Y-Stück und dem blauen Flow Sensor-Stecker eine Druckmessleitung eingesetzt ist.

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Diskonnektion unterdrückt	<p><i>Niedrige Priorität.</i> Ein Alarm Diskonnektion wurde ausgelöst, aber vom Benutzer für bis zu drei Minuten mit der Taste Kontrollierter Atemhub unterdrückt. Wenn ein Diskonnektionsalarm unterdrückt wird, kann das Beatmungsgerät Atemhübe abgeben. Die Diskonnektionsunterdrückung ist besonders nützlich, wenn der Benutzer den NIV-Modus starten möchte, aber die Maske noch nicht korrekt angebracht wurde.</p>	<p>Überprüfen Sie, ob der Patient ausreichend beatmet wird. Überprüfen Sie das Beatmungsschlauchsystem auf Dichtheit. Bei der Beatmung im NIV-Modus bringen Sie die Maske ordnungsgemäß am Patienten an und drücken dann erneut die Taste Kontrollierter Atemhub, um die Unterdrückung zu deaktivieren. Wenn der Alarm Diskonnektion weiterhin besteht, prüfen Sie, ob auf einen invasiven Modus umgestellt werden kann.</p>
Druck zu hoch	<p><i>Hohe Priorität.</i> Der gemessene Inspirationsdruck ist $\geq P_{max}$. RAPHAEL vermindert den Druck so lange, bis er wieder auf dem PEEP/CPAP-Niveau liegt.</p>	<p>Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie, ob das Beatmungsschlauchsystem oder die Schläuche des Flow Sensors geknickt oder verstopft sind.</p>
Druck zu hoch / Seufzer	<p><i>Niedrige Priorität.</i> Der gemessene Inspirationsdruck während eines Seufzers ist $\geq P_{max}$. Der Seufzer wird nur zum Teil abgegeben.</p>	<p>Überprüfen Sie die Einstellung für Pmax oder deaktivieren Sie die Seufzerfunktion.</p>
Drucklimitierung	<p><i>Mittlere Priorität vor dem Stummschalten; niedrige Priorität nach dem Stummschalten.</i> P_{insp} + PEEP/CPAP liegt 10 mbar unter P_{max}. Die Volumenabgabe ist in den Modi (S)CMV+ und SIMV+ begrenzt. Die eingestellten Werte für P_{kontroll} und P_{support} können nicht erreicht werden.</p>	<p>Überprüfen Sie, ob der Patient ausreichend beatmet wird. Überprüfen Sie die Einstellungen des Beatmungsgeräts und den Alarmgrenzwert.</p>

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Ersetze Uhren-batterie	<i>Mittlere Priorität.</i> Die Batterie der Echtzeituhr ist erschöpft, aber RAPHAEL kann noch verwendet werden.	Verständigen Sie den Service.
Flow Sensor fehlt	<i>Hohe Priorität.</i> RAPHAEL meldet, dass der Flow Sensor nicht gefunden werden kann; gleichzeitig ist die Flow-Messung aktiviert. RAPHAEL wechselt zum Modus PCV+.	Stellen Sie sicher, dass die Flow Sensor-Schläuche angeschlossen sind (blauer Schlauch zum Patienten). Überprüfen Sie die neuen Kontrolleinstellungen für PCV+, und bestätigen Sie die Modusänderung. Installieren Sie ggf. einen Flow Sensor und führen Sie den Flow Sensor-Test durch.
Flow Sensor Test fehlerhaft	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Der Flow Sensor-Test ist fehlgeschlagen.	Wiederholen Sie den Test. Schlägt auch der zweite Test fehl, müssen Sie einen neuen Flow Sensor installieren.
Flow Sensor Test läuft	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Der Test wird gerade durchgeführt.	Warten Sie.
Flow Sensor Test OK	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Der Flow Sensor-Test ist erfolgreich verlaufen.	Nichts.
Flow Sensor wenden	<i>Hohe Priorität.</i> Die Anschlüsse des Flow Sensors sind vertauscht worden.	Drehen Sie den Flow Sensor um. Die blaue Sensorleitung verläuft zur Patientenseite des Flow Sensors und muss mit dem blauen Anschluss am Gerät verbunden sein. Die transparente Sensorleitung verläuft in der Nähe des Beatmungsgeräts und muss mit dem weißen Stecker verbunden sein.
	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Anweisung, die während des Flow Sensor-Tests angezeigt wird.	Drehen Sie den Flow Sensor um.

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Flussmessung inaktiv	<p><i>Niedrige Priorität.</i> Die Flow-Messung (Volumen-Monitoring) ist ausgeschaltet. RAPHAEL kann lediglich die Beatmung im Modus PCV+ sicherstellen, jedoch ohne Patiententriggierung, Monitoring oder Flow- und Volumenalarne.</p> <p>Stellen Sie bei deaktivierter Flow-Messung sicher, dass zwischen dem Y-Stück und dem blauen Flow Sensor-Stecker eine Druckmessleitung eingesetzt ist. Stellt das Beatmungsgerät fest, dass kein Druck am blauen Sensorstecker anliegt, löst es den Alarm Diskonnektion aus.</p> <hr/> <p>WARNUNG</p> <p>Vergewissern Sie sich, dass die Flow-Messung stets aktiviert ist, um Verletzungen des Patienten durch nicht-funktionelle Alarme und durch das Monitoring zu vermeiden. Damit die Monitoring- und Alarmfunktionen von RAPHAEL uneingeschränkt zur Verfügung stehen, müssen Sie beim Konfigurieren des Beatmungsgeräts die Flow-Messung und das Sauerstoff-Monitoring aktivieren.</p> <hr/>	Konfigurieren Sie die Flow-Messung des Beatmungsgeräts neu und schließen Sie den Flow Sensor mit dem blauen Schlauch zum Patienten an.
Frequenz zu hoch	<p><i>Mittlere Priorität.</i> Der gemessene Wert für fTotal ist \geq als der eingestellte Alarmgrenzwert.</p>	Überprüfen Sie den Patienten.

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Frequenz zu tief	<i>Mittlere Priorität.</i> Der gemessene Wert für f_{Total} ist \leq der eingestellte Grenzwert.	Überprüfen Sie den Patienten. Stellen Sie den Alarmgrenzwert für f_{Total} ein. Wenn sich das Beatmungsgerät im ASV-Modus befindet, überprüfen Sie die Einstellungen %MinVol und KGewicht. Erwägen Sie eine Absaugtherapie, überprüfen Sie das System auf einen geknickten ET-Tubus, oder erwägen Sie die Möglichkeit von akutem Asthma.
IRV	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Das gemessene oder eingestellte I:E-Verhältnis ist größer als 1:1, was zu einer Beatmung im umgekehrten Verhältnis führt. Deaktiviert im Modus DuoPAP und APRV.	Überprüfen Sie die Einstellungen des I:E-Verhältnisses und der Frequenz.
Luftzufuhr	<i>Hohe Priorität.</i> Der Eingangsdruck der komprimierten Luft beträgt < 200 kPa (29 psi) oder die Luftzufuhr wird vom Gerät nicht gefunden. RAPHAEL beatmet den Patienten mit 100%igem Sauerstoff. (Der Alarm wird nicht ausgelöst, wenn die Sauerstoffeinstellung 100 % gewählt wurde.)	Überprüfen Sie die Luftzufuhr. Erhöhen Sie den Druck der Luftzufuhr.
Minutenvolumen zu hoch	<i>Hohe Priorität.</i> Das gemessene Minutenvolumen ist \geq als der eingestellte Alarmgrenzwert.	Überprüfen Sie, ob der Patient hyperventiliert.

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Minutenvolumen zu tief	<i>Hohe Priorität.</i> Das gemessene Minutenvolumen ist kleiner oder gleich dem eingestellten Alarmgrenzwert.	Überprüfen Sie, ob der Patient ausreichend beatmet wird. Erhöhen Sie die Werte für Frequenz, VT oder Psupport.
Netzausfall	<i>Zunächst hohe Priorität, dann niedrige Priorität nach Stumm-schaltung.</i> RAPHAEL aktiviert aufgrund eines Ausfalls der Wechselstromversorgung den Batteriebetrieb. Die aufladbare Batterie reicht in der Regel für 60 Minuten.	Schalten Sie den Alarm stumm; in diesem Fall wird mit der Taste Alarmstumm-schaltung der Alarm permanent stumm geschaltet. Dem Alarm mit hoher Priorität wird anschließend die Kategorie „niedrige Priorität“ zugeordnet. Treffen Sie Vorkehrungen für einen Stromausfall. Stellen Sie alternative Beatmungsmöglichkeiten bereit. Überprüfen Sie die Wechselstromversorgung.
O ₂ Kalibration fehlerhaft	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Während der Kalibration wurde festgestellt, dass die Sauerstoffzelle erschöpft ist.	Wiederholen Sie die Kalibration. Tauschen Sie die Sauerstoffzelle aus. Ist die Sauerstoffzelle neu, überprüfen Sie die Anschlüsse und Qualität der Sauerstoffzufuhr.
O ₂ Kalibration läuft	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Die Sauerstoffkalibration wird gerade durchgeführt.	Warten Sie.
O ₂ Kalibration OK	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Die Sauerstoffkalibration ist erfolgreich verlaufen.	Nichts.

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
O2 Zelle defekt	<p><i>Hohe Priorität.</i> Eine dieser Aussagen ist korrekt: Der angezeigte Sauerstoffwert liegt zwischen 3 und 18 % oder über 104 % und das Sauerstoff-Monitoring ist aktiviert. Die Kalibration der Sauerstoffzelle ist fehlgeschlagen und Sauerstoff ist verfügbar.</p>	<p>Rekalibrieren Sie die Sauerstoffzelle. Setzen Sie eine neue Sauerstoffzelle ein oder nehmen Sie die Zelle vollständig aus dem Gerät. Wenn Sie die Sauerstoffzelle aus dem Gerät nehmen, wird der Alarm o2 Zelle fehlt mit niedriger Priorität ausgelöst.</p>
O2 Zelle fehlt	<p><i>Niedrige Priorität.</i> Das Gerät erhält kein Signal von der Sauerstoffzelle.</p>	<p>Setzen Sie eine neue Sauerstoffzelle ein oder verwenden Sie ein externes Überwachungsgerät, das der Norm ISO 7767 entspricht.</p>
Obstruktion Expiration	<p><i>Hohe Priorität.</i> Der endexpiratorische Druck ist \geq (eingestellter PEEP + 5 mbar).</p>	<p>Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie, ob der Expirationsschenkel verstopft ist. Überprüfen Sie, ob die Flow Sensorschläuche verstopft sind. Verständigen Sie den Service.</p>
Sauerstoff- und Luftzufuhr	<p><i>Hohe Priorität.</i> Der Eingangsdruck der komprimierten Luft und des Sauerstoffs liegen unter 200 kPa (29 psi). Der Patient kann über das Umgebungsluftventil Raumluft atmen.</p>	<p>Stellen Sie alternative Beatmungsmöglichkeiten bereit. Überprüfen Sie die Luft- und Sauerstoffzufuhr oder schließen Sie alternative Druckluft- und Sauerstoffquellen an das Beatmungsgerät an (den VENTILAIR^{II} Kompressor bzw. Sauerstoffflaschen).</p>

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Sauerstoff zu hoch	<i>Hohe Priorität.</i> Die gemessene Sauerstoffkonzentration liegt ≥ 5 % über der eingestellten Sauerstoffkonzentration. Dieser Alarm ist 1 Minute lang nach Neueinstellen der Sauerstoffkontrolle deaktiviert.	Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie die Luftzufuhr. Überprüfen Sie die Sauerstoffzelle. Kalibrieren Sie sie.
Sauerstoff zu tief	<i>Hohe Priorität.</i> Die gemessene Sauerstoffkonzentration liegt 5 % unter der eingestellten Sauerstoffkonzentration. Dieser Alarm wird 1 Minute lang nach Neueinstellen der Sauerstoffkontrolle deaktiviert.	Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie die Sauerstoffzufuhr. Überprüfen Sie die Sauerstoffzelle. Kalibrieren Sie es. Tauschen Sie die Sauerstoffzelle aus, wenn sie erschöpft ist. Stellen Sie bei Bedarf eine Beatmungsalternative bereit.
Sauerstoff-Monitoring inaktiv	<i>Niedrige Priorität.</i> Das Sauerstoff-Monitoring wurde bei der Konfiguration des Beatmungsgeräts deaktiviert.	Aktivieren Sie die Stummschaltung bei Bedarf, um die Meldung zu löschen.
<div style="background-color: black; color: white; padding: 2px; text-align: center;">WARNUNG</div> <ul style="list-style-type: none"> • HAMILTON MEDICAL empfiehlt, die Funktionen Sauerstoff-Monitoring und Flow-Messung stets aktiviert zu lassen, um schon eine Gefährdung des Patienten aufgrund von nicht funktionellen Alarmen und fehlendem Monitoring zu vermeiden. • Ersetzen Sie erschöpfte (oder fehlende) Sauerstoffzellen so schnell wie möglich oder verwenden Sie externe Überwachungsgeräte, die der Norm ISO 7767 entsprechen, damit sichergestellt ist, dass das Sauerstoff-Monitoring stets funktioniert. 		

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Sauerstoffzufuhr	<p><i>Hohe Priorität.</i> Der Eingangsdruck des Sauerstoffs liegt unter 200 kPa (29 psi) oder die Sauerstoffzufuhr wird vom Gerät nicht gefunden. RAPHAEL beatmet den Patienten mit 21 % Sauerstoff. (Der Alarm wird deaktiviert, wenn das Gerät bereits auf die Beatmung mit 21 % Sauerstoff eingestellt ist.)</p>	<p>Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie die Sauerstoffzufuhr. Stellen Sie eine andere Beatmungsmöglichkeit oder Sauerstoffquelle bereit.</p>
Schliesse Patient an	<p><i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Anweisung, die während des Flow Sensor- und Dichtheits-tests angezeigt wird. Die Meldung bedeutet, dass der Test beendet ist.</p>	<p>Schließen Sie die Testlunge oder den Patient wieder an.</p>

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Stromausfall	<p><i>Hohe Priorität.</i> Das Beatmungsgerät wird mit Wechselstrom betrieben, die Wechselstromversorgung ist ausgefallen, das Beatmungsgerät hat auf Batteriebetrieb umgeschaltet, das Beatmungsgerät ist bis zur Erschöpfung der Batterie betrieben worden, (technischer Fehler), die Spannungsversorgung ist wieder hergestellt worden, so dass das Beatmungsgerät wieder den Betrieb mit Wechselstrom aufnehmen kann. Das Fenster Körpergewicht wird angezeigt; das Beatmungsgerät beginnt die Beatmung erst, nachdem der Bediener einen Wert eingegeben hat.</p> <p>Ist die Batterie erschöpft, wird zusätzlich ein Technischer Fehler ausgelöst. Der Alarm Technischer Fehler wird nach Wiederherstellen der Wechselstromversorgung wieder aufgehoben.</p>	Überprüfen Sie den Patienten. Überprüfen Sie die Einstellungen des Beatmungsgeräts und starten Sie die Beatmung erneut.
System ist undicht	<p><i>Mitteilung für den Benutzer.</i> RAPHAEL war nicht in der Lage, während des Dichtheitstests im Beatmungsschlauchsystem einen Druck von 30 mbar aufzubauen.</p>	Überprüfen Sie die Anschlüsse des Schlauchsystems. Ersetzen Sie die undichten Komponenten und wiederholen Sie den Dichtheitstest.
Technischer Fehler #1, Code 0	Die aufladbaren Batterien sind möglicherweise erschöpft. Der Dauer-Alarmton ertönt so lange, bis der Grund der Alarmauslösung beseitigt ist.	Schließen Sie RAPHAEL an eine Spannungsversorgung an, damit die Batterien wieder aufgeladen werden. Verständigen Sie den Service.

Tabelle 6-2. Alarmer und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Technischer Fehler #x	<p>Eine Fehlfunktion einer Gerätekomponente wurde entdeckt. Das Beatmungsgerät wechselt zum Umgebungsstatus und der Patient atmet ohne Unterstützung Raumluft.</p> <hr/> <p>WARNUNG</p> <p>In einigen Fällen reicht es aus, das Gerät aus- und wieder einzuschalten, um vom Umgebungsstatus wieder zum Beatmungsbetrieb zu wechseln. Um technisch bedingte Verletzungen der Patienten zu vermeiden, empfiehlt HAMILTON MEDICAL, dass Sie Beatmungsgeräte, bei denen ein technischer Fehler aufgetreten ist, sofort stilllegen, die Fehlernummer notieren und das Beatmungsgerät überprüfen lassen.</p> <hr/>	Verständigen Sie den Service.
Tidalvolumen zu hoch	<i>Hohe Priorität.</i> Das gemessene Expirationstidalvolumen ist 1,5 mal so groß wie das eingestellte Tidalvolumen (für die Modi [S]CMV+, SIMV+ und ASV).	Überprüfen Sie das Beatmungsschlauchsystem auf Dichtheit. Dieser Alarm wird häufig nach dem Entfernen von Verstopfungen ausgelöst (z. B. bei einer Bronchoskopie).
Überprüfe Flow Sensor	<i>Hohe Priorität.</i> Die Sensorleitungen des Flow Sensors sind unterbrochen oder verstopft. RAPHAEL wechselt zum Modus PCV+.	Überprüfen Sie die Sensorleitungen des Flow Sensors. Bestätigen Sie den Modus PCV+. RAPHAEL kehrt automatisch zum vorherigen Modus zurück, wenn der automatische Flow Sensor Check erfolgreich verlaufen ist.
Verschließe System	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Anweisung, die während des Dichtheitstests angezeigt wird.	Verschließen Sie die Öffnung des Schlauchsystems steril.

Tabelle 6-2. Alarme und andere Meldungen (Forts.)

Alarm	Definition	Was Sie tun müssen
Volumenmessung ungenau	<i>Hohe Priorität.</i> VTE ist weit größer als das abgegebene Volumen.	Führen Sie den Flow Sensor Test durch. Verständigen Sie den Service.
Vorherige Einstellung aktiv	<i>Mitteilung für den Benutzer.</i> Die Beatmung wird mit den zuletzt verwendeten Einstellungen fortgesetzt, bevor das Beatmungsgerät ausgeschaltet wird.	Nichts.
Zeiteinstellung ungültig	<i>Niedrige Priorität.</i> Ungültige Zeiteinstellung. Die vergangene Zeit wird für Trends angezeigt.	Stellen Sie die korrekte Zeit im Konfigurationsmodus ein.

7 Sonderfunktionen

7.1	100% O ₂	7-2
7.2	Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub/Diskonnektionsunterdrückung	7-3
7.3	Verneblung	7-4
7.4	Stand-by	7-5

7.1 100% O₂

Sie können die Funktion 100% O₂ verwenden, um z. B. die Absaugung der Atemwege vorzubereiten und durchzuführen.

1. Drücken Sie eine Sekunde lang die Taste 100% O₂ (Abbildung 7-1).



Abbildung 7-1. Tasten für Spezialfunktionen

2. RAPHAEL beginnt 100-prozentigen Sauerstoff abzugeben. Nach 20 bis 30 s liegt die Sauerstoffkonzentration bei 100 %. RAPHAEL gibt dann vier Minuten lang 100-prozentigen Sauerstoff ab. Anschließend wird die Konzentration wieder dem benutzerdefinierten Wert angepasst. Nach einer weiteren Minute liegt die Sauerstoffkonzentration wieder beim benutzerdefinierten Wert.

Solange diese Funktion aktiv ist, wird die Meldung **100% O₂ aktiviert** angezeigt.

HINWEIS:

Wenn Sie die Funktion 100% O₂ vor dem automatischen Stopp beenden möchten, drücken Sie die Taste noch einmal eine Sekunde lang. RAPHAEL setzt die Beatmung mit der eingestellten Sauerstoffkonzentration fort.

7.2 Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub/Diskonnektionsunterdrückung

Sie können diese Funktion (Abbildung 7-1) verwenden, um einen inspiratorischen Halt oder einen kontrollierten Atemhub auszulösen oder die Atemhubabgabe während einer Diskonnektion zu beginnen.

Möchten Sie einen kontrollierten Atemhub auslösen, drücken Sie während der Expiration kurz die Taste für kontrollierten Atemhub bzw. inspiratorischen Halt und lassen diese anschließend wieder los. RAPHAEL gibt mit den aktuell aktiven Einstellungen einen maschinell kontrollierten Atemhub ab.

Wenn Sie einen inspiratorischen Halt auslösen möchten, halten Sie die Taste während einer beliebigen Atmungsphase gedrückt. Befindet sich RAPHAEL in einer Expirationsphase, wird ein kontrollierter Atemhub ausgelöst; anschließend wird eine Haltephase eingeleitet, die so lange dauert, wie die Taste gedrückt gehalten wird, höchstens aber 15 Sekunden länger als das eingestellte Inspirationsintervall. Befindet sich RAPHAEL in einer Inspirationsphase, wird am Ende der Inspiration eine Haltephase eingeleitet, die so lange dauert, wie die Taste gedrückt gehalten wird, jedoch höchstens zusätzliche 15 Sekunden.

Um die Atemhubabgabe während einer Diskonnektion zu beginnen, drücken Sie kurz die Taste Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub. Dadurch wird der Alarmzustand der Diskonnektion 3 Minuten lang unterdrückt oder bis Sie die Taste erneut drücken, um die Unterdrückung zu deaktivieren, oder 1 Minute lang, nachdem ein erneutes Anschließen erkannt wurde. Die Diskonnektionsunterdrückung ist besonders nützlich, wenn Sie den NIV-Modus starten möchten, aber die Maske noch nicht korrekt angebracht wurde. Während der Unterdrückung wird **Diskonnektion unterdrückt** angezeigt. Während einer Diskonnektion unterdrückte Alarme bleiben unterdrückt.

7.3 Verneblung

WARNUNG

Die Verwendung eines Expirationsfilters zusammen mit einem Aerosol-erzeugenden Vernebler kann zu einem erheblichen Anstieg der Resistance im Expirationsschenkel führen. Eine zu hohe Resistance im Expirationsschenkel kann die Beatmung beeinträchtigen und eine erhöhte Atemarbeit und/oder erhöhten AutoPEEP zur Folge haben.

Mit der Taste Vernebler (Abbildung 7-1) wird die pneumatische Verneblungsfunktion von RAPHAEL für 30 Minuten aktiviert. Bei aktivierter Verneblung leuchtet die Anzeige auf der Taste. Nach 30 Minuten wird die Verneblung automatisch gestoppt. Wenn Sie die Verneblung vor Ablauf des 30-Minuten-Intervalls beenden möchten, drücken Sie noch einmal auf die Taste.

Die adaptive Volumensteuerung von RAPHAEL berücksichtigt bei der Bestimmung des abzugebenden Tidalvolumens das zusätzliche Volumen des vernebelten Gases. Dieses zusätzliche Volumen des vernebelten Gases hat keine Auswirkung auf die Sauerstoffkonzentration.

Verwenden Sie einen von HAMILTON MEDICAL empfohlenen Vernebler, um eine optimale Verneblung sicherzustellen.

7.4 Stand-by

WARNUNG

- **Um eine Verletzung des Patient als Folge eines Beatmungsausfalls oder -unterbrechung zu vermeiden, sollten Sie vor dem Aktivieren des Stand-by-Modus alternative Beatmungsmöglichkeiten bereitstellen. Vor dem Aktivieren des Stand-by-Modus müssen Sie sich vergewissern, dass kein Patient angeschlossen ist. Alarmer sind im Stand-by-Modus deaktiviert.**
- **Befindet sich RAPHAEL im Stand-by-Modus, wird Sauerstoff verbraucht. Berücksichtigen Sie deshalb, dass der in der Flasche befindliche Sauerstoff plötzlich aufgebraucht sein kann.**

HINWEIS:

Damit die Batterien vollständig geladen bleiben, muss das Beatmungsgerät im Stand-by-Modus an eine Wechselstromversorgung angeschlossen sein.

Sie können mit der Taste Stand-by den Stand-by-Modus von RAPHAEL aktivieren. Beim Stand-by-Modus handelt es sich um einen Ruhemodus, der es ermöglicht, alle Einstellungen des Beatmungsgeräts beizubehalten, auch wenn RAPHAEL gerade keine Beatmung durchführt. Dieser Modus ist besonders beim Vorbereiten des Beatmungsgeräts und Einstellen der Parameter vor dem Anschluss eines Patienten praktisch oder wenn Sie das Beatmungsschlauchsystem auswechseln möchten.

Bevor Sie den Stand-by-Modus starten, schließen Sie gegebenenfalls zunächst das Fenster Modus, Kontroll oder Alarm, trennen den Patienten und drücken 2 Sekunden lang die entsprechende Taste. Weitere geöffnete Fenster werden automatisch geschlossen, und der Stand-by-Bildschirm wird aufgerufen (Abbildung 7-2). Stellt RAPHAEL bei Aktivierung des Stand-by-Modus fest, dass der Patient nicht innerhalb von 10 s diskonnektiert wird, nimmt es die Beatmung mit den geltenden Einstellungen wieder auf.



Abbildung 7-2. Fenster Stand-by-Modus

Im Stand-by-Modus können Sie die Fenster, deren Tasten auf der rechten Seite liegen, durch Drücken der entsprechenden Taste öffnen, um die Modus-, Kontroll- und Alarminstellungen anzupassen. Sie können im Stand-by-Modus mit Hilfe des Fensters Hilfsmittel Tests durchführen.

Wenn Sie die Beatmung fortsetzen möchten, drücken Sie erneut auf die Taste oder schließen Sie den Patienten wieder an. Der Basisbildschirm wird wieder angezeigt. Die Beatmung wird fortgesetzt.

8 **Wartung**

8.1	Einleitung	8-2
8.2	Reinigung, Desinfizierung und Sterilisation	8-2
8.2.1	Allgemeine Richtlinien zur Reinigung	8-7
8.2.2	Allgemeine Richtlinien für die chemische Desinfizierung	8-8
8.2.3	Allgemeine Richtlinien für die Autoklavierung und die Sterilisation mit ETO oder Dampf	8-8
8.2.4	Allgemeine Richtlinien für die Pasteurisation oder die Sterilisation mit Peroxid	8-9
8.3	Vorbeugende Wartungsarbeiten	8-9
8.3.1	Reinigung oder Austausch des Lüfterfilters	8-12
8.3.2	Austauschen der Gaszufuhrfilter	8-13
8.3.3	Austausch der Sauerstoffzelle	8-13
8.3.4	Austausch einer Sicherung	8-15
8.4	Lagerung	8-16
8.5	Verpackung und Transport	8-16

8.1 Einleitung

Befolgen Sie die anschließend beschriebenen Wartungsmaßnahmen, damit die Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit von RAPHAEL gewährleistet ist. Alle Verfahren, die in diesem Handbuch beschrieben sind, können vom Bediener durchgeführt werden. Weitere Wartungsmaßnahmen finden Sie im Service-Handbuch.

8.2 Reinigung, Desinfizierung und Sterilisation

WARNUNG

- **Behandeln Sie die Bakterienfilter äußerst vorsichtig, um bakterielle Verunreinigungen und körperliche Schäden zu vermeiden.**
 - **Damit der Patient nicht mit Sterilisationsmitteln in Kontakt kommt und um einen vorzeitigen Komponentenverschleiß zu verhindern, sollten Sie nur die in diesem Kapitel empfohlenen Sterilisationsverfahren verwenden.**
-

ACHTUNG

- **Verwenden Sie Bakterienfilter, Flow Sensoren und andere Zubehörteile, die für den Einweggebrauch (oder für den Gebrauch bei einem einzigen Patienten) bestimmt sind, nicht mehrfach (oder bei mehreren Patienten). Entsorgen Sie diese Komponenten nach einmaligem Gebrauch.**
 - **Versuchen Sie nicht, das Innere des Beatmungsgeräts zu sterilisieren. Versuchen Sie nicht, das gesamte Beatmungsgerät mit ETO-Gas zu sterilisieren.**
-

ACHTUNG

- **Kommen bestimmte Geräteteile mit Sterilisationsmitteln in Kontakt, kann sich deren Lebensdauer verringern. Verwenden Sie bei den einzelnen Teilen und Komponenten nur ein Sterilisationsverfahren, um Beschädigungen zu vermeiden.**
-

HINWEIS:

Da es keine allgemeinen, für alle Krankenhäuser geltenden Hygiene-Anweisungen gibt, kann HAMILTON MEDICAL keine Verfahren empfehlen, die allgemeingültig sind. Aus diesem Grunde werden in diesem Handbuch lediglich Richtlinien zur Reinigung, Desinfizierung und Sterilisation aufgeführt. Gültigkeit und Effektivität der angewendeten Methoden liegen im Verantwortungsbereich des Bedieners.

In den folgenden Teilabschnitten finden Sie allgemeine Richtlinien zur Reinigung und Sterilisierung von Geräteteilen. Tabelle 8-1 enthält eine Übersicht der einzelnen Verfahren, die auf die verschiedenen Komponenten von RAPHAEL angewendet werden können. Informationen zu Komponenten, die nicht von HAMILTON MEDICAL stammen, finden Sie in den entsprechenden Herstellerdokumentationen. Führen Sie nur Reinigungsverfahren aus, die explizit von HAMILTON MEDICAL oder den Herstellern anderer Teile genannt werden.

Führen Sie nach der Reinigung und Sterilisation der Komponenten die in Kapitel 3 aufgeführten erforderlichen Tests und Kalibrationen durch.

Tabelle 8-1. Reinigungsmethoden für RAPHAEL Komponenten

Teil (Material)	Reinigung, Vorgehen	Hinweise
Oberflächen des Beatmungsgeräts, einschließlich Gehäuse, Korb, Gasschläuchen und Netzkabel	Nach dem Gerätebetrieb mit einem Patienten stets mit einem geeigneten antibakteriellen Mittel abwischen.	<p>Verwenden Sie nicht Alkohol als Desinfektionsmittel. Alkohol schädigt das Beatmungsgerät zwar nicht, andererseits gibt es keinen Beleg für eine ausreichende antibakterielle oder bakterienhemmende Wirkung.</p> <p>Verwenden Sie keine Reinigungslösungen auf Acetonbasis oder aromatische Lösungsmittel.</p> <p>Reinigen Sie nicht das Innere des Beatmungsgeräts. Hierdurch können die im Inneren liegenden Teile beschädigt werden.</p>
Beatmungsschläuche (Silikongummi)	Dampfsterilisator, Pasteurisation, chemische Desinfektion oder Sterilisation mit ETO	<p>Rollen Sie die Schläuche auf. Achten Sie bei der Sterilisation darauf, dass die Schläuche nicht geknickt oder verdreht sind und nicht übereinanderliegen. Auf der Innenseite der Schläuche sollte weder Dampf noch Feuchtigkeit zu sehen sein, bevor diese zum Autoklavieren zusammengerollt werden.</p> <p>Achten Sie darauf, dass die Beatmungsschläuche aus Silikongummi nicht mit Fett, Öl, auf Silikon basierenden Gleitmitteln, organischen Lösungsmitteln (Benzol, Äther, Ketone und chlorierte Kohlenwasserstoffe), Säuren, konzentrierten alkalischen Reinigungsmitteln, Phenolen und Derivaten in Berührung kommen.</p>

Tabelle 8-1. Reinigungsmethoden für RAPHAEL Komponenten (Forts.)

Teil (Material)	Reinigung, Vorgehen	Hinweise
Flow Sensor, Gebrauch bei einem einzigen Patienten	Chemische Desinfizierung (nur wenn der Flow Sensor, der ohnehin nur für Gebrauch bei einem einzigen Patienten vorgesehen ist, vor der Verwendung desinifiziert werden muss)	Der Flow Sensor ist für den Einweggebrauch vorgesehen. Er wird sauber und gebrauchsfertig ausgeliefert. Muss der Sensor desinifiziert werden, verwenden Sie bitte keine harten Bürsten, spitzen Gerätschaften oder Materialien mit rauher Oberfläche. Andernfalls kann die Membran des Flow Sensors beschädigt werden.
Flow Sensor, wiederverwendbar	Pasteurisation, chemische Desinfektion, Sterilisation mit ETO oder Plasmasterilisation	Verwenden Sie keine harten Bürsten, spitzen Gerätschaften oder Materialien mit rauher Oberfläche. Andernfalls kann die Membran des Flow Sensors beschädigt werden. Verwenden Sie keine Temperaturen über 62 °C. Sterilisieren Sie nicht mit Peroxid. Der Flow Sensor hat eine begrenzte Lebensdauer. Die interne Mylar-Membran nutzt sich bei längerem Gebrauch ab. Überprüfen Sie nach der Reinigung Sensor, Schläuche und interne Membran. Entsorgen Sie den Sensor bei Anzeichen einer Beschädigung. Entsorgen Sie den Sensor, wenn die Kalibration zweimal fehlschlägt.
Inspirationsfilter, wiederverwendbar, autoklavierbar	Dampfsterilisator	Prüfen Sie, ob sich Risse im Filter gebildet haben oder er fremde Partikel enthält; ersetzen Sie ihn gegebenenfalls. Ersetzen Sie die Membrane nach 20 Sterilisationen. Nicht chemisch desinifizieren oder mit Ethylenoxid (ETO) behandeln.

Tabelle 8-1. Reinigungsmethoden für RAPHAEL Komponenten (Forts.)

Teil (Material)	Reinigung, Vorgehen	Hinweise
Expirations-ventilmembran (Silikongummi)	Dampfsterilisator, Pasteurisation, chemische Desinfektion, Sterilisation mit ETO oder Sterilisation mit Peroxid	Überprüfen Sie die Membran auf Schäden; ersetzen Sie sie gegebenenfalls. Ersetzen Sie die Membrane nach 30 Sterilisationen.
Verneblergefäß, wiederverwendbar (Polysulfon)	Dampfautoklav oder chemische Desinfektion	
Expirations-ventilgehäuse (Polysulfon)	Dampfsterilisator, Pasteurisation, chemische Desinfektion, Sterilisation mit ETO oder Sterilisation mit Peroxid	<p>Lösungen wie z. B. Medizyme, Pyroneg, Control 3, Solution 2 und Cidex wurden gemäß den Herstelleranweisungen getestet. Es können aber auch andere Markenprodukte mit ähnlichen Inhaltsstoffen verwendet werden.</p> <p>Verwenden Sie nicht die folgenden Lösungen, da sie zu Eintrübungen oder Rissen im Gehäuse führen können: Ketone, Hypochlorit, Phenol (>5 %), Formaldehyd, anorganische Säuren, chlorierte Kohlenwasserstoffe und aromatische Kohlenwasserstoffe.</p> <p>Führen Sie keine Dampfsterilisation durch, wenn die verwendeten Arzneimittel chlorierte oder aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten.</p>
Sonstiges Zubehör	Befolgen Sie die Anweisungen des entsprechenden Herstellers.	

8.2.1 Allgemeine Richtlinien zur Reinigung

ACHTUNG

- **Um Beschädigungen der Bestandteile des Beatmungsschlauchsystems zu vermeiden, bitte keine harten Bürsten, spitzen Gerätschaften oder Materialien mit rauer Oberfläche verwenden.**
- **Um Beschädigungen der Bestandteile des Beatmungsschlauchsystems zu vermeiden, befolgen Sie bitte die Anweisungen des Seifenherstellers. Werden bestimmte Komponenten einer Seifenlösung ausgesetzt, die stärker als empfohlen angesetzt ist, kann sich die Lebensdauer der betreffenden Teile verringern. Seifenrückstände können Flecken oder Haarrisse verursachen, besonders bei Teilen, die während der Sterilisation einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden.**

Die Reinigung ist ein wesentlicher Bestandteil des Dekontaminationsvorgangs, der in Kapitel 8.2.2 bis Kapitel 8.2.4 beschrieben ist. Reinigen Sie die Komponenten von RAPHAEL wie folgt:

1. Demontieren Sie die Teile. Beatmungsschlauchsysteme müssen vollständig zerlegt werden.
2. Waschen Sie die Teile in warmem Wasser, dem Seife oder ein mildes Reinigungsmittel zugefügt ist.
3. Spülen Sie die Teile gründlich mit sauberem, warmem Wasser ab.
4. An der Luft trocknen lassen.
5. Überprüfen Sie alle Teile und ersetzen Sie beschädigte Komponenten.
6. Wenn Sie Teile sterilisieren oder desinfizieren, fahren Sie mit der geeigneten Sterilisation/Sterilisation/Vorgehensweise fort (Kapitel 8.2.2 bis Kapitel 8.2.4). Setzen Sie andernfalls alle Teile wieder zusammen und führen Sie die erforderlichen Tests durch.

8.2.2 Allgemeine Richtlinien für die chemische Desinfizierung

ACHTUNG

Tabelle 8-1enthält eine Übersicht aller Materialien, die bei der Herstellung der Komponenten von RAPHAEL verwendet wurden. Stellen Sie sicher, dass die von Ihnen verwendeten chemischen Desinfektionsmittel mit den spezifizierten Materialien kompatibel sind, um einen vorzeitigen Verschleiß der Teile zu vermeiden.

Desinfizieren Sie die Komponenten von RAPHAEL wie folgt:

1. Reinigen (Kapitel 8.2.1).
2. Desinfizieren Sie mit einer milden antibakteriellen chemischen Lösung. Die folgenden Chemikalien können u. a. verwendet werden: Schülke & Mayr Lysetol[®] AF und Gigasept[®] FF und Henkel-Ecolab Incidur[®] und Sekusept[®] PLUS. Die oben genannten Lösungen wurden nach Herstelleranweisung getestet. Es können aber auch andere Markenprodukte mit ähnlichen Inhaltsstoffen verwendet werden.
3. Setzen Sie alle Teile wieder zusammen, und führen Sie die erforderlichen Tests durch.

8.2.3 Allgemeine Richtlinien für die Autoklavierung und die Sterilisation mit ETO oder Dampf

Führen Sie die Autoklavierung, die Sterilisation mit ETO oder Plasma von RAPHAEL Komponenten folgendermaßen durch:

1. Reinigen (Kapitel 8.2.1).
2. Wieder zusammensetzen.
3. Autoklavieren oder Plasmasterilisation.
4. Führen Sie die erforderlichen Tests durch.

8.2.4 Allgemeine Richtlinien für die Pasteurisation oder die Sterilisation mit Peroxid

Pasteurisieren Sie die Komponenten von RAPHAEL wie folgt:

1. Reinigen (Kapitel 8.2.1).
2. Desinfizieren.
3. Wieder zusammensetzen.
4. Führen Sie die erforderlichen Tests durch.

8.3 Vorbeugende Wartungsarbeiten

Führen Sie die vorbeugenden Wartungsarbeiten aus, die im Wartungsplan von RAPHAEL aufgeführt sind (siehe Tabelle 8-2). Im Bildschirm Selbsttest oder im Fenster Hilfsmittel 2 können Sie die Gesamtbetriebsdauer des Beatmungsgeräts überprüfen.

In den folgenden Abschnitten finden Sie Informationen zu einigen vorbeugenden Wartungsarbeiten.

HINWEIS:

- HAMILTON MEDICAL verlangt, dass Sie alle Wartungsarbeiten protokollieren.
 - Entsorgen Sie alle aus dem Gerät entfernten Teile gemäß den Richtlinien Ihres Krankenhauses. Befolgen Sie alle gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich des Umweltschutzes, insbesondere bei der Entsorgung elektronischer Teile oder deren Komponenten (z. B. Sauerstoffzelle, Batterien).
-

Tabelle 8-2. Plan für vorbeugende Wartungsarbeiten

Intervall	Teil/Zubehör	Was Sie tun müssen
Bei Patientenwechsel und entsprechend den Verfahren und Praktiken Ihres Krankenhauses	Beatmungsschlauchsystem (einschließlich Maske, Inspirationsfilter, Flow Sensor, Verneblergefäß, Expirationsventilgehäuse und -membran)	Tauschen Sie die Komponenten gegen sterilisierte oder neue Einwegteile aus. Führen Sie bei Bedarf den Dichtheits- und Flow Sensor-Test durch (Kapitel 3.2).
	Gesamtes Beatmungsgerät	Führen Sie die Überprüfung vor Inbetriebnahme durch (Kapitel 3.3).
Täglich oder bei Bedarf	Beatmungsschlauchsystem	Lassen Sie das Wasser aus den Schläuchen oder Wasserfallen ab. Überprüfen Sie, ob die Teile beschädigt sind. Bei Bedarf Teile austauschen.
	Wasserfalle am Gaseinlass	Lassen Sie das Wasser ab.
Monatlich (bzw. bei Bedarf häufiger)	Lüfterfilter (Rückwand)	Überprüfen Sie, ob sich Staub oder Fussel angesammelt haben. Bei Bedarf reinigen oder austauschen (Kapitel 8.3.1).
	<p>WARNUNG</p> <p>Führen Sie stets alle Wartungsmaßnahmen in den vorgeschriebenen Intervallen durch, um das Risiko einer Patienten-Kreuzkontamination durch den Lüfterfilter zu verringern.</p>	
Vierteljährlich (1250 Betriebsstunden)	Teile des Gaszufuhrfilters	Überprüfen Sie den Filter. Tauschen Sie ihn aus, wenn er verunreinigt oder verfärbt ist. Reinigen Sie das Gehäuse, sofern erforderlich (Kapitel 8.3.2).

Tabelle 8-2. Plan für vorbeugende Wartungsarbeiten (Forts.)

Intervall	Teil/Zubehör	Was Sie tun müssen
<p>Jährlich oder alle 5000 Betriebsstunden oder bei Bedarf</p>	<p>Sauerstoffzelle</p>	<p>Tauschen Sie die Sauerstoffzelle aus, wenn sie erschöpft ist (Kapitel 8.3.3).</p>
	<p>HINWEIS:</p> <p>Die Angaben zur Lebensdauer der Sauerstoffzelle sind Näherungswerte. Die tatsächliche Lebensdauer der Sauerstoffzelle hängt von den Betriebsbedingungen ab. Bei höherer Betriebstemperatur oder höherer Sauerstoffkonzentration verringert sich die Lebensdauer.</p>	
	<p>Beatmungsgerät</p>	<p>Führen Sie vorbeugenden Wartungsarbeiten durch. Diese Arbeiten müssen von einem qualifizierten Servicetechniker nach den Anweisungen des Service-Handbuchs ausgeführt werden.</p>
<p>Alle drei Jahre oder bei Bedarf</p>	<p>Batterien, aufladbar</p>	<p>Austauschen. Diese Arbeiten müssen von einem qualifizierten Servicetechniker nach den Anweisungen des Service-Handbuchs ausgeführt werden.</p>
	<p>HINWEIS:</p> <p>Die Angaben zur Lebensdauer der Batterien sind Näherungswerte. Die tatsächliche Lebensdauer hängt von den Einstellungen des Beatmungsgeräts, dem Batteriealter, dem Batterieladestatus und der Anzahl der Auf- und Entladungen ab. Um die Lebensdauer der Batterien zu maximieren, sollten diese stets vollständig geladen sein; auch sollte die Anzahl der vollständigen Entladungen möglichst gering gehalten werden.</p>	
	<p>Uhrenbatterie</p>	<p>Austauschen. Diese Arbeiten müssen von einem qualifizierten Servicetechniker nach den Anweisungen des Service-Handbuchs ausgeführt werden.</p>

8.3.1 Reinigung oder Austausch des Lüfterfilters

Nehmen Sie die Filterabdeckung durch Ziehen am Rahmen ab (Abbildung 8-1). Setzen Sie entweder einen neuen Filter ein oder waschen Sie den alten Filter in einer milden Seifenlösung aus; anschließend abspülen und trocknen lassen.

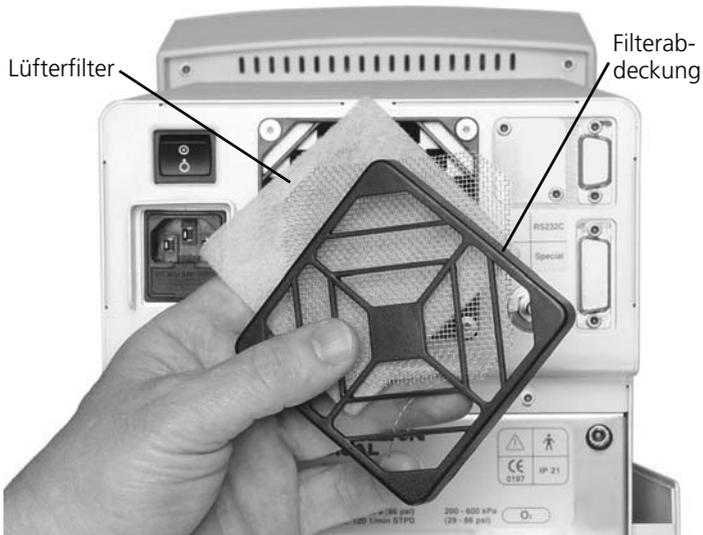


Abbildung 8-1. Herausnehmen des Lüfterfilters

8.3.2 Austausch der Gaszufuhrfilter

Trennen Sie die Gasschläuche. Schrauben Sie zuerst das Filtergehäuse, dann den Filter los (Abbildung 8-2). Setzen Sie einen neuen Filter ein; der alte Filter darf nicht gereinigt und wieder eingesetzt werden. Reinigen Sie bei Bedarf das Gehäuse (Kapitel 8.2.1) oder tauschen Sie es aus.

HINWEIS:

Eine selbstentleerende Wasserfalle ist für RAPHAEL erhältlich. Bestellinformationen finden Sie in Tabelle F-1.



Abbildung 8-2. Austausch eines Gaszufuhrfilter

8.3.3 Austausch der Sauerstoffzelle

Schrauben Sie den Halter der Sauerstoffzelle ab, und ziehen Sie anschließend den Zellenstecker (Abbildung 8-3). Schrauben Sie die Sauerstoffzelle vom Halter ab. Installieren Sie die neue Zelle, und schließen Sie das Zellkabel wieder an. Setzen Sie den Halter der Zelle wieder ein. Führen Sie eine Kalibration der Sauerstoffzelle durch.

WARNUNG

Um das Explosionsrisiko zu verringern, darf die Sauerstoffzelle nicht verbrannt oder gewaltsam geöffnet werden.

HINWEIS:

Achten Sie beim Einsetzen der Sauerstoffzelle auf die Ausrichtung des Anschlusses.



Abbildung 8-3. Austausch der Sauerstoffzelle

8.3.4 Austausch einer Sicherung

WARNUNG

- Ziehen Sie vor dem Entfernen einer Sicherung das Netzkabel des Beatmungsgeräts. Andernfalls besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags.
- Um die Brandgefahr gleichbleibend gering zu halten, dürfen nur Sicherungen des gleichen Typs und der gleichen Anschlusswerte eingesetzt werden.



Trennen Sie das Netzkabel von RAPHAEL vom Stromnetz. Entnehmen Sie den Sicherungshalter durch Herunterdrücken der Lasche und anschließendes Herausziehen des Halters (Abbildung 8-4). Setzen Sie eine neue Sicherung ein und schieben Sie den Halter wieder zurück.



Abbildung 8-4. Austausch einer Sicherung

8.4 Lagerung

Damit die Batterieladung erhalten bleibt und die Lebensdauer der Batterien möglichst lang ist, sollte das Beatmungsgerät – sofern möglich – an eine Wechselstromversorgung angeschlossen werden. Entnehmen Sie die Batterien oder laden Sie diese in Intervallen von 3 bis 6 Monaten (je nach Lagerungsbedingung) auf, falls dies nicht möglich ist und Sie das Beatmungsgerät für unbestimmte Zeit stilllegen möchten (siehe Spezifikationen in Anhang A).

HINWEIS:

Die Batterien müssen von einem qualifizierten Servicetechniker nach den Anweisungen des Service-Handbuchs getrennt werden.

8.5 Verpackung und Transport

Verwenden Sie die Originalverpackung, wenn Sie das Beatmungsgerät versenden müssen. Nehmen Sie bitte Kontakt mit Ihrem HAMILTON MEDICAL Ansprechpartner auf, falls diese Verpackung nicht mehr vorhanden ist. Wir stellen Ihnen gerne eine neue Verpackung zur Verfügung.

A Spezifikationen

A.1	Maße und Gewichte	A-2
A.2	Standortanforderungen	A-3
A.3	Pneumatische Spezifikationen	A-3
A.4	Elektrische Spezifikationen	A-4
A.5	Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen	A-5
A.6	Werkseinstellungen	A-11
A.7	Monitoring-Parameter	A-14
A.8	Alarmer	A-16
A.9	Beatmungsschlauchsystem – Spezifikationen	A-20
A.10	Weitere technische Daten	A-22
A.11	Normen und Zulassungen	A-24
A.12	Erklärungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (IEC/EN 60601-1-2)	A-24
A.13	Gewährleistung	A-30

A.1 Maße und Gewichte

Tabelle A-1. Maße und Gewichte

Gewicht	Nur Beatmungsgerät	RAPHAEL Color, RAPHAEL Silver, RAPHAEL	17 kg
		RAPHAEL XTC	18 kg
	Beatmungsgerät auf Transportwagen	RAPHAEL Color, RAPHAEL Silver, RAPHAEL	46 kg
		RAPHAEL XTC	47 kg
	Beatmungsgerät auf Transportwagen mit VENTILAIR ^{II}	RAPHAEL Color, RAPHAEL Silver, RAPHAEL	77 kg
		RAPHAEL XTC	78 kg
Maße (B x T x H)	Nur Beatmungsgerät	RAPHAEL Color, RAPHAEL Silver, RAPHAEL	23 x 53 x 35 cm
		RAPHAEL XTC	33 x 53 x 42 cm
	Beatmungsgerät auf Transportwagen mit VENTILAIR ^{II}	RAPHAEL Color, RAPHAEL Silver, RAPHAEL	46 x 66 x 140 cm
		RAPHAEL XTC	46 x 66 x 147 cm

A.2 Standortanforderungen

Tabelle A-2. Standortanforderungen

Temperatur	Betrieb: 10 bis 40 °C, 5 bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend, kein direktes Sonnenlicht Lagerung: Min. -20 °C für < 48 Stunden, max. 60 °C für < 168 Stunden, 5 bis 85 % relative Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
Luftdruck	600 bis 1100 hPa

A.3 Pneumatische Spezifikationen

Tabelle A-3. Pneumatische Spezifikationen

Sauerstoff- und Luftzufuhr	Druck: 200 bis 600 kPa (29 bis 86 psi) Flow: Max. 120 l/min STPD
Lebensdauer der Sauerstoffzelle	1 Jahr oder 5000 Stunden, Nennwert. Tatsächliche Lebensdauer der Sauerstoffzelle hängt von den Betriebsbedingungen ab. Bei höherer Betriebstemperatur oder höherer Sauerstoffkonzentration verringert sich die Lebensdauer.
Gasmischsystem	Abgegebener Flow: typ. 120 l/min, max. 180 l/min, kontinuierlich 30 l/min Betriebsdruckbereich: 200 bis 600 kPa (29 bis 86 psi)
Messgenauigkeit des Flow Sensors	± 10 ml/s oder ± 10 % (je nachdem, welcher Wert größer ist) für max. 20 bis 3000 ml/s
Anschlüsse	Stecker des Inspirationsschenkels: ISO 22-mm-Stecker/15-mm-Buchse, konisch Stecker des Expirationsschenkels (am Expirationsventil): ISO 22-mm-Stecker/15-mm-Buchse, konisch Luft- und Sauerstoffeinlassöffnungen: DISS-Stecker/optional NIST

A.4 Elektrische Spezifikationen

Tabelle A-4. Elektrische Spezifikationen

Eingangstrom	100 bis 125 V, 50/60 Hz, 0,7 A 200 bis 240 V, 50/60 Hz, 0,35 A Leistungsaufnahme: 40 VA typisch
Netz- sicherungen (2)	250 V, 1,0 A, Typ T (träge), Typ H (Hochstrom)
Ableitstrom	Erdableitstrom: 100 μ A max. Gehäuse-/Patientenableitstrom: 100 μ A max.
Batterien	<p>12 V Gleichspannung x 2, 2,2 Ah Typ: Blei-Säure Betriebsdauer (bei neuen, voll aufgeladenen Batterien): typ. 1 Stunde, mind. 30 Minuten, max. 2 Stunden. Tatsächliche Lebensdauer hängt von Einstellungen des Beatmungsgeräts, Batteriealter und dem Batterieladestatus ab. Aufladezeit: max. 6 Stunden, wenn Beatmungsgerät an eine Spannungsversorgung angeschlossen ist Lagerung: Laden Sie die Batterien alle 6 Monate auf, wenn die Umgebungstemperatur ≤ 25 °C beträgt. Bei einem Anstieg der Umgebungstemperatur um 10 °C kann die Ladezeit um die Hälfte verringert werden usw.</p> <hr/> <p>HINWEIS:</p> <p>Die Angaben zur Lebensdauer der Batterien sind Näherungswerte. Die tatsächliche Lebensdauer hängt von den Einstellungen des Beatmungsgeräts, dem Batteriealter, dem Batterieladestatus und der Anzahl der Auf- und Entladungen ab. Um die Lebensdauer der Batterien zu maximieren, sollten diese stets vollständig geladen sein; auch sollte die Anzahl der vollständigen Entladungen möglichst gering gehalten werden.</p> <hr/>
Alarm	Lautstärke: 50 bis 85 dB(A) in 1 m Entfernung Dauer der Stummschaltung: 2 Minuten

A.5 Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen

Tabelle A-5 enthält die Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen von RAPHAEL sowie die dazugehörigen Bereiche, Standardeinstellungen und die Genauigkeit. Tabelle A-6 führt die Kontrolleinstellungen auf, die für die verschiedenen Beatmungsmodi gelten. Tabelle A-7 enthält die Werkseinstellungen dieser Kontrollen; diese Einstellungen beziehen sich auf das nicht konfigurierte Beatmungsgerät (siehe Anhang E).

Tabelle A-5. Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen – Bereiche, Genauigkeit und Auflösung

Einstellung	Bereich	Standardeinstellung	Genauigkeit	Auflösung
%MinVol	25 bis 350 %	100 %	Nicht anwendbar	5
Alarmlautstärke	1 bis 10	7	Nicht anwendbar	1
Apnoe Backup	An oder Aus	Bei der Konfiguration eingestellt	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar
Apnoe Zeit	15 bis 60 s	Bei der Konfiguration eingestellt	±1	5

Tabelle A-5. Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen – Bereiche, Genauigkeit und Auflösung (Forts.)

Einstellung	Bereich	Standardeinstellung	Genauigkeit	Auflösung
Base-Flow	0 bis 10 (wenn erweiterter Base-Flow in der Konfiguration aktiviert ist) 0 bis 2 (wenn erweiterter Base-Flow in der Konfiguration deaktiviert ist) (Der applizierte Base-Flow hängt vom Patienten-Schlauchsystem ab. Die Einstellung „2“ liefert einen maximalen Base-Flow von 4 l/min.)	2	Nicht anwendbar	1
Druckrampe	50 bis 200 ms	50 ms	±10	25
ETS (Expiratorische Trigger-sensitivität)	5 bis 70 % (des inspiratorischen Peakflows)	25 %	Basiert auf gemessenen Flow-Parametern (siehe Kapitel A.7)	5
Frequenz	8 bis 80 AZ/min in (S)CMV+ 4 bis 80 AZ/min in PCV+ 1 bis 80 AZ/min in anderen Modi	5 kg: 35 AZ/min 6 bis 8 kg: 25 AZ/min 9 bis 20 kg: 20 AZ/min 21 bis 29 kg: 15 AZ/min 30 bis 39 kg: 14 AZ/min 40 bis 59 kg: 12 AZ/min 60 bis 200 kg: 10 AZ/min	±1	1
I:E	1:9,0 bis 4,0:1 (Inspirationszeit 0,1 bis 12 s)	Bei der Konfiguration eingestellt	TI von ± 0,1 s	0,1 (< 1:4) 1 (≥ 1:4)
Körpergewicht	5 bis 200 kg	Bei der Konfiguration eingestellt	Nicht anwendbar	1

Tabelle A-5. Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen – Bereiche, Genauigkeit und Auflösung (Forts.)

Einstellung	Bereich	Standardeinstellung	Genauigkeit	Auflösung
Modi	(S)CMV+, PCV+, SIMV+, PSIMV+, SPONT, NIV (alle Modelle)	Bei der Konfiguration eingestellt	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar
	 ASV, DuoPAP, APRV			
P hoch (hohes Atemwegsdruckniveau)	0 bis 75 mbar	Bei der Konfiguration eingestellt (PEEP/CPAP + Pkontroll)	$\pm 1,5$	1
P tief (niedriges Atemwegsdruckniveau)	0 bis 35 mbar	PEEP/CPAP, Konfigurationseinstellung	± 1	1
Pasvlimit	5 bis 70 mbar	30 mbar	$\pm 1,5$	1
PEEP/CPAP	0 bis 35 mbar	Bei der Konfiguration eingestellt	± 1	1
Pkontroll (kontrollierter Beatmungsdruck)	5 bis 50 mbar oberhalb von PEEP/CPAP	Bei der Konfiguration eingestellt	$\pm 1,5$	1
Psupport (Druckunterstützung)	0 bis 50 mbar über PEEP/CPAP oder P tief	Pkontroll, Konfigurationseinstellung	$\pm 1,5$	1
Sauerstoff	21 bis 100 %	Bei der Konfiguration eingestellt	± 3 % des Skalenendwertes	1
Seufzer	An oder Aus	Bei der Konfiguration eingestellt	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar

Tabelle A-5. Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen – Bereiche, Genauigkeit und Auflösung (Forts.)

Einstellung	Bereich	Standardeinstellung	Genauigkeit	Auflösung
T hoch (Dauer des hohen Atemwegsdruckniveaus)	0,1 bis 30,0 s	Ermittelt anhand der Konfigurationseinstellung für I:E und der berechneten Frequenz	$\pm 0,1$	0,1 ($\leq 5,0$) 1 (> 5,0)
T tief (Dauer des niedrigen Atemwegsdruckniveaus)	0,2 bis 30,0 s	Ermittelt anhand der Konfigurationseinstellung für I:E und der berechneten Frequenz	$\pm 0,1$	0,1 ($\leq 5,0$) 1 (> 5,0)
TI (Inspirationszeit)	0,1 bis 9,6 s	Ermittelt anhand der Konfigurationseinstellung für I:E. Liegt die berechnete Frequenz < 15 AZ/min, basiert der Standardwert für TI auf einer Frequenz von 15 AZ/min.	$\pm 0,1$	0,1
TI max	1,0 bis 3,0 s	1,5 s	$\pm 0,1$	0,1
Trigger	AUS (nur in den Modi [S]CMV+ und PCV+), 1 bis 10 l/min (andere Modi)	Bei der Konfiguration eingestellt	Nicht anwendbar ± 1	Nicht anwendbar 1

**Tabelle A-5. Kontrolleinstellungen und Modusergänzungen –
Bereiche, Genauigkeit und Auflösung (Forts.)**

Einstellung	Bereich	Standardeinstellung	Genauigkeit	Auflösung
Tubuskompensation (TRC)	ET-Tubus, T-Kanüle oder TRC aus Tubus Durchm.: 4,0 bis 10,0 mm Kompensat.: 0 bis 100 %	TRC aus Tubus Durchm.: 7,0 mm Kompensat.: 50 %	Nicht anwendbar Nicht anwendbar Nicht anwendbar	Nicht anwendbar 0,5 10
VT (Tidal- volumen)	50 bis 2000 ml	Bei der Konfiguration eingestellt	± 10 % oder 10 ml, je nachdem, welcher Wert größer ist	10 (≤ 1000) 50 (> 1000)

Tabelle A-6. In den Beatmungsmodi von RAPHAEL aktive Kontrolleinstellungen

Modus	Kontrollierte Modi		SIMV-Modi		DuoPAP/APRV		Druckunterstützung		Spezial	
	(S)CMV+	PCV+	SIMV+	PSIMV+	DuoPAP	APRV	SPONT	NIV		
Timing	Frequenz				T tief		--			
	i:E		TI		T hoch					
Kontrollierter Atemzug, Kontrolleinstellung	VT	Pkontroll	VT	Pkontroll	P hoch		--			
	--				Psupport					
Spontane Atemzüge					ETS					
					--		TI max	--		
Basisdruck					PEEP/CPAP		P tief	PEEP/CPAP		
					Körpergewicht					
Allgemein					Trigger					
					Druckrampe					
					Base-Flow					
					Sauerstoff					
ASV-spezifisch					TRC		--		TRC	
					--				%MinVol Pasvlimit	

A.6 Werkseinstellungen

Die Werkseinstellungen von RAPHAEL sind in Tabelle A-7 aufgelistet. Sie können RAPHAEL im Konfigurationsmodus auf diese Einstellungen zurücksetzen (siehe Anhang E).

Tabelle A-7. Werkseinstellungen

Parameter	Standardeinstellung
%MinVol	100 %
Alarmlautstärke	7
Apnoe Backup	An
Apnoe Zeit	20 s
Base-Flow	2
Druckrampe	50 ms
Erweiterter Base-Flow Bereich	Deaktiviert
ETS	25 %
ExpMinVol (Alarm)	Tief: 4 l/min Hoch: 14 l/min
Flow Sensor	An
Frequenz	5 kg: 35 AZ/min 6 bis 8 kg: 25 AZ/min 9 bis 20 kg: 20 AZ/min 21 bis 29 kg: 15 AZ/min 30 bis 39 kg: 14 AZ/min 40 bis 59 kg: 12 AZ/min 60 bis 200 kg: 10 AZ/min
fTotal (Alarm)	Tief: 6 AZ/min Hoch: 14 AZ/min
Grafik	Druck-/Zeitkurve

Tabelle A-7. Werkseinstellungen (Forts.)

Parameter	Standardeinstellung
Hauptmonitoring-Parameter und ihre Positionen	Beatmungsmodus. Oben links auf dem Bildschirm VTE: Unten links auf dem Bildschirm ExpMinVol: Oben rechts auf dem Bildschirm fTotal: Unten rechts auf dem Bildschirm
Höhe	700 m
I:E	1:2,0
Körpergewicht	70 kg
Modus	(S)CMV+
O ₂ -Messung	An
P hoch	17 mbar
P tief	2 mbar
Pasvlimit	30 mbar
PEEP/CPAP	2 mbar
Pkontroll (kontrollierter Beatmungsdruck)	15 mbar (oberhalb von PEEP/CPAP)
Pmax (Alarm)	40 mbar
Psupport (Druckunterstützung)	15 mbar (oberhalb von PEEP/CPAP)
Sauerstoff	50 %
Seufzer	Aus
Sprache	Englisch HINWEIS: Die Spracheinstellung wird nicht zurückgesetzt, wenn Sie das Beatmungsgerät mit den Werkseinstellungen konfigurieren.

Tabelle A-7. Werkseinstellungen (Forts.)

Parameter	Standardeinstellung
T hoch	2,0 s
T tief	4,0 s
TI (Inspirationszeit)	2,0 s
TI max	1,5 s
TRC	Tubus Durchm.: 7,0 mm Kompensat.: 50 % TRC aus
Trigger	6 l/min
VT (Tidalvolumen)/kg	10 ml/kg

A.7 Monitoring-Parameter

Tabelle A-8 enthält die Monitoring-Parameter sowie die entsprechenden Bereiche und Auflösungen. Druck-, Flow- und Volumenmessungen basieren auf Messwerten des Flow Sensors. Direkt gemessene (nicht berechnete) Parameter haben folgende Genauigkeit:

- Flowbezogene Parameter: ± 25 ml/s oder 10 %, je nachdem, welcher Wert größer ist
- Volumenbezogene Parameter (als ATPD-Bedingungen [Umgebungstemperatur, Druck, trocken, engl.: „ambient temperature, pressure, dry“] angegeben, aber in der Nähe des Atemwegs des Patienten gemessen, reflektieren daher nahezu BTPS-Bedingungen): ± 10 % oder 10 ml, je nachdem, welcher Wert größer ist
- Druckbezogene Parameter: ± 5 % oder 1 mbar, je nachdem welcher Wert größer ist
- Sauerstoff: ± 3 %, unabhängig vom Patientendruck

Tabelle A-8. Monitoring-Parameter – Bereiche und Auflösungen

Parameter	Bereich	Auflösung
AutoPEEP (unerwarteter positiver endexpiratorischer Druck)	0 bis 100 mbar	0,5
Cstat (statische Compliance)	0 bis 999 ml/mbar	1
ExpMinVol (Expirationsminutenvolumen)	0 bis 50 l/min	0,1
Exsp Fluss (expiratorischer Peakflow)	0 bis 180 l/min	0,1
fSpont (Spontanatemfrequenz)	0 bis 99 AZ/min	1
fTotal (Gesamtatemfrequenz)	0 bis 99 AZ/min	1

**Tabelle A-8. Monitoring-Parameter –
Bereiche und Auflösungen (Forts.)**

Parameter	Bereich	Auflösung
I:E (Inspirations-/Expirations- Verhältnis)	1:99 bis 9,9:1	1 (1:10 bis 1:99) 0,1 (9,9:1 bis 1:9,9)
InspFluss (inspiratorischer Peakflow)	0 bis 180 l/min	0,1
Leckage	0 bis 100 %	1
MV Spont (spontanes Expirationsminuten- volumen)	0 bis 50 l/min	0,1
PEEP/CPAP	-10 bis 100 mbar	1
Pinsp (Inspirationsdruck)	-10 bis 100 mbar	0,1
Pmittel (mittlerer Atemwegsdruck)	-10 bis 100 mbar	0,1
Ppeak (Spitzendruck)	-10 bis 100 mbar	1
RCexp (expiratorische Zeitkonstante)	0 bis 10 s	0,1
Rinsp (inspiratorische Flow-Resistance)	0 bis 999 mbar/l/s	1
Sauerstoff	18 bis 105 %	1
TE (Expirationszeit)	0 bis 60 s	0,1
TI (Inspirationszeit)	0 bis 30 s	0,1
VTE (Expirationstidalvolumen)	-9000 bis 9000 ml	1

A.8 Alarme

Tabelle A-9 zeigt eine Liste der Alarmeinstellungen des Beatmungsgeräts, ihrer Bereiche und Auflösungen sowie der automatischen und Standard-Alarmeinstellungen. Tabelle A-10 informiert über die nicht einstellbaren Alarme sowie über die alarmauslösenden Bedingungen.

Tabelle A-9. Justierbare Alarmeinstellungsbereiche

Alarm	Bereich	Automatische Einstellung	Standard-einstellung	Auf-lösung
Apnoe ¹	15 bis 60 s	Nicht anwendbar	Bei der Konfiguration eingestellt	1
ExpMinVol, tief	0,1 bis 50 l/min	Der gemessene Wert für ExpMinVol x 0,6, sofern die Messung zur Verfügung steht; anderenfalls (S)CMV+ Frequenz x VT x 0,6	Basiert auf Frequenz und VT	0,1
ExpMinVol, hoch	0,1 bis 50 l/min	Der gemessene Wert für ExpMinVol x 2,0, sofern die Messung zur Verfügung steht; anderenfalls (S)CMV+ Frequenz x VT x 2,0	Basiert auf Frequenz und VT	0,1

Tabelle A-9. Justierbare Alarmeinstellungsbereiche (Forts.)

Alarm	Bereich	Automatische Einstellung	Standard-einstellung	Auf-lösung
Pmax	15 bis 80 mbar	Der gemessene Pmax des letzten Atemhubs + 15 mbar, mindestens 40 mbar, sofern die Messung zur Verfügung steht; anderenfalls 40 mbar oder wie im Konfigurationsmodus eingestellt	Bei der Konfiguration eingestellt	1
fTotal, tief	0 bis 99 AZ/min	Der gemessene Wert für fTotal x 0,6, sofern die Messung zur Verfügung steht; anderenfalls (S)CMV+ Frequenz x 0,6 (Minimum wie im Konfigurationsmodus eingestellt)	Bei der Konfiguration eingestellt	1
fTotal, hoch	0 bis 99 AZ/min	Der gemessene Wert für fTotal x 1,4, sofern die Messung zur Verfügung steht; anderenfalls (S)CMV+ Frequenz x 1,4 (Minimum wie im Konfigurationsmodus eingestellt)	Bei der Konfiguration eingestellt	1

1. Im Fenster Modus

**Tabelle A-10. Nicht einstellbare Alarmer und
alarmauslösende Bedingungen**

Alarm	Auslöser
Apnoe Backup	Beatmungsgerät aktiviert die Funktion Apnoe Backup, da während der Apnoe-Zeit kein Atemhub getriggert wurde (in den Modi SPONT, SIMV+, PSIMV+, DuoPAP, APRV und NIV)
Batterieladung niedrig	Batterieladung reicht noch für mindestens 10 Minuten
Diskonnektion	Bei zwei aufeinanderfolgenden Atemhüben gilt eine der folgenden Aussagen: <ul style="list-style-type: none"> • $VTE < 1/8$ des abgegebenen Volumens, wenn VT auf > 50 ml eingestellt ist (alle Modi außer NIV) • $P_{max} < (PEEP + P_{kontroll}) - 5$ mbar • $P_{tank} < 750$ mbar für mehr als 2,5 s (alle Modi außer NIV) Der Alarm wird zurückgesetzt, wenn die beiden folgenden Aussagen auf zwei aufeinander folgende Atemhübe zutreffen: <ul style="list-style-type: none"> • Atemwegsdruck ≥ 3 mbar oder expiratorischer Flow ≥ 45 ml/s • $P_{tank} \geq 750$ mbar für mindestens 500 ms
Drucklimitierung	$P_{insp} + PEEP/CPAP \geq (P_{max} - 10 \text{ mbar})$
IRV	Gemessener oder eingestellter Wert für I:E $\geq 1:1$
Luft-/Sauerstoff-zufuhr	Eingangsdruck der Luft oder des Sauerstoffs < 200 kPa (29 psi)
O2 Zelle defekt	Gemessener Sauerstoffwert ≤ 18 %
Obstruktion Expiration	Gemessener Wert für PEEP/CPAP $>$ (eingestellter Wert für PEEP/CPAP + 5 mbar) für zwei aufeinander folgende Atemhübe
Sauerstoff- und Luftzufuhr	Eingangsdruck beider Zufuhren < 200 kPa (29 psi)
Sauerstoff zu hoch	Gemessener Sauerstoffwert \geq (Sauerstoffeinstellung + 5 % der Einstellung)

**Tabelle A-10. Nicht einstellbare Alarmer und
alarmauslösende Bedingungen (Forts.)**

Alarm	Auslöser
Sauerstoff zu tief	Gemessener Sauerstoffwert \leq (Sauerstoffeinstellung – 5 % der Einstellung), mindestens 18 %
Tidalvolumen zu hoch	Abgegebenes inspiratorisches Tidalvolumen = 1,5 x eingestellter VT-Wert
Überprüfe Flow Sensor	Die Sensorleitungen sind diskonnektiert oder verstopft
Volumenmessung ungenau	VTE > 2 x abgegebenes Volumen (für abgegebene Volumina > 20 ml) oder (VTE – abgegebenes Volumen) > 20 ml (für abgegebene Volumina \leq 20 ml)
Sonstige	ASV: Drucklimitierung, ASV: Zielwert unerreichbar, Ausfall Lüfter, Flow Sensor fehlt, Netzausfall (Wechsel zu Batteriebetrieb), Sauerstoffzelle fehlt, Ersetze Uhrenbatterie

A.9 Beatmungsschlauchsystem – Spezifikationen

Tabelle A-11 enthält die Spezifikationen für die Beatmungsschlauchsysteme von HAMILTON MEDICAL.

HINWEIS:

Werden die Konfigurationen eines HAMILTON MEDICAL Beatmungsschlauchsystems geändert (z. B. wenn Zubehör oder Komponenten hinzugefügt werden sollen), muss sichergestellt werden, dass folgende inspiratorische und expiratorische Resistance-Werte des Beatmungsschlauchsystems, die von ISO 10651-1 vorgeschrieben sind, eingehalten werden: Erwachsene, 6 mbar bei 60 l/min oder Kinder/Säuglinge, 6 mbar bei 30 l/min.

Tabelle A-11. Beatmungsschlauchsystem – Spezifikationen

Parameter	Spezifikation
Widerstand ¹	Schlauchsystem für Erwachsene (19 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen, Flow von 60 l/min): Inspirationsschenkel: < 5,8 mbar/l/s Expirationsschenkel: < 5,8 mbar/l/s Schlauchsystem für Kinder (15 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen, Flow von 30 l/min): Inspirationsschenkel: < 2,7 mbar/l/s Expirationsschenkel: < 5,5 mbar/l/s
Compliance ¹	Schlauchsystem für Erwachsene (19 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen): 2 ml/mbar Schlauchsystem für Kinder (15 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen): 1,9 ml/mbar
Volumen ¹	Schlauchsystem für Erwachsene (19 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen): 2,4 l Schlauchsystem für Kinder (15 mm I.D. mit 22F-Anschlüssen): 1,8 l Flow Sensor: 9 ml (Gebrauch bei einem einzigen Patienten) oder 11 ml (wiederverwendbar)
Bakterienfilter	Partikelgröße: Rückhaltung von Partikeln mit 0,3 µm (Mikrometer) mit > einer Filterleistung von 99,99 % Resistance: < 2 mbar bei 60 l/min

1. Auf Basis der Konfiguration des Patienten-Beatmungsschlauchsystems, wie in Abbildung 2-5 gezeigt, einschließlich einer Wasserfalle, jedoch ohne Befeuchter. Weiteres Zubehör erhöht die genannten Werte und verringert den Patientenkomfort.

A.10 Weitere technische Daten

Tabelle A-12 enthält weitere technische Daten des Beatmungsgeräts.

Tabelle A-12. Weitere technische Daten

Einstellung	Wert
Expiratorische Triggersensitivität (ETS)	ETS-Einstellung
Flussprofil	Dezelerierend
Maximale Inspirationszeit (SPONT Atemhübe)	3,2 s (andere Modi als NIV) 1,0 bis 3,0 s (NIV-Modus)
Expiratorisch/P tief-Zeit	Mindestens 0,2 s (Modus DuoPAP/APRV) und maximal 60/Frequenz – 0,1 s (Modus DuoPAP) oder 30 s (Modus APRV) 20 % der Zyklusdauer, mind. 200 ms, max. 800 ms (ausgenommen im Modus DuoPAP/APRV)
Tests und Spezialfunktionen	Dichtheitstest, Kalibration O2 Zelle, Flow Sensor Test, Spülung mit 100-prozentigem Sauerstoff, Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub, Verneblung, Stand-by-Modus
Grenzdruck	0 bis 100 mbar, wird durch Überdruck- und Umgebungsluftventil gewährleistet
Minimaler Betriebsdruck	Abhängig von PEEP/CPAP. Wird durch Alarm Diskonnektion gewährleistet.
Maximaler Betriebsdruck	75 mbar; wird durch den Grenzwert für Hochdruck (Pmax) gewährleistet
Trigger	1 bis 10 l/min, gemessen am Flow Sensor

Tabelle A-12. Weitere technische Daten (Forts.)

Einstellung	Wert
Mess- und Anzeigergeräte	<p>Druck- und Volumenmessungen: Typ: Differential-Druckaufnehmer, mit variabler Öffnung Messposition: Y-Stück des Patienten Messungen: Siehe Tabelle A-8</p>
	<p>Sauerstoffmessung: Typ: Galvanisches Element Messposition: Inspirationspneumatik Messungen: Abgegebene Sauerstoff- konzentration, Bereich: 18 bis 105 % Reaktionszeit: 20 s, gemäß ISO 7767</p>
	<p>Anzeige von Einstellungen, Alarmen und Monitoring-Daten: Typ: LCD (Flüssigkristallanzeige) Größe (RAPHAEL Color, RAPHAEL Silver und RAPHAEL): 320 x 240 Pixel/120 x 89 mm/ 4,7 x 3,5 Zoll (B x H) 144 mm/5,7 Zoll (diagonal) Größe (RAPHAEL XTC): 640 x 480 Pixel/211 x 158 mm/ 8,3 x 6,2 Zoll (B x H) 264 mm/10,4 Zoll (diagonal) Andere Anzeigen: Typ: LED (4) Funktionen: Alarmstummschaltung, Vernebler, Trigger, Wechselstrom- versorgung</p>
Minutenvolumenfähigkeit	Bis zu 30 l/min

A.11 Normen und Zulassungen

RAPHAEL wurde in Übereinstimmung mit den geltenden FDA-Richtlinien sowie den US-amerikanischen und internationalen Normen entwickelt. Es entspricht den wesentlichen Anforderungen der EU-Richtlinie 93/42/EWG, Anhang I und trägt das CE-Kennzeichen. Es wurde gemäß den geltenden CSA-Normen zugelassen und ist mit dem CSA-Zeichen versehen.

Das Beatmungsgerät wird gemäß einem zertifizierten Qualitätssicherungssystem nach EN ISO 9001/EN 46001/ EU-Richtlinie 93/42/EWG, Anhang II, Artikel 3 hergestellt.

Das Beatmungsgerät ist gemäß den Normen IEC 60601-1/ EN 60601-1 in Schutzklasse I, Typ B, Verschmutzungsgrad 2, Installationskategorie II eingestuft worden (Geräte mit interner Stromversorgung, tropfwassergeschützt und für Dauerbetrieb).

A.12 Erklärungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (IEC/EN 60601-1-2)

Das Beatmungsgerät RAPHAEL ist für den Betrieb in einer wie in Tabelle A-13, Tabelle A-14 und Tabelle A-15 angegebenen Umgebung bestimmt. Der Kunde oder der Anwender von RAPHAEL sollte sicherstellen, dass es in einer derartigen Umgebung betrieben wird.

RAPHAEL ist für den Betrieb in einer elektromagnetischen Umgebung bestimmt, in der gestrahlte HF-Störgrößen kontrolliert werden. Der Kunde oder der Anwender von RAPHAEL kann dadurch helfen, elektromagnetische Störungen zu vermeiden, indem er den Mindestabstand zwischen tragbaren und mobilen HF-Telekommunikationsgeräten (Sendern) und RAPHAEL – abhängig von der Ausgangsleistung des Kommunikationsgerätes wie in Tabelle A-15 angegeben – einhält.

Tabelle A-13. Leitlinien und Herstellererklärung – Elektromagnetische Aussendungen

Störaussendungs- messungen	Überei- stimmung	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
HF-Aussendungen nach CISPR 11	Gruppe 1	Das Beatmungsgerät RAPHAEL verwendet HF-Energie nur zu seiner internen Funktion. Daher ist seine HF-Aussendung sehr gering und es ist unwahrscheinlich, dass benachbarte elektronische Geräte gestört werden.
HF-Aussendungen nach CISPR 11	Klasse A	RAPHAEL ist für den Gebrauch in anderen als Wohneinrichtungen und solchen bestimmt, die unmittelbar an ein öffentliches Niederspannungsversorgungsnetz angeschlossen sind, das auch Wohngebäude versorgt.
Oberschwingungen nach IEC 61000-3-2	Klasse A	
Spannungs- schwankungen/ Flicker nach IEC 61000-3-3	Überei- stimmung	

Tabelle A-14. Leitlinien und Herstellererklärung – Elektromagnetische Störfestigkeit¹

Störfestigkeitsprüfung	IEC 60601-Prüfpegel	Übereinstimmungspegel	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
Entladung statischer Elektrizität (ESD) nach IEC 61000-4-2	± 6 kV Kontaktentladung ± 8 kV Luftentladung	± 6 kV Kontaktentladung ± 8 kV Luftentladung	Fußböden sollten aus Holz oder Beton bestehen oder mit Keramikfliesen versehen sein. Wenn der Fußboden mit synthetischem Material versehen ist, muss die relative Luftfeuchte mindestens 30 % betragen.
Schnelle transiente elektrische Störgrößen/ Bursts nach IEC 61000-4-4	± 2 kV für Netzleitungen ± 1 kV für Eingangs-/Ausgangsleitungen	± 2 kV für Netzleitungen ± 1 kV für Eingangs-/Ausgangsleitungen	Die Qualität der Versorgungsspannung sollte der einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen.
Stoßspannungen (Surges) nach IEC 61000-4-5	± 1 kV Gegen-taktspannung ± 2 kV Gleich-taktspannung	± 1 kV Gegen-taktspannung ± 2 kV Gleich-taktspannung	Die Qualität der Versorgungsspannung sollte der einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen.
Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Schwankungen der Versorgungsspannung nach IEC 61000-4-1-1	< 5 % U_T (> 95 % Einbruch der U_T) für 0,5 Perioden 40 % U_T (60 % Einbruch der U_T) für 5 Perioden 70 % U_T (30 % Einbruch der U_T) für 25 % U_T (> 95 % Einbruch der U_T) für 5 s	< 5 % U_T (> 95 % Einbruch der U_T) für 0,5 Perioden 40 % U_T (60 % Einbruch der U_T) für 5 Perioden 70 % U_T (30 % Einbruch der U_T) für 25 Perioden < 5 % U_T (> 95 % Einbruch der U_T) für 5 s	Die Qualität der Versorgungsspannung sollte der einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen. Aufgrund der internen Batterie ist das Beatmungsgerät RAPHAEL gegen Unterbrechungen der Netzstromversorgung für bis zu 30 Minuten störfest.
Magnetfeld bei der Versorgungsfrequenz (50/60 Hz) nach IEC 61000-4-8	3 A/m	30 A/m	Das Magnetfeld bei der Versorgungsfrequenz sollte charakteristischen Pegeln für einen Aufstellungsort in einer typischen Geschäfts- oder Krankenhausumgebung entsprechen.

**Tabelle A-14. Leitlinien und Herstellererklärung –
Elektromagnetische Störfestigkeit¹ (Forts.)**

Störfestigkeitsprüfung	IEC 60601-Prüfpegel	Übereinstimmungspegel	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
<p>Geleitete HF-Störgröße nach IEC 61000-4-6</p>	<p>3 Veff 150 kHz bis 80 MHz außerhalb der ISM-Bänder² 10 Veff 150 kHz bis 80 MHz in den ISM-Bändern⁴</p>	<p>10 Veff 10 Veff</p>	<p>Tragbare und mobile Funkgeräte sollten in keinem geringeren Abstand zum Beatmungsgerät RAPHAEL einschließlich der Leitungen verwendet werden als dem empfohlenen Schutzabstand, der nach der für die Sendefrequenz zutreffenden Gleichung berechnet wird. Empfohlener Schutzabstand:</p> <p align="center">$d = 0.35 \sqrt{P}$</p> <p>$d = 1.2 \sqrt{P}$</p>

Tabelle A-14. Leitlinien und Herstellererklärung – Elektromagnetische Störfestigkeit¹ (Forts.)

Störfestigkeitsprüfung	IEC 60601-Prüfpegel	Übereinstimmungspegel	Elektromagnetische Umgebung – Leitlinien
Gestrahlte HF-Störgrößen nach IEC 61000-4-3	10 V/m 80 MHz bis 2,5 GHz	10 V/m	$d = 1.2 \cdot \sqrt{P}$ 80 MHz bis 800 MHz $d = 2.3 \cdot \sqrt{P}$ 800 MHz bis 2,5 GHz mit P als maximaler Ausgangsleistung des Senders in Watt (W) gemäß Angaben des Herstellers und d als empfohlenen Schutzabstand in Metern (m) ³ . Die Feldstärke stationärer Funksender sollten bei allen Frequenzen gemäß einer Untersuchung vor Ort ⁴ geringer als der Übereinstimmungspegel sein ⁵ . In der Umgebung von Geräten, die das folgende Bildzeichen tragen, sind Störungen möglich. 

1. U_T ist die Netzwechselfspannung vor der Anwendung der Prüfpegel.
2. Die ISM-Frequenzbänder (für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen) zwischen 150 kHz und 80 MHz sind 6,765 MHz bis 6,795 MHz; 13,553 MHz bis 13,567 MHz; 26,957 MHz bis 27,283 MHz und 40,66 MHz bis 40,70 MHz.
3. Die Übereinstimmungspegel in den ISM-Frequenzbändern zwischen 150 kHz und 80 MHz und im Frequenzbereich von 80 MHz bis 2,3 GHz sind dazu bestimmt, die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass mobile/tragbare Kommunikationseinrichtungen Störungen hervorrufen können, wenn sie unbeabsichtigt in den Patientenbereich gebracht werden. Aus diesem Grunde wird der zusätzliche Faktor von 10/3 bei der Berechnung der empfohlenen Schutzabstände für Sender in diesen Frequenzbereichen angewandt.
4. Die Feldstärke stationärer Sender, wie z. B. Basisstationen von Funktelefonen (Handy/schnurloses Telefon) und mobilen Landfunkgeräten, Amateurfunk-Stationen, AM- und FM-Rundfunk- und Fernsehsendern, kann theoretisch nicht genau vorherbestimmt werden. Um die elektromagnetische Umgebung hinsichtlich der stationären Funksender zu ermitteln, sollte eine Studie des Standorts erwogen werden. Wenn die gemessene Feldstärke an dem Standort, an dem das Beatmungsgerät RAPHAEL benutzt wird, die obigen HF-Übereinstimmungspegel überschreitet, sollte das Beatmungsgerät beobachtet werden, um die bestimmungsgemäße Funktion nachzuweisen. Wenn ungewöhnliche Leistungsmerkmale beobachtet werden, können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, wie z. B. eine veränderte Ausrichtung oder ein anderer Standort von RAPHAEL.
5. Über den Frequenzbereich von 150 kHz bis 80 MHz sollte die Feldstärke geringer als 1 V/m sein.

Tabelle A-15. Empfohlene Schutzabstände zwischen tragbaren und mobilen HF-Telekommunikationsgeräten und dem Beatmungsgerät RAPHAEL¹

Maximale Nennleistung des Senders (W)	Schutzabstand abhängig von der Sendefrequenz (m) ^{2,3,4,5}			
	150 kHz bis 80 MHz außerhalb der ISM-Bänder $d = 0.35 \sqrt{P}$	150 kHz bis 80 MHz in den ISM-Bändern $d = 1.2 \sqrt{P}$	80 MHz bis 800 MHz $d = 1.2 \sqrt{P}$	800 MHz bis 2,5 GHz $d = 2.3 \sqrt{P}$
0,01	0,035	0,12	0,12	0,23
0,1	0,11	0,38	0,38	0,73
1	0,35	1,2	1,2	2,3
10	1,1	3,8	3,8	7,3
100	3,5	12	12	23

1. Diese Leitlinien mögen nicht in allen Fällen anwendbar sein. Die Ausbreitung elektromagnetischer Größen wird durch Absorption und Reflexionen der Gebäude, Gegenstände und Menschen beeinflusst.
2. Für Sender, deren maximale Nennleistung nicht in obiger Tabelle angegeben ist, kann der empfohlene Schutzabstand d in Metern (m) unter Verwendung der jeweiligen Gleichung für die Sendefrequenz bestimmt werden, wobei P die maximale Nennleistung des Senders in Watt (W) gemäß Angabe des Senderherstellers ist.
3. Bei 80 MHz und 800 MHz gilt der Schutzabstand für den höheren Frequenzbereich.
4. Die ISM-Frequenzbänder (für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen) zwischen 150 kHz und 80 MHz sind 6,765 MHz bis 6,795 MHz; 13,553 MHz bis 13,567 MHz; 26,957 MHz bis 27,283 MHz und 40,66 MHz bis 40,70 MHz.
5. Bei der Berechnung des empfohlenen Schutzabstandes für Sender in den ISM-Frequenzbändern zwischen 150 kHz und 80 MHz sowie im Frequenzbereich von 80 MHz bis 2,5 GHz wird ein zusätzlicher Faktor von $10/3$ berücksichtigt, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass ein mobiles/tragbares Kommunikationsgerät Störungen verursachen kann, wenn es unbeabsichtigt in den Patientenbereich eingebracht wird.

A.13 Gewährleistung

EINGESCHRÄNKTE GARANTIE

HIERMIT WIRD AUSDRÜCKLICH VEREINBART, DASS DIE HIER AUFGEFÜHRTEN GARANTIEBESTIMMUNGEN ALLE ANDEREN VEREINBARUNGEN ÄHNLICHEN INHALTS HINFÄLLIG WERDEN LASSEN. DER KÄUFER ERKLÄRT SICH EINVERSTANDEN, DASS KEINE GARANTIE – WEDER IMPLIZIT NOCH EXPLIZIT – ÜBERNOMMEN WERDEN, DIE ÜBER DIE HIER VEREINBARTEN GARANTIEBESTIMMUNGEN HINAUSGEHEN. STILLSCHWEIGEND GETROFFENE GARANTIEVEREINBARUNGEN TRETEN JEDOCH WÄHREND DES DEFINIERTEN ZEITRAUMS MIT BESCHRÄNKTER GARANTIELEISTUNG NICHT AUSSER KRAFT.

HAMILTON MEDICAL erklärt gegenüber dem Käufer, dass seine Produkte bei Auslieferung frei von Material- oder Produktionsfehlern sind.

Verbrauchsmaterialien sind jedoch aus der Garantie ausgeschlossen. Verbrauchsmaterialien und Einmalprodukte sind entweder für den Einweggebrauch bestimmt oder haben nur eine begrenzte Lebensdauer. Sie müssen regelmäßig gemäß dem Bedienungshandbuch ausgetauscht werden, damit das Produkt voll funktionsfähig bleibt.

HAMILTON MEDICAL kann nur im Rahmen der hier aufgeführten Garantievereinbarung haftbar gemacht werden und übernimmt keine zusätzlichen Verbindlichkeiten (z. B. Beschränkungen, Verbindlichkeiten oder Haftung für Fahrlässigkeit oder Haftung im engeren Sinne). HAMILTON MEDICAL haftet weder direkt noch pauschal für zufällig auftretende oder Folgeschäden.

Diese eingeschränkten Garantiebestimmungen erlöschen in den folgenden Fällen:

- A. Wenn das Produkt nicht von einem autorisierten Vertreter von HAMILTON MEDICAL nach den von HAMILTON MEDICAL oder einem Vertreter bereitgestellten Anweisungen installiert und angeschlossen wurde;
- B. Wenn nicht nachweisbar ist, dass der Schaden / die Reparatur innerhalb der Garantiezeit aufgetreten ist;
- C. Wenn die Seriennummer manipuliert, unkenntlich gemacht oder entfernt wurde oder wenn kein Kaufbeleg vorhanden ist, aus dem das Datum des Erwerbs hervorgeht;
- D. Wenn der Defekt als Folge von Bedienungsfehlern, Fahrlässigkeit oder Unfällen aufgetreten ist oder Reparaturen, Justierungen, Änderungen oder der Austausch von Komponenten nicht direkt von HAMILTON MEDICAL oder einem autorisierten Servicecenter oder Servicebeauftragten ausgeführt wurden;
- E. Wenn das Produkt ohne schriftliche Genehmigung von HAMILTON MEDICAL mechanisch oder elektronisch verändert wurde.

Durch Reparaturen oder den Austausch von Komponenten innerhalb des eingeschränkten Garantiezeitraums wird dieser nicht verlängert.

Um eine Garantieleistung in Anspruch zu nehmen, ist es erforderlich, sofort Kontakt mit dem betreffenden Vertriebspartner von HAMILTON MEDICAL aufzunehmen und Informationen über die Art des aufgetretenen Problems, die Seriennummer und das Kaufdatum bereit zu halten.

Mit Ausnahme der oben genannten Fälle kann HAMILTON MEDICAL nicht für Schäden, Ansprüche oder Verbindlichkeiten (einschließlich Fällen mit beschränkter Haftung, Verletzungsfolgen, Folgeschäden etc.) haftbar gemacht werden.

B Beatmungsmodi

B.1	Einleitung	B-2
B.2	Das biphasische Konzept	B-3
B.3	Kontrollierte Modi	B-7
	B.3.1 Synchronisierte kontrollierte maschinelle Beatmung ([S]CMV+)	B-7
	B.3.2 Druckkontrollierte Beatmung (PCV+)	B-11
B.4	SIMV (Modi der synchronisierten intermittierenden maschinellen Beatmung)	B-14
	B.4.1 Modus SIMV+	B-15
	B.4.2 Modus PSIMV+	B-17
B.5	Spontaner Modus (SPONT)	B-19
B.6	Erweiterte Beatmungsmodi	B-21
	B.6.1 Adaptive Druckunterstützung (ASV)	B-21
	B.6.2 DuoPAP (zweifach positiver Atemwegsdruck und APRV (Airway Pressure Release Ventilation)	B-21
	B.6.3 Nicht invasive Beatmung (NIV)	B-29
B.7	IntelliTrig-Funktion (intelligenter Trigger)	B-45



B.1 Einleitung

In diesem Kapitel wird das Funktionsprinzip der Beatmungsmodi von RAPHAEL erklärt. Als Grundlage wird zunächst das biphasische Konzept beschrieben, welches das Herzstück des pneumatischen Aufbaus ist und für das Verständnis der Beatmungsmodi des RAPHAEL entscheidend ist.

RAPHAEL bietet die folgenden Beatmungsmodi:

- Kontrollierte Modi
 - (S)CMV+ (synchronisierte kontinuierliche maschinelle Beatmung)
 - PCV+ (druckkontrollierte Beatmung)
- Modi der synchronisierten intermittierenden maschinellen Beatmung (SIMV)
 - SIMV+
 - PSIMV+ (druckkontrollierte SIMV)
- Modus SPONT (spontan)
- Erweiterte Modi
 - ASV (Adaptive Support Ventilation)
 - DuoPAP (zweifach positiver Atemwegsdruck)
 - APRV (Beatmungsmodus zur Atemwegsdruckentlastung)
 - NIV (nicht invasive Beatmung)



Die volumenkontrollierten Modi werden bei RAPHAEL durch eine adaptive Volumensteuerung (ASV-Controller) bereitgestellt. Durch Kombination der Vorteile der druckkontrollierten Beatmung mit der volumenkontrollierten Beatmung stellt der ASV-Controller sicher, dass das Ziel-Tidalvolumen selbst bei einer Änderung der Lungeneigenschaften ohne übermäßigen Druck abgegeben wird. Der Betrieb des ASV-Controller wird im Rahmen der Beschreibung für den Modus (S)CMV+ (Kapitel B.3.1) erläutert.

Bei RAPHAEL weisen alle kontrollierten Atemhübe einen abfallenden Kurvenverlauf auf. Während der Expiration werden keine negativen Drücke erzeugt.

B.2 Das biphasische Konzept

Es ist allgemein anerkannt, dass frühe Spontanatmung für viele beatmete Patienten vorteilhaft ist, vorausgesetzt das Gerät lässt den Patienten bei Kontraktion und Entspannung der Atemmuskeln ein- und ausatmen. Mit anderen Worten – das Beatmungsgerät muss synchron zu den Muskelkontraktionen des Patienten arbeiten, egal wie die Kontrollen des Beatmungsgeräts eingestellt sind.

Deshalb wurde die Pneumatik von RAPHAEL so eingerichtet, dass die freie Spontanatmung ermöglicht wird. Das Beatmungsgerät zwingt den Patienten nie zu einem voreingestellten Beatmungsmuster, sondern ordnet sich immer der Spontanatmung unter. Dies wird durch ein spezielles Ventilkontrollsystem erreicht, das unabhängig von Triggermechanismen ist. Das Konzept wird als „biphasisch“ bezeichnet, da Atemgas gleichzeitig vom und zum Patienten fließen kann. Das biphasische Konzept gilt für alle RAPHAEL Beatmungsmodi.

Der Einsatz des biphasischen Konzepts verbessert den Patientenkomfort¹, da die Spontanatmung gefördert wird², eine geringere Sedierung auch bei verlängerter Inspirationsphase nötig ist³ und ein freier Flow zum Patienten jederzeit möglich ist. Die abfallende Inspirationskurve verbessert Gasverteilung und Sauerstoffanreicherung und senkt Spitzendrücke^{2 3 4 5 6}.

-
1. Cinnella G, Conti G, Lofaso F, Lorino H, Harf A, Lemaire F, Brochard L, Effects of assisted ventilation on the work of breathing: volume-controlled versus pressure-controlled ventilation. *Am J Respir Care Med* 1996 Mar;153(3):1025-33
 2. Kuhlen R, Putensen C, Editorial: Maintaining spontaneous breathing efforts during mechanical ventilatory support, *Int Care Med* 1999;25:1203-5
 3. Sydow M, Burchardi H, Ephraim E, Zielmann S, Crozier TA, Long-term effects of two different ventilatory modes on oxygenation in acute lung injury. Comparison of airway pressure release ventilation and volume-controlled inverse ratio ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994 Jun;149(6):1550-6

Abbildung B-1 bis Abbildung B-3 stellen dieses Konzept dar. Abbildung B-1 zeigt einen passiven Patienten, der druckkontrolliert beatmet wird. Gas fließt zum Patienten, wenn der Druck steigt, Gas fließt vom Patienten, wenn der Inspirationsdruck fällt.

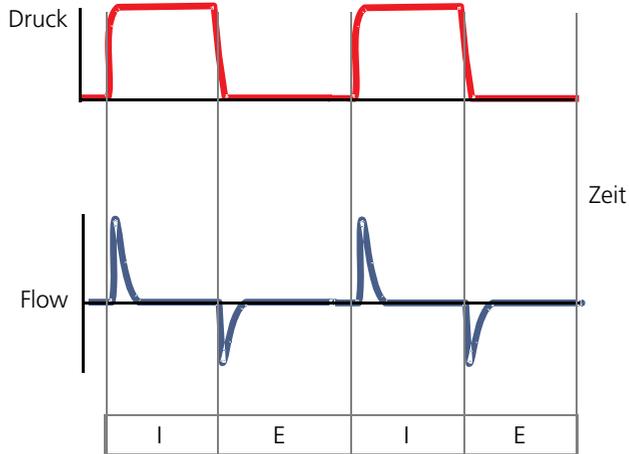


Abbildung B-1. Konventionelle druckkontrollierte Beatmung bei einem passiven Patienten. Flow zum Patienten während der Inspiration (I), Flow vom Patienten nur während der Expiration (E).

4. Al-Saady N, Bennett ED, Decelerating inspiratory flow waveform improves lung mechanics and gas exchange in patients on intermittent positive pressure ventilation. *Int Care Med* 1985;11(2):68-75
5. Tharatt R St, Allen RP, Albertson TE, Pressure controlled inverse ratio ventilation in severe adult respiratory failure, *Chest* 1988 Oct;94(4):755-62
6. Davis K Jr, Branson RD, Campbell RS, Porembka DT, Comparison of volume and pressure control ventilation: is flow waveform the difference? *J Trauma* 1996 Nov;41(5):808-14

Abbildung B-2 zeigt einen teilweise aktiven Patienten während der konventionellen druckkontrollierten Beatmung, wenn der Trigger deaktiviert ist. Ist eine Atmungsaktivität während der vom Gerät bestimmten Inspirationsphase vorhanden, fließt Gas nur zum Patienten. Gasfluss vom Patienten ist aufgrund des geschlossenen Expirationsventils unmöglich (siehe Flow-Kurve).

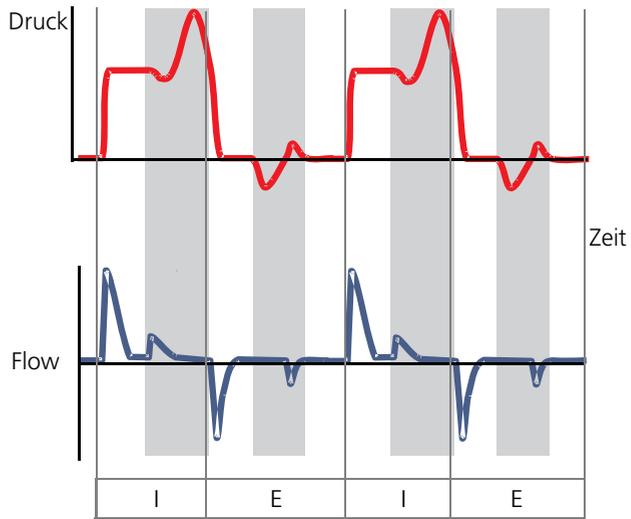


Abbildung B-2. Konventionelle druckkontrollierte Beatmung bei einem aktiven Patienten, wenn der Trigger deaktiviert ist. Der Druck steigt, wenn der Patient versucht auszuatmen (E). Der Druck sinkt, wenn der Patient versucht einzuzatmen (I).

Während der vom Gerät bestimmten Expirationsphase fließt Gas nur vom Patienten. Gasfluss zum Patienten ist aufgrund des geschlossenen Inspirationsventils unmöglich (siehe Flow-Kurve).

Abbildung B-3 zeigt einen teilweise aktiven Patienten im biphasischen Modus PCV+ von RAPHAEL. Beachten Sie, dass Inspiration und Expiration jederzeit möglich sind. So wird die beste Synchronisation von Patient und Beatmungsgerät ermöglicht. PCV+ wirkt beim Patienten wie eine künstliche Atmosphäre: Das Gerät variiert den Atemwegsdruck, um eine minimale Beatmung sicherzustellen, und der Patient trägt so viel wie möglich dazu bei.

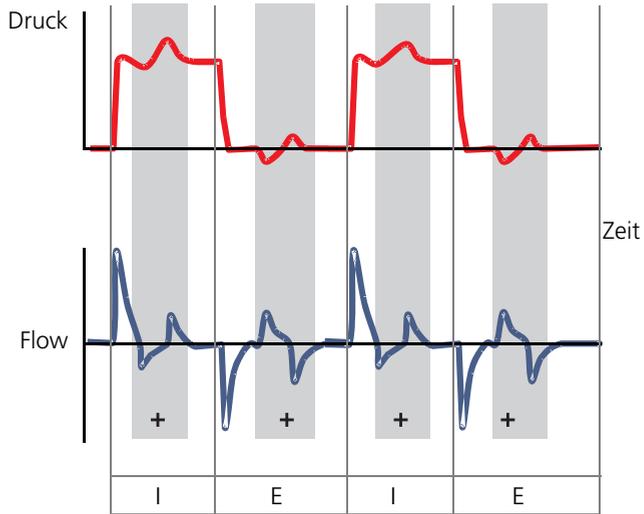


Abbildung B-3. Biphasisches PCV+ bei einem aktiven Patienten, wenn der Trigger deaktiviert ist. Der Patient kann in jeder Beatmungsphase frei ein- und ausatmen (+).

B.3 Kontrollierte Modi

Bei den kontrollierten Beatmungsmodi ([S]CMV+ und PCV+) werden in Zeitzyklen sowohl volumen- als auch druckkontrollierte Atemhübe abgegeben.

Triggert der Patient einen Atemhub oder wird dieser vom Bediener ausgelöst, steigt die Atemfrequenz an, während die Inspirationszeit und das Tidalvolumen (für [S]CMV+) oder der Inspirationsdruck (PCV+) konstant bleiben. Das Resultat ist ein Anstieg des Minutenvolumens.

In den kontrollierten Beatmungsmodi von RAPHAEL ist ein freies Atmen möglich. Zu jedem Zeitpunkt des Zyklus sorgt RAPHAEL dafür, dass die Patienten, wann immer sie möchten, ungehindert ein- und ausatmen können.

B.3.1 Synchronisierte kontrollierte maschinelle Beatmung ([S]CMV+)

Im Modus (S)CMV+ ist lediglich eine volumenkontrollierte maschinelle Beatmung möglich. In Abbildung B-4 werden die im Modus (S)CMV+ aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt. Die Einstellung für das Tidalvolumen (VT) definiert das Abgabevolumen. Die Kontrolleinstellungen für Frequenz und I:E-Verhältnis bestimmen den Atemrhythmus. Die Atemzüge können vom Beatmungsgerät, dem Patienten oder dem Bediener ausgelöst werden.

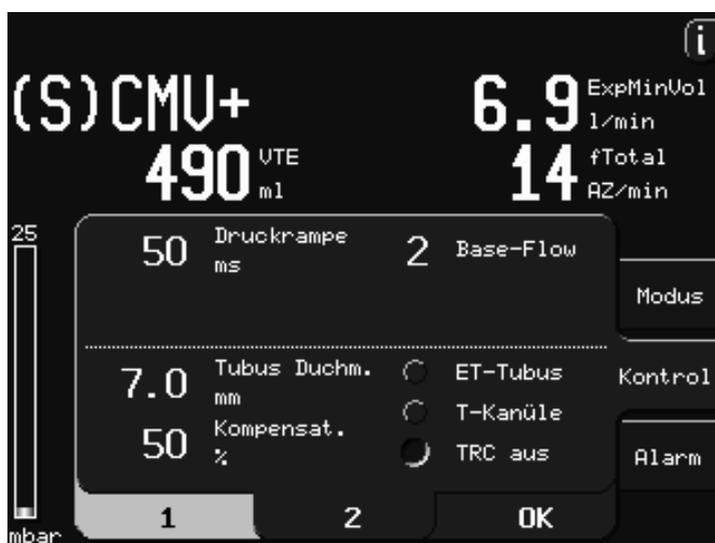
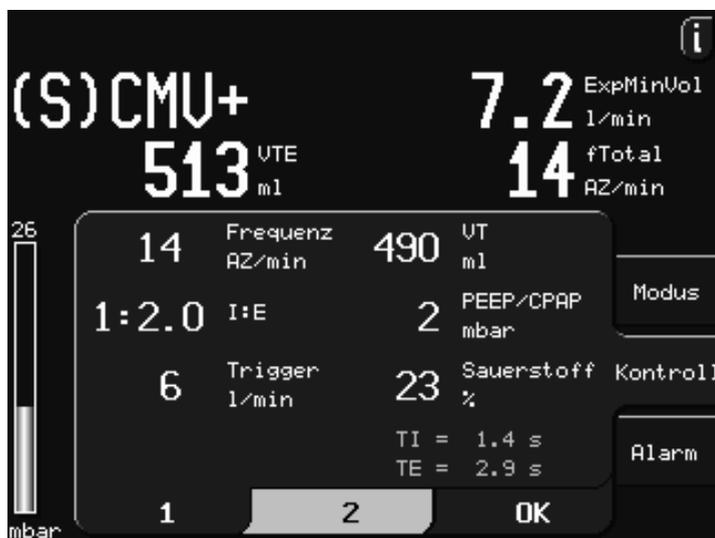


Abbildung B-4. (S)CMV+-Kontrollfenster

B.3.1.1 Funktionsprinzip

Im Modus (S)CMV+ wird das Tidalvolumen nach einem neuen Konzept (der adaptiven Volumensteuerung) kontrolliert. Bei der adaptiven Steuerung werden die Vorteile der druckkontrollierten mit denen der volumenkontrollierten Beatmung miteinander vereint. Bei jedem Atemhub vergleicht die adaptive Steuerung das benutzerdefinierte Tidalvolumen mit dem Durchschnitt des inspiratorischen und des expirierten Tidalvolumens. Zusätzlich passt die adaptive Steuerung den Inspirationsdruck, der während des nächsten Atemhubs angewendet wird, soweit an, dass das Zielvolumen erreicht wird. Der Inspirationsdruck wird schrittweise angepasst, bis auf maximal 2 mbar pro Atemzug. Der ASV-Controller stellt den Inspirationsdruck so ein, dass er zwischen (PEEP + 5 mbar) und (Pmax - 10 mbar) liegt (max. 50 mbar über dem Wert für PEEP; Abbildung B-5).

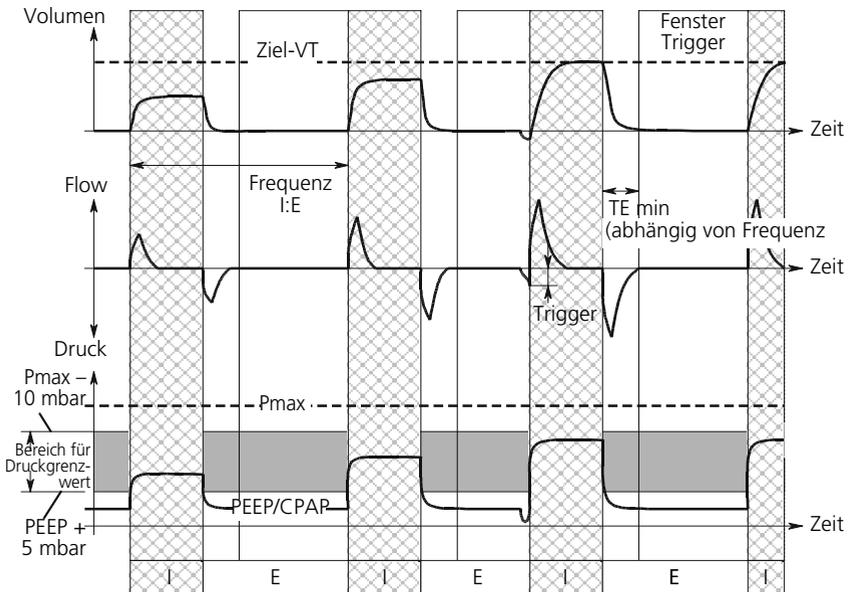


Abbildung B-5. Atemhubabgabe durch die adaptive Steuerung im Modus (S)CMV+ von RAPHAEL

B.3.1.2 Vorteile von (S)CMV+

Im Modus (S)CMV+ wird das Beatmungsvolumen kontrolliert, gleichzeitig kann der Patient kontrollierte Atemhübe triggern und ungehindert ein- und ausatmen. Mit Hilfe der adaptiven Steuerung wird sichergestellt, dass der Patient das benötigte Tidalvolumen erhält – trotz Compliance-Änderungen im Atmungstrakt des Patienten, Atemwegsresistance, intrinsischem PEEP oder Atemaktivitäten des Patienten. Das benutzerdefinierte Tidalvolumen wird immer erreicht, zusätzlich kommen jedoch die folgenden Vorteile der druckkontrollierten Beatmung zur Geltung:

- Bei passiven Patienten ein dezelerierendes Flow-Schema
- Bei aktiv atmenden Patienten ein schneller Druckaufbau und die Fähigkeit, einen hohen Flow vom Beginn der Inspiration an zu garantieren
- Bei aktiv atmenden Patienten die Möglichkeit, den momentan wirkenden Flow zu beeinflussen

Aufgrund der besonderen Eigenschaften des Modus (S)CMV+ ist das Anwendungsgebiet breitgefächerter als beim herkömmlichen Modus CMV. Der Modus (S)CMV+ kann jedoch kontraindiziert sein, wenn auf Patientenseite eine größere Leckage vorhanden ist.

B.3.2 Druckkontrollierte Beatmung (PCV+)

Im Modus PCV+ ist lediglich eine druckkontrollierte maschinelle Beatmung möglich. In Abbildung B-6 werden die aktiven Kontrolleinstellungen im Modus PCV+ dargestellt. Die Druckeinstellung (Pkontroll) definiert den angewendeten Druck. Die Kontrolleinstellungen für Frequenz und I:E-Verhältnis bestimmen den Atemrhythmus. Die Atemzüge können vom Beatmungsgerät, dem Patienten oder dem Bediener ausgelöst werden.

Bei der Beatmung im Modus PCV+ wird mit Beginn der Inspiration sofort der vorgegebene Druck aufgebaut. Bei passiven Patienten führt dies zu einem dezelerierenden Flow-Schema, was besonders bei der Flow-Verteilung vorteilhaft ist. Bei aktiv atmenden Patienten führt dies zu einem hohen Flow zu Beginn der Inspiration, einer Phase, in der die Bedürfnisse des Patienten besonders hoch sind. Darüber hinaus gestattet die Druckkontrolle aktiv atmenden Patienten jederzeit die Beeinflussung des momentan wirkenden Flows.

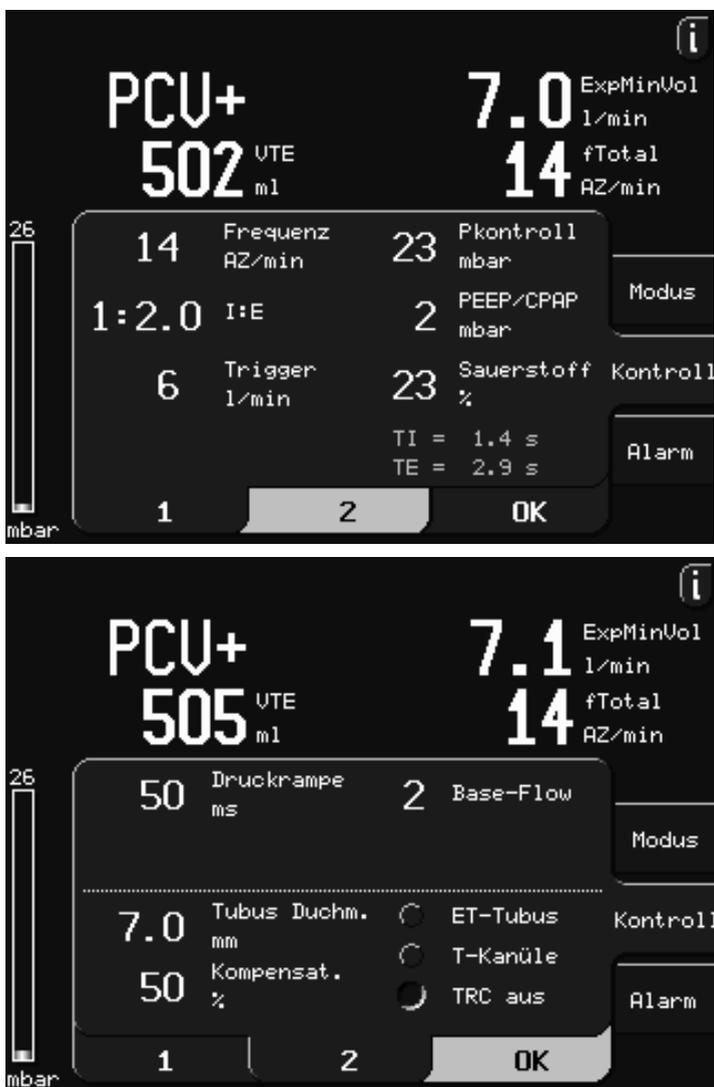


Abbildung B-6. PCV+-Kontrollfenster

Obwohl im Modus PCV+ der zuvor eingestellte Druck beibehalten wird, kann nicht garantiert werden, dass das Tidalvolumen konstant abgegeben wird, besonders bei Compliance-Änderungen im Atmungstrakt des Patienten, Atemwegsresistance, Auto-PEEP oder Atemaktivitäten des Patienten.

Um den Patientenstatus im Modus PCV+ zu überwachen, werden am Basisbildschirm von RAPHAEL das Expirationsminutenvolumen, die Gesamtatemfrequenz sowie in Echtzeit die Kurven für Flow, Druck oder Volumen über die Zeit angezeigt. Das Alarmsystem von RAPHAEL überprüft kontinuierlich das minimale und maximale Expirationsminutenvolumen des Patienten. Ist das Volumen zu niedrig oder zu hoch, wird ein Alarm mit hoher Priorität ausgelöst.

B.4 SIMV (Modi der synchronisierten intermittierenden maschinellen Beatmung)

Die SIMV-Modi von RAPHAEL (SIMV+ und PSIMV+) gewährleisten, dass ein oder mehrere Atemhübe innerhalb eines Intervalls abgegeben werden, das durch die benutzerdefinierte Frequenz bestimmt wird. Kontrollierte Atemhübe und spontane Atemzüge können kombiniert abgegeben werden.

Jedes Beatmungsintervall im Modus SIMV besteht aus Tmand- und Tspont-Abschnitten (Abbildung B-7). Während der Tmand-Abschnitte wartet das Beatmungsgerät darauf, dass der Patient einen Atemhub triggert. Triggert der Patient einen Atemhub, gibt das Beatmungsgerät unverzüglich einen maschinell kontrollierten Atemhub ab. Triggert der Patient keinen Atemhub, gibt das Beatmungsgerät automatisch am Ende des Tmand-Abschnitts einen kontrollierten Atemhub ab. Nach Abgabe des kontrollierten Atemhubs kann der Patient nach Belieben im verbleibenden Tmand- und Tspont-Intervall spontan atmen.

Die Apnoebeatmung kann in den SIMV-Modi aktiviert werden.

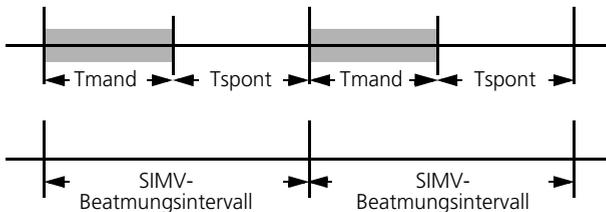


Abbildung B-7. Atemzugabgabe in den SIMV-Modi

B.4.1 Modus SIMV+

Im Modus SIMV+ handelt es sich bei kontrollierten Atemhüben um (S)CMV+ Atemhübe. Diese können mit SPONT Atemzügen alternieren. In Abbildung B-8 werden die im Modus SIMV+ aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt.

Im Modus SIMV+ ist die Volumenabgabe garantiert. Das Minutenvolumen, eine Funktion des Tidalvolumens und der Atmungsfrequenz, wird durch die kontrollierte Beatmung sichergestellt. Gleichzeitig hilft dieser Modus den Patienten, volle Kontrolle über ihr Atmungsmuster zu erhalten (durch die Möglichkeit, spontan zu atmen und durch Synchronisierung der spontanen Atemzüge mit den maschinell kontrollierten Atemhüben).

Aufgrund der genannten Eigenschaften des Modus SIMV+ wird er sowohl zur Beatmung als auch zur Entwöhnung eingesetzt.



Abbildung B-8. SIMV+-Kontrollfenster

B.4.2 Modus PSIMV+

Im Modus PSIMV+ handelt es sich bei kontrollierten Atemhüben um PCV+-Atemhübe. Diese können mit SPONT-Atemzügen alternieren. In Abbildung B-9 werden die im Modus PSIMV+ aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt.

Im Modus PSIMV+ kann nicht zu allen Zeiten eine ausreichende Abgabe des Tidalvolumens garantiert werden. Bei Verwendung dieses Modus bitte aufmerksam Veränderungen des Patientenstatus beobachten.

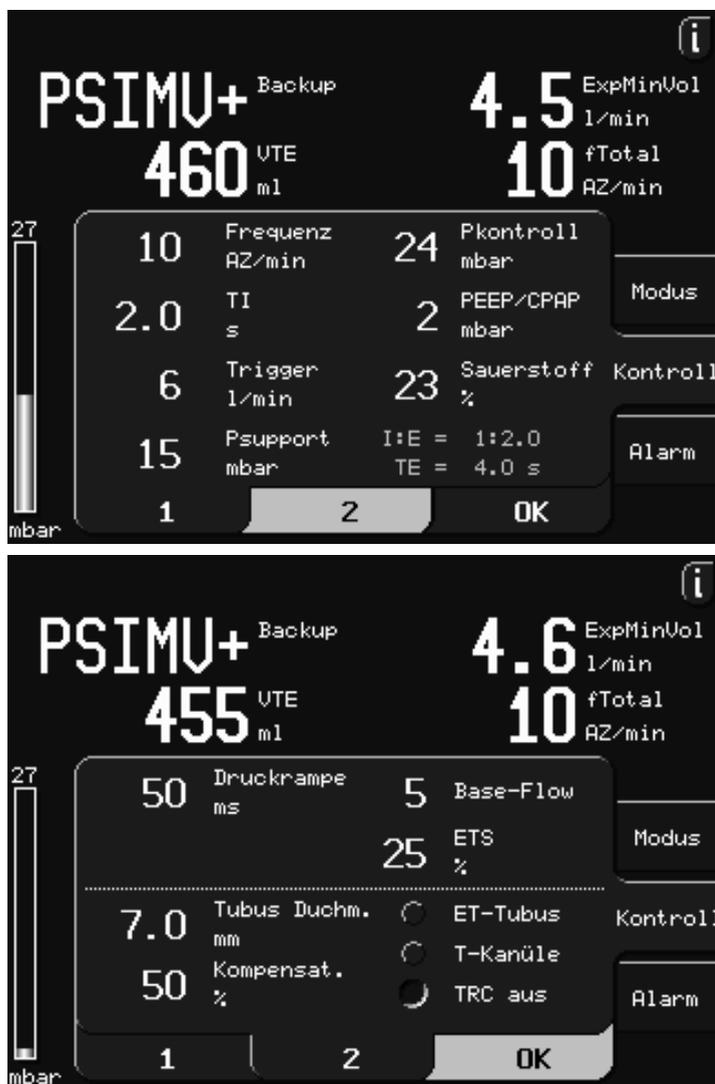


Abbildung B-9. PSIMV+-Kontrollfenster

B.5 Spontaner Modus (SPONT)

Im spontanen Modus (SPONT) werden spontane und vom Bediener ausgelöste (kontrollierte) Atemhübe abgegeben. In diesem Modus funktioniert RAPHAEL im Sinne eines Demand-Flow-Systems. Die spontanen Atembemühungen des Patienten werden mit einer eingestellten Druckunterstützung unterstützt. Wenn die Druckunterstützung auf null eingestellt wird, funktioniert RAPHAEL im Modus SPONT wie ein konventionelles CPAP-System. Die Apnoebeatmung kann im Modus SPONT aktiviert werden. In Abbildung B-10 werden die im Modus SPONT aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt.

Die Druckunterstützungseinstellung (Psupport) definiert den angewendeten Druck. Der Patient bestimmt den Atemrhythmus. Die Atemhübe können vom Patienten oder Bediener ausgelöst werden.



Abbildung B-10. SPONT-Kontrollfenster

B.6 Erweiterte Beatmungsmodi

B.6.1 Adaptive Druckunterstützung (ASV)



Weitere Informationen zu diesem Modus finden Sie in Anhang C.

B.6.2 DuoPAP (zweifach positiver Atemwegsdruck) und APRV (Airway Pressure Release Ventilation)



B.6.2.1 Einleitung

DuoPAP und APRV sind zwei ähnliche Formen der Druckbeatmung zur Unterstützung der Spontanatmung in zwei unterschiedlichen CPAP-Niveaus. In diesen Modi schaltet das Beatmungsgerät automatisch und regelmäßig zwischen zwei vom Bediener ausgewählten Niveaus des positiven Atemwegsdrucks oder CPAP um (P hoch und PEEP/CPAP oder P tief). Beide Modi ermöglichen die Kombination von kontrollierter Beatmung und Spontanatmung. Der Patient kann auf jedem Niveau frei atmen, Druckunterstützung kann zur Spontanatmung hinzugefügt werden. Das Wechseln zwischen den unterschiedlichen Niveaus wird durch die DuoPAP/APRV-Zeit-einstellungen oder durch Anstrengungen des Patienten getriggert. Druck/Zeitkurven für diese Modi werden in Abbildung B-13 und Abbildung B-14 gezeigt.

In Abbildung B-11 werden die im Modus DuoPAP aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt. In Abbildung B-12 werden die im Modus APRV aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt.

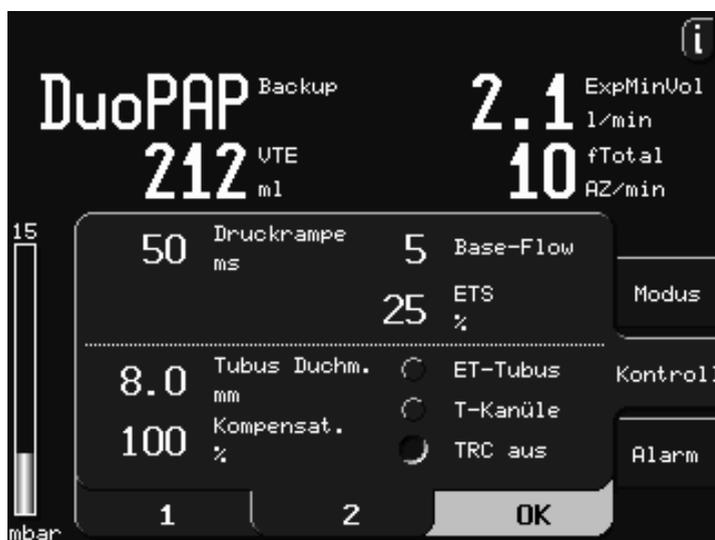
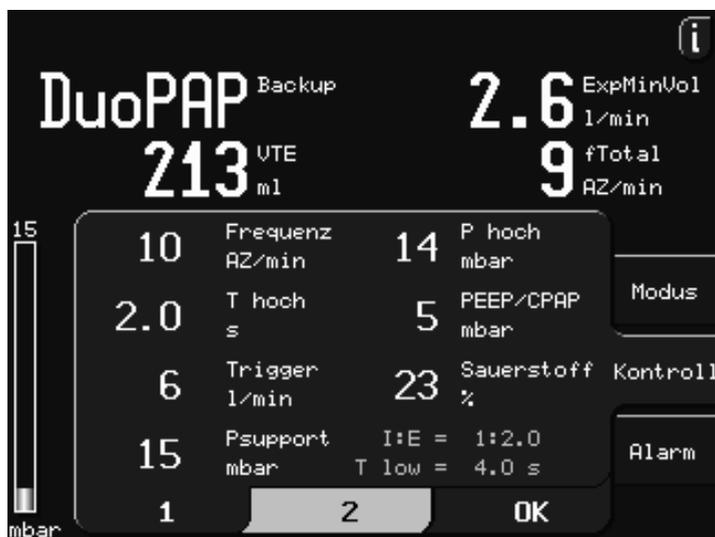


Abbildung B-11. DuoPAP-Kontrollfenster



Abbildung B-12. APRV-Kontrollfenster

Bei DuoPAP (Abbildung B-13) wird das Umschalten zwischen den beiden Niveaus durch die Druckeinstellungen P hoch und PEEP/CPAP sowie die Zeiteinstellungen T hoch und Frequenz bestimmt. Wie PEEP/CPAP wird P hoch relativ zum *Umgebungsdruck* eingestellt. Bei APRV (Abbildung B-14) wird das Umschalten durch die Druckeinstellungen P hoch und P tief sowie die Zeiteinstellungen T hoch und T tief bestimmt. Bei DuoPAP ist PEEP/CPAP die Baseline für P support, während bei APRV P tief die Baseline für P support ist – P support wird relativ zu PEEP/CPAP oder P tief eingestellt.

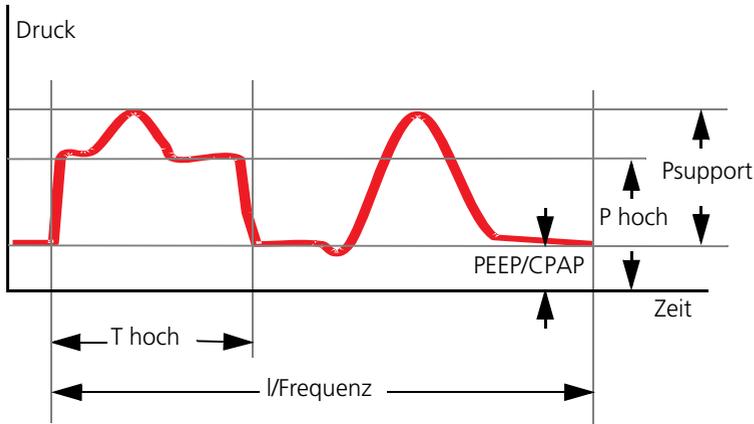


Abbildung B-13. DuoPAP Druckkurve

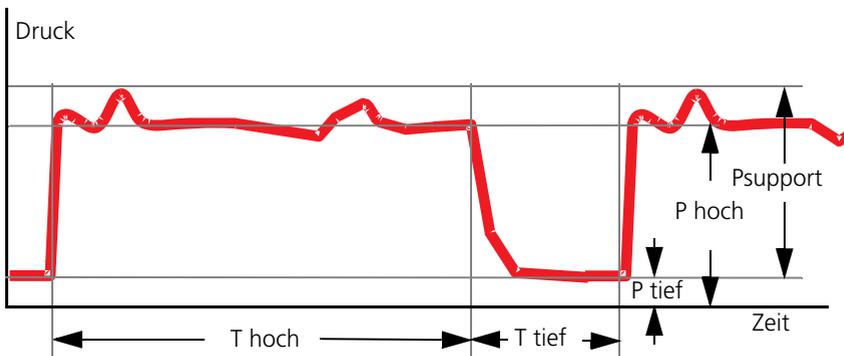


Abbildung B-14. APRV-Druckkurve

B.6.2.2 Unterschiede zwischen DuoPAP und APRV

Wie die Abbildungen zeigen, unterscheiden sich die beiden Modi in den für die Bestimmung des Atmungsmusters benötigten Einstellungen des Bedieners. Bei DuoPAP werden Frequenz und T hoch eingestellt, um einen Atemrhythmus einzurichten. Bei APRV stellen Sie T hoch und T tief ein, um die Zeit für jedes Niveau einzurichten. T tief bleibt im Modus APRV jedoch – unabhängig von der Synchronisation – konstant. Wenn der Patient also vor dem Ende von T hoch einen Atemhub auslöst, ist T hoch kürzer als der vom Bediener eingestellte Wert; die Phase T tief dauert aber stets so lange wie der vom Bediener eingestellte Wert. Bei DuoPAP stellen Sie P hoch und PEEP/CPAP ein, um die beiden Druckniveaus zu schaffen, während bei APRV P hoch und P tief eingestellt werden.

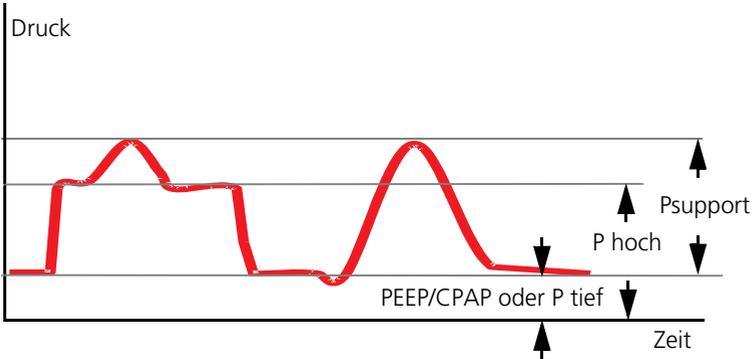
Bei der klinischen Anwendung unterscheiden sich diese beiden Beatmungsmodi normalerweise in der für das niedrigere Druckniveau zulässigen Zeit. Bei der Verwendung von DuoPAP ziehen Bediener meist relativ lange Zeiten für das hohe und niedrige Druckniveau vor, um Spontanatmung bei beiden zu ermöglichen. Bei der Verwendung von APRV ziehen Bediener meist relativ lange T hoch- und kürzere T tief-Einstellungen vor, so dass die Spontanatmung meist am oberen Druckniveau erfolgt. Der Druck wird dann gerade lange genug auf das untere Druckniveau gebracht, um zu ermöglichen, dass sich das Lungenvolumen verringern kann, dann wird sofort wieder das obere Druckniveau eingestellt.

B.6.2.3 Die Vielfältigkeit von DuoPAP und APRV

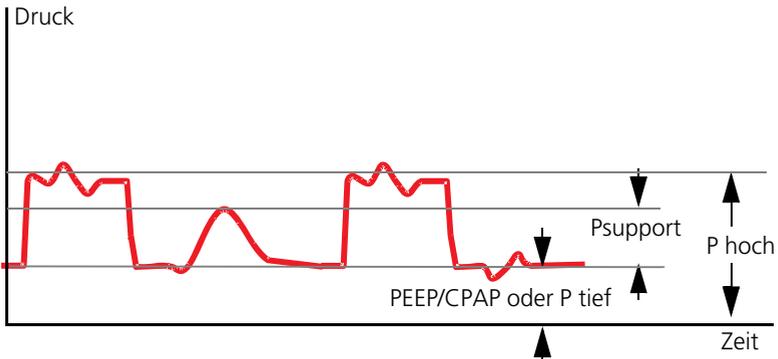
Bei unterschiedlichen Patienten und mit unterschiedlichen Kombinationen von Kontrolleinstellungen können DuoPAP und APRV so eingerichtet werden, dass sie einer Reihe von konventionellen Beatmungsmodi ähneln. Bei konventionellen Einstellungen und ohne Spontanatmung ähneln DuoPAP und APRV dem Modus PCV+. Wenn Sie die Frequenz verringern und T hoch in Abhängigkeit von der Zeit auf niedrigerem Druckniveau kurz halten, ähneln die Modi eher PSIMV+ mit spontanen Atemzügen nach kontrollierten Atemhüben. Wenn Sie die Atemzykluszeit auf 7,5 bis 15 s setzen und damit gerade genügend Zeit auf niedrigem Niveau lassen, um eine vollständige oder beinahe vollständige Expiration zu ermöglichen, ähneln die Modi dem klassischen APRV. Durch die ähnliche Einstellung von P tief und P hoch in PEEP/CPAP und die Anpassung anderer Parameter können die Modi SPONT ähneln.

B.6.2.4 Druckunterstützung bei der DuoPAP/APRV-Beatmung

Druckunterstützung kann so eingestellt werden, dass spontane Atemzüge in DuoPAP/APRV unterstützt werden, egal ob sie auf P hoch oder P tief/PEEP/CPAP Niveau auftreten. Psupport ist abhängig von PEEP/CPAP/P tief – Der Zieldruck wird zu PEEP/CPAP/P tief + Psupport. *Das bedeutet, dass spontane Atemzüge bei P hoch nur dann unterstützt werden, wenn dieser Zieldruck größer als P hoch ist.* Abbildung B-15 (a) zeigt die Situation, bei der Atemzüge sowohl bei niedrigem als auch bei hohem Niveau druckunterstützt werden. Abbildung B-15 (b) zeigt die Situation, bei der nur Atemzüge bei niedrigem Niveau druckunterstützt werden.



a. Alle spontanen Atemzüge druckunterstützt



b. Nur spontane Atemzüge bei PEEP/CPAP und P tief druckunterstützt

Abbildung B-15. Druckunterstützung bei DuoPAP/APRV

B.6.2.5 Synchronisation

Um die spontanen Atemmuster des Patienten einfach anzupassen, werden die Wechsel vom niedrigen zum hohen Druckniveau und umgekehrt mit der Spontanatmung des Patienten synchronisiert.

Die Frequenz des Wechsels wird selbst bei Patientensynchronisation konstant gehalten, indem ein Trigger-Zeitfenster festgelegt wird.

B.6.2.6 Referenzliteratur

- **Rasanen J et al.** Airway pressure release ventilation during acute lung injury: a prospective multicenter trial. *Crit Care Med* 1991 Oct;19(10):1234–41.
- **Stock MC, Downs JB et al.** Airway pressure release ventilation. *Crit Care Med* 1987 May;15(5):462–6.
- **Antonsen K et al.** Invasive ventilation. Classification, technique and clinical experiences with BIPAP/APRV (Biphasic Positive Airway Pressure/Airway Pressure Release Ventilation. *Ugeskr Laeger* 1996 Jan 22;158(4):413–9.
- **Rathgeber J.** Ventilation modes and strategies in intensive care medicine. *Anaesthesiol Reanim* 1997;22(1):4–14.
- **De Carvalho WB et al.** Airway Pressure release in postoperative cardiac surgery in paediatric patients. *Rev Assoc Med Bras* 2000 Apr-Jun;46(2):166–73.

B.6.3 Nicht invasive Beatmung (NIV)

B.6.3.1 Einleitung

HINWEIS:

- Die nicht invasive Beatmung (NIV) sollte bei schwer kranken Patienten nur von entsprechend geschultem und erfahrenem Personal durchgeführt werden.
- Als Vorsichtsmaßnahme sollten Sie jederzeit während der nicht invasiven Beatmung darauf vorbereitet sein, den Patienten zu intubieren und die invasive Beatmung zu beginnen.
- Bei Verwendung einer Maske kann sich der Totraum reduzieren. Beachten Sie bei Verwendung des NIV-Modus die Anweisungen des Maskenherstellers.
- Bei Verwendung eines separaten Kompressors – ohne zentrale Luft- und Sauerstoffzufuhr – sind besonders folgende Punkte zu beachten:
 - Vergewissern Sie sich, dass ein entsprechender Base-Flow-Wert eingestellt und der erweiterte Base-Flow-Bereich in der Konfiguration deaktiviert ist (siehe Kapitel E.7).
 - Stellen Sie sicher, dass die Maske gut sitzt.
 - Überprüfen Sie den Kompressor in regelmäßigen Abständen, um eine ausreichende Luftzufuhr zu gewährleisten.

Dies ist im NIV-Modus besonders wichtig, da mit dem Kompressor bei undichtem Patientenanschluss möglicherweise nicht ausreichend Luft zugeführt wird. In schweren Fällen kann dies zu einem Alarm des Typs **Diskonnektion** am RAPHAEL und zu einer Wasseransammlung in der Wasserfalle von RAPHAEL führen.

Beim NIV-Modus (nicht invasive Beatmung) handelt es sich um einen Beatmungsmodus mit nicht invasiver positiver Druckunterstützung („Noninvasive Positive Pressure Ventilation“; NPPV), der als Sonderfunktion von RAPHAEL zur Verfügung steht. Beim Modus NIV wird eher eine Maske, ein Mundstück oder Helm als Patientenanschluss empfohlen – weniger geeignet sind z. B. Endotrachealtuben.

NPPV wird seit vielen Jahren bei der häuslichen Pflege und bei weniger akuten Pflegefällen eingesetzt. Aber auch Patienten, die auf Intensivstationen beatmet werden, können von NPPV profitieren, da der Intubationsaufwand geringer ist und früher extubiert werden kann. Es wurde deutlich nachgewiesen, dass durch den Einsatz von NIV die Mortalität (COPD-Patienten), die Beatmungsdauer (COPD- und ARF-Patienten) und die Häufigkeit von Komplikationen (durch Beatmungsgeräte hervorgerufene Lungenentzündungen) gesenkt wurden^{1,2}.

Der NIV-Modus basiert auf dem Modus SPONT von RAPHAEL und ist für den Einsatz bei aktiv atmenden Patienten vorgesehen. Im Modus NIV erfolgt die druckunterstützte Beatmung (PSV) über eine Maske ohne maskeninterne Luftauslassöffnung. Da bei diesem offenen Beatmungssystem Luft durch die Maske bzw. durch den Mund des Patienten entweichen kann, erreicht und hält das Beatmungsgerät den vorgeschriebenen PSV-Druck durch Anpassung des inspiratorischen Flow. Bei einer großen Leckage kann der inspiratorische Flow des Beatmungsgeräts sehr hoch sein – bis zu 180 l/min – wodurch zumindest ein Teil der Leckage kompensiert wird. Der NIV-Modus wurde entwickelt, um die Häufigkeit zu schnell ausgelöster Alarme für Leckagen zu minimieren.

In Abbildung B-16 werden die im Modus NIV aktiven Kontrolleinstellungen dargestellt.

-
1. Mehta S et al. Noninvasive ventilation. Am J Respir Crit Care Med 2001 Feb;163(2):540-77.
 2. Hess DR. The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. Respiratory Care 2004 Jul;49(7):810-25.

B.6.3.2 Vorteile von NIV

NIV bietet kurzfristig die folgenden Vorteile:^{1,2}

- Lindert respiratorische Symptome
- Optimiert den Patientenkomfort
- Reduziert die Atemarbeit
- Verbessert und stabilisiert den Gasaustausch
- Verbessert die Synchronisation zwischen Patient und Beatmungsgerät
- Minimiert die Risiken in Zusammenhang mit Aspiration, Intubation, Verletzung der Schleimhäute und Zähne sowie Kreislaufreaktionen

NIV bietet langfristig die folgenden Vorteile:

- Verbesserte Schlafdauer und -qualität
- Verbesserte Lebensqualität
- Verbessert den Funktionszustand
- Verlängert das Leben

-
1. Mehta S et al. Noninvasive ventilation. Am J Respir Crit Care Med 2001 Feb;163(2):540-77.
 2. Hess DR. The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. Respiratory Care 2004 Jul;49(7):810-25.

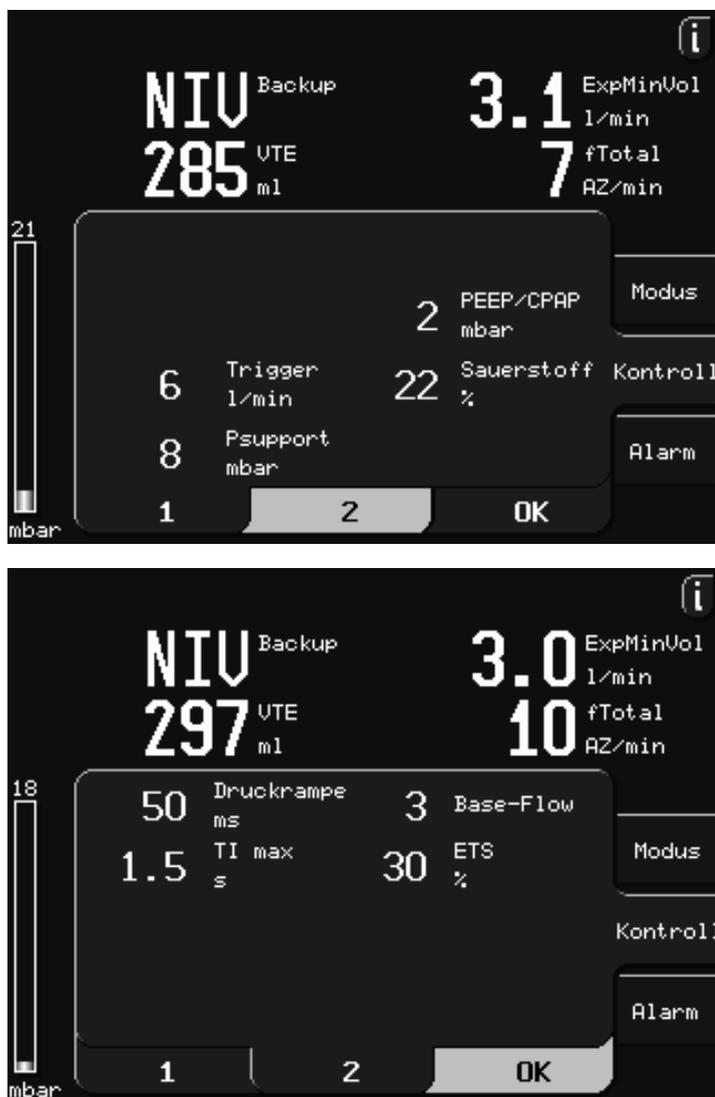


Abbildung B-16. NIV-Kontrollfenster

B.6.3.3 Voraussetzungen für den Einsatz

WARNUNG

- **Um mögliche Verletzungen des Patienten zu vermeiden, darf die nicht invasive Beatmung nicht bei Patienten ohne oder mit nur unregelmäßiger spontaner Atmung eingesetzt werden. NIV ist für die zusätzliche Unterstützung bei der Beatmung von Patienten mit regelmäßiger spontaner Atmung vorgesehen.**
- **Um mögliche Verletzungen des Patienten zu vermeiden, darf NIV nicht bei intubierten Patienten eingesetzt werden.**

Stellen Sie sicher, dass beim Einsatz von NIV folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der Patient darf nicht intubiert sein.
- Der Patient muss einen kontrollierten Atemhub auslösen können und regelmäßig spontan atmen.
- Der Patient muss bei Bewusstsein sein.
- Ein ausreichender Atemweg muss aufrechterhalten werden können.
- Die Anweisungen des Arztes müssen strengstens eingehalten werden.
- Der Patient muss über externe Monitore überwacht werden.
- Die Intubation muss jederzeit möglich sein.
- Die Maske sollte den Gesichtsstrukturen entsprechen.
- Der Patient muss mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllen:
 - Er muss an Atemnot leiden, ungewöhnlich häufige mäßige bis schwere Dyspnoen aufweisen, und es muss eine Atemfrequenz > 24 mit zusätzlichem Muskeleinsatz und paradoxer Atmung vorliegen.

- Er weist eine der folgenden Anomalien beim Gasaustausch auf: $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ und $\text{pH} < 7,35$ oder $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$

B.6.3.4 Kontraindikationen

- Unverträglichkeit des Patientenanschlusses
- Auslösen eines Atemhubs nicht möglich
- Gesichts- oder Gehirnverletzung
- Operativer Eingriff am oberen Atemweg oder an der Speiseröhre
- Hämodynamische Instabilität
- Überblähung des Magens
- Schutz des Atemwegs nicht möglich
- Akute Sinusitis oder Mittelohrentzündung
- Lebensbedrohliches Nasenbluten, das zur Einatmung von Blut führen könnte
- Niedriger Blutdruck

B.6.3.5 Unerwünschte Reaktionen

- Hautverletzungen durch den Anschluss (Druckgeschwüre)
- Aspiration
- Bindehautentzündung
- Mageninsufflation
- Klaustrophobische Reaktion
- Mögliche hämodynamische Instabilität

B.6.3.6 Auswahl eines Patientenanschlusses

Qualität und Leistung des Patientenanschlusses sind ausschlaggebend für die Effektivität der nicht invasiven Beatmung. Für die NIV-Strategie kann eine (oronasale) Gesichtsmaske, die Mund und Nase bedeckt, eine Nasenmaske, die nur die Nase bedeckt, ein Mundstück oder ein Helm verwendet werden. Im Allgemeinen ist eine Gesichtsmaske wirksamer als eine Nasenmaske, eine Nasenmaske wird aber vom Patienten besser vertragen.

Berücksichtigen Sie bei der Auswahl eines Patientenanschlusses auch die folgenden Vorteile und Nachteile:

Typ	Vorteil	Nachteil
Gesichtsmaske	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Kooperation vom Patienten erforderlich • Geringe Leckage • Möglichkeit zu schlafen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbale Kommunikation nicht möglich • Überblähung des Magens • Großer Totraum
Nasenmaske	<ul style="list-style-type: none"> • Komfort • Verbale Kommunikation möglich • Wenig Totraum 	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperation des Patienten erforderlich • Leckage am Mund
Mundstück	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Verwendung • Kostengünstig 	<ul style="list-style-type: none"> • Luftleckage an der Nase • Großer Totraum

Im Allgemeinen sollten Masken, die im NIV-Modus verwendet werden, den folgenden Anforderungen entsprechen:

- Sie müssen ohne integrierte Luftauslassöffnung ausgeführt sein.
- Sie sollten den Gesichtsstrukturen entsprechen.
- Die Gasleckagen sollten bei niedrigen applizierten Maskendrücken kontrollierbar sein.
- Das Material, das das Gesicht berührt, sollte weich und biokompatibel sein und keine Allergene enthalten.
- Die Maske sollte einfach aufzusetzen und abzunehmen sein.
- Sie sollte auch dann korrekt sitzen, wenn der Patient seinen Kopf bewegt.

Wenn Sie eine Nasenmaske verwenden, jedoch Luft oder Sauerstoff in beträchtlichem Umfang durch den Mund des Patienten entweicht, sollten Sie besser eine Gesichtsmaske verwenden.

Weitere Informationen zu geeigneten Masken von HAMILTON MEDICAL finden Sie im Produktkatalog unter www.hamilton-medical.com.

B.6.3.7 Nehmen Sie dem Patienten die Angst

- Erläutern Sie das Ziel der nicht invasiven Beatmung.
- Vereinbaren Sie vorab, wie der Patient auf seine Bedürfnisse aufmerksam macht.
- Verwenden Sie zu Beginn der Beatmung die Diskonnektionsunterdrückung.
- Gewöhnen Sie den Patienten langsam an die Maske, indem Sie mit einer niedrigen Druckeinstellung beginnen und zunächst die Maske mit der Hand auf das Gesicht des Patienten halten, bevor das Maskenband festgezogen wird. Lassen Sie den Patienten die Maske zum Sprechen oder Trinken kurzzeitig abnehmen.

B.6.3.8 Kontrolleinstellungen

WARNUNG

Spitzendrücke über 33 mbar können das Risiko der Aspiration durch Mageninsufflation erhöhen¹. Bei der Beatmung mit solchen Drücken sollte der Einsatz eines invasiven Modus in Betracht gezogen werden.

So stellen Sie die Parameter im NIV-Modus ein: Bei der Beatmung eines Patienten im NIV-Modus beginnen Sie mit den anfänglichen Einstellungen, die in Abbildung B-17 gezeigt werden. Mit PEEP/CPAP wird der expiratorische Atemwegsdruck angepasst (EPAP) und mit Psupport der inspiratorische Atemwegsdruck (IPAP).

Passen Sie die Einstellungen für eine optimale Synchronisierung, ein optimales Atemvolumen und/oder einen optimalen PCO₂-Wert an, um die Ermüdung der Hilfsmuskeln zu minimieren, Dyspnoe zu lindern und die Atemfrequenz zu senken. Die Frequenz sollte ≤ 25 AZ/min sein.

1. Bach JR, Alba AS, Saporito LR. Intermittent positive pressure ventilation via the mouth as an alternative to tracheostomy for 257 ventilator users. Chest 1993;103:174-182.

4 bis 8 l/min
Anpassen, um optimalen Patientenkomfort zu erreichen.

5 bis 10 mbar¹
Anpassen, um die richtige Balance zwischen gewünschtem expiriertem Tidalvolumen und Leckage zu erreichen.

100 ms
Verringern, wenn der Patient nach Luft ringt.

0,25 bis 0,5 s länger als die tatsächliche spontane Inspirationszeit
Eine Einstellung wählen, die lang genug ist, damit das Beatmungsgerät umschalten kann.

50 %
Bei größeren Leckagen erhöhen. Die optimale ETS-Einstellung ermitteln, bei der das Beatmungsgerät nach einer Inspirationszeit von 1,0 bis 1,2 s zur Expiration wechselt.

Minimale Einstellung¹ oder 4 mbar für Einschlauchsystem².
Unter Berücksichtigung von Sauerstoffanreicherung und AutoPEEP (<10) weiter anpassen¹.

≥ 2
Erhöhen, um die Atemarbeit zu verringern.

1. American Respiratory Care Foundation. Consensus Conference: noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:364-9.
2. Respironics, Inc. BiPAP Vision Ventilator Support System Clinical Manual. Murrysville, Pennsylvania USA: Respironics, Inc.; 2000; 9-4.

Figure B-17. Festlegen der anfänglichen Kontrolleinstellungen im NIV-Modus

Titrieren Sie Beatmung und Sauerstoffzufuhr. Passen Sie die Einstellungen an den jeweiligen Patientenzustand und die sich ändernde Leckage an. Stellen Sie die Alarmer entsprechend ein.

Informationen zu ETS und TI max. Bei einer signifikanten Leckage kann der inspiratorische Flow niemals unter ETS fallen. Dadurch wird verhindert, dass das Beatmungsgerät zur Expiration wechselt, so dass die Inspiration endlos verlängert wird. Aus diesem Grund wurde die Einstellung TI max als Alternative hinzugefügt, um zur Expiration zu wechseln. Wenn die Inspiration länger als TI max dauert, wechselt RAPHAEL zur Expiration.

Es ist für den Patienten erheblich angenehmer, wenn die Zyklen des Beatmungsgeräts auf der ETS-Einstellung basieren – und nicht auf TI max. Vergewissern Sie sich, dass die Einstellung für TI max lang genug ist, um ETS die Chance einzuräumen, die Zyklen des Beatmungsgeräts zu steuern. Durch das Anpassen der Einstellung TI max wird die zulässige Inspirationszeit verlängert oder verkürzt. Wird für ETS eine höhere Einstellung als der Standardwert von 25 % gewählt, kann das Beatmungsgerät die Inspiration bei einem höheren Flow beenden, um größere Leckagen auszugleichen.

Abbildung B-18 und Abbildung B-19 zeigen, wie sich eine Leckage beim Wechsel zur Expiration auswirkt. Abbildung B-18 zeigt einen Fall ohne Leckage; hier ist die Standardeinstellung von 25 % geeignet. Abbildung B-19 zeigt den Fall mit einer Leckage auf Patientenseite.

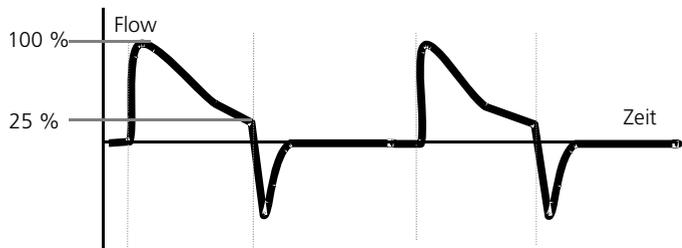


Abbildung B-18. Wechsel zur Expiration, keine Leckage

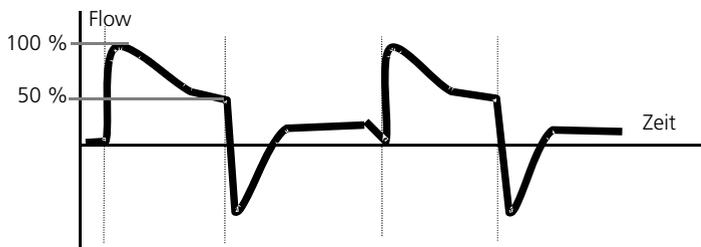


Abbildung B-19. Wechsel zur Expiration, Leckage auf Patientenseite

B.6.3.9 Alarme

Volumenalarne sind im NIV-Modus weniger bedeutend als in anderen Betriebsarten, da bei diesem Modus die unvorhersehbare Gasleckage berücksichtigt wird. Diese Alarme basieren auf dem vom Flow Sensor gemessenen Expirationsgasvolumen; dieser Wert kann erheblich niedriger als das verabreichte Minutenvolumen sein, da das abgegebene Volumen die Summe des angezeigten Werts für ExpMinVol und des Leckagevolumens ist. Um ein zu schnelles Auslösen von Volumenalarmen zu vermeiden, sollten Sie den Alarm für tiefes ExpMinVol auf einen niedrigen Wert stellen.

Da es sich bei NIV um einen Druckmodus handelt, sollten Sie jedoch druckbezogene Alarme beachten. Können der definierte PEEP und der Inspirationsdruck beibehalten werden, kompensiert das Gerät die Gasleckage in ausreichendem Umfang.

HINWEIS:

Wenn RAPHAEL den Alarm **Diskonnektion** auslöst, beendet das pneumatische System die Atemhubabgabe und appliziert einen Flow von ca. 20 l/min. Wenn der Atemwegsdruck auf 3 mbar steigt oder das expirierete Tidalvolumen 50 ml übersteigt, setzt RAPHAEL die Beatmung wieder fort. Sie können auch den Alarm übergehen und die Beatmung manuell starten, indem Sie die Taste Kontrollierter Atemhub drücken. Der Alarm **Diskonnektion** wird bis zu 3 Minuten lang unterdrückt. Dadurch kann das Beatmungsgerät Atemhübe abgeben, bis Sie die Taste erneut drücken, um die Unterdrückung zu deaktivieren, oder eine (1) Minute lang, nachdem ein erneutes Anschließen erkannt wurde.

B.6.3.10 Monitoring-Parameter

HINWEIS:

Aufgrund der wechselnden und unvorhersehbaren Leckagemenge können die folgenden numerischen Monitoring-Parameter nicht für eine zuverlässige Analyse des Patientenzustands verwendet werden: ExpMinVol, RCexp, Rinsp, InspFluss, MV Spont, AutoPEEP und Cstat. Ein genaues Monitoring der klinischen Parameter und des Patientenkomforts ist daher unerlässlich.

Aufgrund der Leckage am Patientenanschluss können die expirierten Volumina im NIV-Modus wesentlich geringer sein als die abgegebenen Volumina. Der Flow Sensor, ein bidirektionales Gerät proximal zum Patienten, misst das abgegebene Volumen und das expirierte Tidalvolumen und zeigt den Unterschied als Leckage (Prozentsatz der Leckage) an. Anhand des Werts für Leckage können Sie beurteilen, wie gut die Maske oder ein anderer nicht invasiver Patientenanschluss sitzt.

Während eine Leckage am Patientenanschluss die Messung des Tidalvolumens beeinflusst, wirken sich Leckagen im Beatmungsschlauchsystem selbst nicht auf das gemessene Tidalvolumen aus.

Zusätzlich zu allen anderen klinischen Parametern können TI, Ppeak, PEEP/CPAP, I:E, fTotal, Pmittel und f Spont zur Bewertung der Patientenbeatmung verwendet werden.

B.6.3.11 Weitere Hinweise zur Verwendung des NIV-Modus

Aufgrund einiger spezieller Eigenschaften des NIV-Modus sind bei seiner Verwendung folgende Punkte zu berücksichtigen. Wie bei jedem Druckunterstützungsmodus ist der Patient genau zu überwachen, um die Eignung der verschriebenen Therapie zu beurteilen.

Starten der Beatmung im NIV-Modus. Wenn Sie mit der nicht invasiven Beatmung beginnen, bevor der Patientenanschluss ordnungsgemäß angepasst wurde, löst RAPHAEL möglicherweise einen Alarm **Diskonnektion** aus. Sie können unter diesen Umständen den Alarm übergehen und die Beatmung manuell starten, indem Sie die Taste Kontrollierter Atemhub drücken. Der Alarm **Diskonnektion** wird bis zu 3 Minuten lang unterdrückt. Dadurch kann das Beatmungsgerät Atemhübe abgeben, bis Sie die Taste erneut drücken, um die Unterdrückung zu deaktivieren, oder eine (1) Minute lang, nachdem ein erneutes Anschließen erkannt wurde.

Erhalten von PEEP und Vermeiden der Autotriggerung. Im NIV-Modus können signifikante Leckagen auftreten, die möglicherweise zu einem niedrigeren verabreichten PEEP/CPAP und zu einer Autotriggerung führen. Passen Sie den Triggerwert so an, dass der PEEP aufrecht erhalten und eine automatische Triggerung bei Leckagen im NIV-Modus vermieden wird. Wenn der gemessene PEEP/CPAP zu niedrig ist, wählen Sie eine höhere Triggereinstellung. Überprüfen Sie, ob die Maske richtig anliegt, wenn der eingestellte PEEP nicht erreicht werden kann. Kann der Sitz der Maske nicht verbessert werden, wählen Sie eine andere Behandlungsmethode.

Überprüfen von Sitz und Position der Maske. Für eine bestimmungsgemäße Funktion der nicht invasiven Beatmung muss die Maske gut sitzen und darf nicht verrutschen. Eine gute Abdichtung und minimale Leckage sollten gewährleistet sein.

Überprüfen Sie regelmäßig die Maskenposition und korrigieren Sie diese bei Bedarf. Rutscht die Maske völlig von Mund und Nase (Diskonnektion des Patienten), bringen Sie sie wieder an und sichern Sie sie. Reagieren Sie sofort und der Situation entsprechend auf alle Alarmer.

Der Parameter Leakage des Beatmungsgeräts ist nur ein Indikator für den Sitz der Maske. Bei einer Leakage über 50 % ist die nicht invasive Beatmung nicht mehr wirksam. Sie können auch den Sitz der Maske überprüfen, indem Sie feststellen, ob der Patient die Inspiration und den Flow-Zyklus triggern kann und ob der Parameter Ppeak in folgendem Bereich liegt:

(Psupport + PEEP/CPAP) \pm 3 mbar

CO₂-Rückatmung im NIV-Modus (zweischenklige Beatmungsschlauchsysteme). Die CO₂-Rückatmung kann sich im NIV-Modus erhöhen. Grund dafür ist möglicherweise, dass nicht die übliche Totraumreduktion durch einen Endotracheal- oder Tracheostomietubus auftritt und die Maske oder ein anderer nicht invasiver Anschluss weiteren Totraum bildet. Berücksichtigen Sie diesen zusätzlichen Totraum bei der Verschreibung eines speziellen nicht invasiven Patientenanschlusses. Trotz Einsatz eines nicht invasiven Anschlusses kann die Totraumbeatmung pro Minute abnehmen, wenn die Therapie zu einem höheren Tidalvolumen und einer niedrigeren Atemfrequenz führt.

CO₂-Rückatmung im NIV-Modus (LiteCircuit). Allgemein steigt das Risiko für CO₂-Rückatmung mit abnehmendem Druck. Da bei einem niedrigen Druck nur ein geringer Flow über den Expirationsanschluss (Whisper-Ventil) vorliegt, wird nicht ausreichend CO₂ entfernt, um eine Rückatmung zu verhindern. Dieser Effekt ist bei PEEP/CPAP-Einstellungen unter 4 mbar noch ausgeprägter.

Die Möglichkeit der Rückatmung steigt auch bei längeren Inspirationszeiten. Eine längere Inspirationszeit verkürzt die Expirationszeit, so dass weniger CO₂ entfernt werden kann, bevor die nächste Inspiration beginnt. Dieser Effekt ist bei einem I:E-Verhältnis nahe 1:1 noch ausgeprägter.

B.6.3.12 Referenzliteratur

- **Hess DR.** The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. *Respir Care* 2004 Jul;49(7):810–25.
- **Mehta S et al.** Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 Feb;163(2):540–77.
- **Arroliga AC.** Noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure: does it improve outcome? *Cleveland Clin J Med.* 2001 Aug;68(8):677–80.
- **Hill NS.** Noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med.* 2000 Dec;21(4): 783–97.
- **AARC.** Consensus statement: Noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42(4):365–9.
- **Evans TW et al.** Noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure: Report of an international consensus conference in intensive care medicine, Paris, France, 13 – 14 April 2000. *Reanimation* 2001;10:112–25.

B.7 IntelliTrig-Funktion (intelligenter Trigger)

Mit der IntelliTrig-Funktion von HAMILTON MEDICAL kann sich das Beatmungsgerät RAPHAEL automatisch an sich ändernde Atemmuster und Systemleckagen anpassen, um eine optimale Synchronisierung zwischen Patient und Gerät zu erzielen.

Um diese Synchronisierung zu erreichen, kompensiert IntelliTrig alle Leckagen und Resistance-Werte zwischen RAPHAEL und dem Patienten und misst bei jedem Atemzug die Leckage am Patientenanschluss (Maske). Anhand dieser Informationen passt IntelliTrig den Triggermechanismus so an, dass die Leckage und das sich ändernde Atemmuster die vom Bediener eingestellte Triggersensitivität (Flow-Trigger) nicht beeinflussen.



C.1	Einleitung	C-4
C.2	Einsatz von ASV in der klinischen Praxis	C-4
	Schritt 1: Maßnahmen vor Inbetriebnahme	C-6
	Schritt 2: Vorbereiten von RAPHAEL vor dem Anschließen eines Patienten	C-6
	Alternativer Schritt 2: Einstellen von RAPHAEL, während der Patient in einem anderen Modus beatmet wird	C-7
	Schritt 3: Kompensierung bei Änderungen des Totraums des Geräts	C-9
	Schritt 4: Justieren der Beatmung: Erhalten einer adäquaten Beatmung	C-10
	Schritt 5: Alarmeinstellungen und spezielle ASV-Alarme überprüfen	C-11
	Schritt 6: Überwachen von ASV	C-13
	Schritt 7: Entwöhnung	C-16
C.3	Ausführliche Funktionsbeschreibung von ASV	C-18
	C.3.1 Definition des normalen Minutenvolumens	C-18
	C.3.2 Ziel-Minutenvolumen	C-18
	C.3.3 Lungenschutzregeln	C-20
	C.3.4 Optimales Beatmungsmuster	C-24
	C.3.5 Dynamische Justierung des Lungenschutzes	C-27
	C.3.6 Dynamische Justierung des optimalen Beatmungsmusters	C-28
C.4	Minimale Atemarbeit (Otis-Formel)	C-29
C.5	Technische Daten zu ASV	C-32
C.6	Beginn der Beatmung	C-34
C.7	Referenzliteratur	C-35

C.1 Einleitung

1977 führten Hewlett et al. das kontrollierte Minutenvolumen ein (MMV, „Mandatory Minute Volume“). „Das grundlegende Konzept ist, dass das System mit einem gemessenen, voreingestellten Volumen frischen Gases versorgt wird, aus dem der Patient so viel atmet, wie er kann, der Rest wird ihm über ein Beatmungsgerät verabreicht. So ist der Patient gezwungen, auf die eine oder andere Weise ein kontrolliertes Minutenvolumen (MMV) zu atmen.“ (Hewlett 1977).

Seitdem enthalten viele Beatmungsgeräte unter verschiedenen Namen Implementationen des MMV. Alle handelsüblichen MMV-Algorithmen haben jedoch klare Grenzen, die zu bestimmten Risiken für den Patienten führen (Quan 1990). Dazu gehören schnelle Flachatmung, unbeabsichtigtes Hervorrufen eines PEEPs, übermäßige Totraumbeatmung und unbeabsichtigt falsche Bedieneinstellungen aufgrund der sehr komplizierten Bedienung.

Die Adaptive Support Ventilation (ASV, „adaptive unterstützende Beatmung“) wurde entwickelt, um diese Risiken und Begrenzungen zu minimieren. ASV sorgt unabhängig von den Atembemühungen des Patienten für die Einhaltung eines vom Bediener eingestellten minimalen Minutenvolumens. Das Ziel-Atemmuster (Tidalvolumen und Frequenz) wird anhand der Otis-Formel berechnet. Diese beruht auf der Annahme, dass das optimale Atemmuster zur geringstmöglichen Atemarbeit führt und daher auch zum geringstmöglichen vom Beatmungsgerät aufgewendeten Inspirationsdruck, wenn der Patient passiv ist. Der Inspirationsdruck und die maschinelle Beatmungsfrequenz werden dann so eingestellt, dass die Zielvorgaben erfüllt werden. Die Sicherheit von ASV wird durch eine Lungenschutzstrategie gewährleistet. Im Gegensatz zum MMV-Konzept versucht ASV den Patienten so anzuleiten, dass er ein günstiges Atemmuster verwendet und potenziell schädliche Muster wie schnelle Flachatmung, übermäßige Totraumbeatmung, Breath Stacking (unbeabsichtigter PEEP) und übermäßig lange Atemzüge vermeidet.

Im Gegensatz zu einer verbreiteten Meinung macht ASV den Arzt nicht überflüssig. ASV erleichtert jedoch langwierige Arbeiten und aufwändige Neueinstellungen des Beatmungsgeräts, daher ist sie ein modernes Werkzeug für den Arzt. ASV als solche übernimmt jedoch keine klinischen Entscheidungen. ASV führt eine allgemeine Anweisung des Arztes aus, die dieser auch modifizieren kann. Diese Anweisung kann wie folgt zusammengefasst werden, wobei die modifizierbaren Teile fett gedruckt sind:

Erhalte ein **voreingestelltes minimales Minutenvolumen** aufrecht,
berücksichtige spontane Atemzüge,
verhindere Tachypnoe,
verhindere einen AutoPEEP,
verhindere übermäßige Totraumbeatmung,
beatme bei Apnoe oder bei niedrigem Atemantrieb maschinell,
übergebe die Kontrolle an den Patienten, wenn die Atemaktivität ausreichend ist,
und überschreite hierbei in keinem Fall einen angewendeten Druck von P_{asv}limit.

Dieser Anhang erklärt in praktischer Form, wie ASV an der Bettseite des Patienten eingesetzt wird, und er enthält eine ausführliche Funktionsbeschreibung. Da die Otis-Formel (Otis 1950) der Grundstein der Berechnung des optimalen Atemmusters ist, wird diese Gleichung verwendet und beschrieben. Außerdem sind eine Tabelle mit ausführlichen technischen Spezifikationen und eine Liste mit Referenzliteratur angegeben.

WARNUNG

Dieser Anhang beschreibt ASV, wie sie von HAMILTON MEDICAL im Beatmungsgerät RAPHAEL implementiert ist (Softwareversion 3). ASV ersetzt nicht die klinische Beurteilung durch einen Arzt und darf nicht für die klinische Entscheidungsfindung eingesetzt werden.

C.2 Einsatz von ASV in der klinischen Praxis

ASV erfordert keine speziellen Arbeitsabläufe. Sie wird in vieler Hinsicht genauso eingesetzt wie konventionelle Beatmungsmodi. Abbildung C-1 fasst die Verwendung von ASV zusammen, während die folgenden Abschnitte die Verwendung von ASV im Einzelnen erklären. Abbildung C-2 zeigt die Kontrolleinstellungen, die im ASV-Modus aktiv sind.

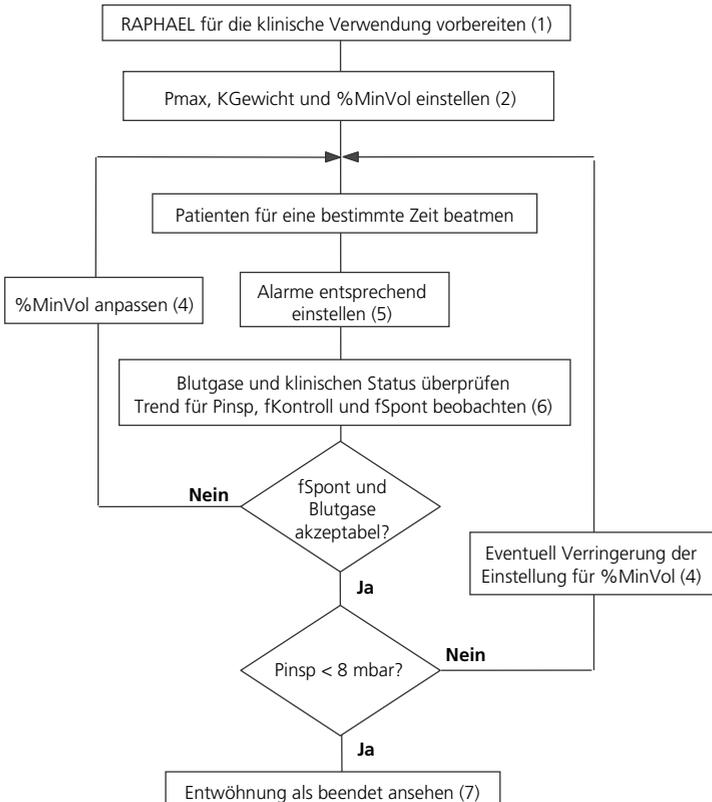


Abbildung C-1. Der klinische Einsatz von ASV. Die Ziffern in Klammern beziehen sich auf die Nummern der Schritte, die in den nächsten Abschnitten erklärt werden.

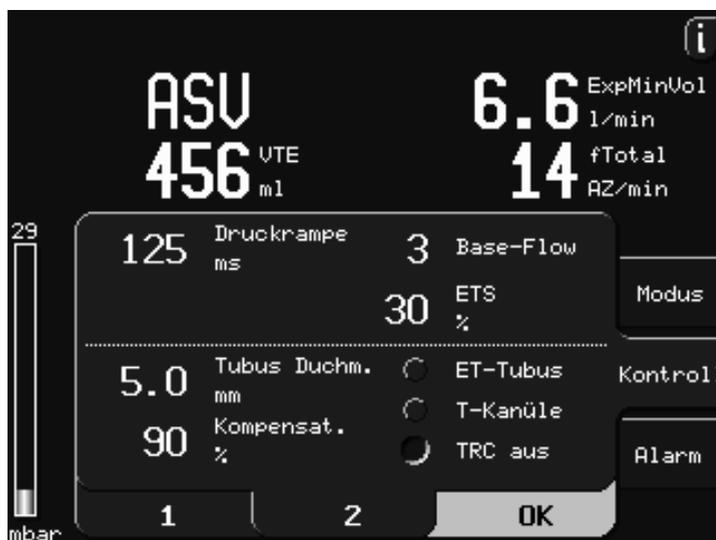
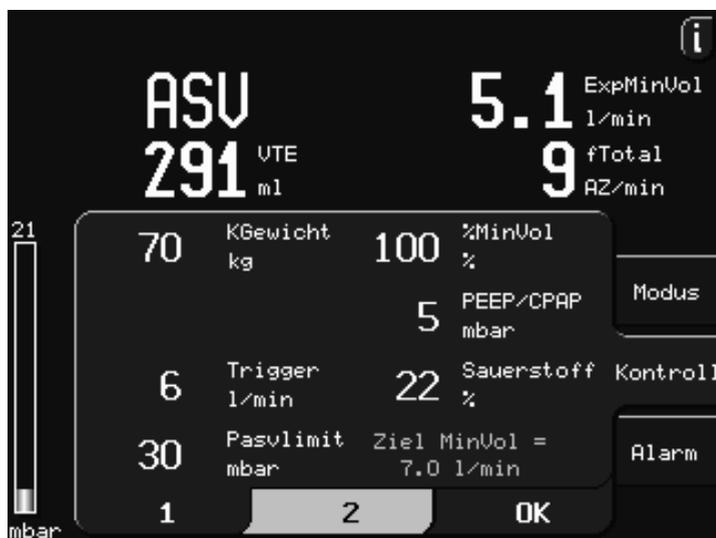


Abbildung C-2. ASV-Kontrollfenster

Schritt 1: Maßnahmen vor Inbetriebnahme

Es ist wichtig, RAPHAEL für den klinischen Einsatz entsprechend Kapitel 2 vorzubereiten. Dazu gehört unter anderem auch die Durchführung der angegebenen Überprüfungen und Tests vor Inbetriebnahme.

Schritt 2: Vorbereiten von RAPHAEL vor dem Anschließen eines Patienten

Für ASV müssen drei Basisparameter eingestellt werden:

Pasvlimit	Maximal anzuwendender Druck in mbar
KGewicht	Ideales Körpergewicht des Patienten in kg (siehe Tabelle 4-1 oder Tabelle 4-2)
%MinVol	Gewünschtes Minutenvolumen in % der normalen Werte

Vor dem Anschließen eines Patienten an das Beatmungsgerät sollten folgende Schritte durchgeführt werden:

1. Entfernen Sie die Testlung, sofern eine verwendet wurde, und schalten Sie den Alarm stumm.
2. Stellen Sie die Werte für PEEP/CPAP und Sauerstoff gemäß den klinischen Erfordernissen ein.
3. Aktivieren Sie ASV im Fenster Modus, und schließen Sie dann das Fenster. Das Fenster Kontroll wird automatisch geöffnet und ermöglicht den Zugriff auf die Parameter KGewicht, %MinVol und Pasvlimit.
4. Geben Sie das geeignete ideale Körpergewicht für den Patienten als KGewicht ein. In Zweifelsfällen lesen Sie in Tabelle 4-1 oder Tabelle 4-2 nach.
5. Geben Sie das geeignete %MinVol ein. Ein sicherer Wert zum Starten ist 100 %. Falls erforderlich, addieren Sie 10 % pro °C (5 % pro °F) Fieber und 5 % pro 500 m (1500 ft) über dem Meeresspiegel.

-
6. Geben Sie den als Pasvlimit maximal anzuwendenden Druck ein. Für eine ordnungsgemäße Funktion des ASV-Controller muss Pasvlimit mindestens 15 mbar über PEEP/CPAP liegen.

HINWEIS:

Pmax wird automatisch angepasst, so dass er 10 mbar über Pasvlimit liegt. Dies verhindert ein zu schnelles Auslösen von Alarmen, beispielsweise wenn der ASV-Controller einen Seufzeratemhub abgibt.

7. Geben Sie gewünschte Triggersensitivität ein.
Sie können die ETS-Einstellung bei ihrem Standardwert belassen, sofern die klinische Beurteilung keine Änderungen erforderlich macht.
8. Schließen Sie das Fenster Kontroll.
9. Schließen Sie den Patienten an das Beatmungsgerät an. Dadurch werden drei Testatemhübe gestartet.

Alternativer Schritt 2: Einstellen von RAPHAEL, während der Patient in einem anderen Modus beatmet wird

Für ASV müssen drei Basisparameter eingestellt werden:

Pasvlimit	Maximal anzuwendender Druck in mbar
KGewicht	Ideales Körpergewicht des Patienten in kg (siehe Tabelle 4-1 oder Tabelle 4-2)
%MinVol	Gewünschtes Minutenvolumen in % der normalen Werte

Es wird vorgeschlagen, vor dem Wechsel von einem anderen Modus zu ASV Folgendes zu tun:

1. Aktivieren Sie ASV im Fenster Modus, und schließen Sie dann das Fenster. Das Fenster Kontroll wird automatisch geöffnet und ermöglicht den Zugriff auf die Parameter KGewicht, %MinVol und Pasvlimit.

2. Geben Sie das geeignete ideale Körpergewicht für den Patienten als KGewicht ein. In Zweifelsfällen lesen Sie in Tabelle 4-1 oder Tabelle 4-2 nach.
3. Geben Sie das geeignete %MinVol ein. Ein logischer Ausgangspunkt ist die Einstellung für das %MinVol, die zu dem gleichen Minutenvolumen führt wie der vorherige Modus. Das daraus resultierende Zielminutenvolumen wird am unteren Bildschirmrand des Fensters Kontroll sowie im ASV-Zielgrafik-Fenster angezeigt. Ein sicherer Wert zum Starten ist 100 %. Falls erforderlich addieren Sie 10 % pro °C (5 % pro °F) Fieber und 5 % pro 500 m (1500 ft) über dem Meeresspiegel.
4. Geben Sie den als P_{asv}limit maximal anzuwendenden Druck ein. Für eine ordnungsgemäße Funktion des ASV-Controller muss P_{asv}limit mindestens 15 mbar über PEEP/CPAP liegen.

HINWEIS:

P_{max} wird automatisch angepasst, so dass er 10 mbar über P_{asv}limit liegt. Dies verhindert ein zu schnelles Auslösen von Alarmen, beispielsweise wenn der ASV-Controller einen Seufzerathemhub abgibt.

5. Sie können die vorherige Triggersensitivität und ETS unverändert lassen, sofern die klinische Beurteilung keine Änderungen erforderlich macht.
6. Schließen Sie das Fenster Kontroll. Dadurch werden drei Testatemhübe gestartet.

Schritt 3: Kompensierung bei Änderungen des Totraums des Geräts

RAPHAEL berechnet den (anatomischen oder „seriellen“) Totraum anhand des eingegebenen idealen Körpergewichts zu 2,2 ml pro kg. Dieser Totraum ist ein Nennwert, der im Mittel bei intubierten Patienten gültig ist, deren Endotrachealtubus über einen Standard-Katheteranschluss an das Y-Stück des Beatmungsgeräts angeschlossen ist.

Wenn dieser Totraum durch eine besondere Atemwegs-konfiguration geändert ist, wie etwa durch die Verwendung eines Wärme-Feuchtigkeits-Tauschers (HME) oder eines Nicht-Standard-Schlauchsystems, müssen Sie die Einstellung für KGewicht ändern, um den zusätzlichen oder fehlenden Totraum zu berücksichtigen.

Die folgenden Punkte sollten berücksichtigt werden:

- Ein Endotracheal- oder Tracheostomietubus, der kürzer als normal ist, hat eine geringere Auswirkung und erfordert wahrscheinlich keine Kompensation.
- Die Verwendung von Endotrachealtuben unterschiedlicher Größe hat eine geringe Auswirkung und erfordert wahrscheinlich keine Kompensation.
- Ein Katheteranschluss, der viel länger ist als der Standard, kann wichtig sein und erfordert möglicherweise eine Kompensation.
- Ein Bakterienfilter oder ein HME hat eine starke Auswirkung. Das Volumen dieser Komponenten liegt (für Erwachsene) im Mittel bei 50 bis 60 ml, kann aber bis zu 95 ml (Mallinckrodt Hygroster) reichen. Als einfache Faustregel kann bei Verwendung eines HME-Filters 10 % KGewicht addiert werden.

HINWEIS:

Veränderungen des alveolaren Totraums aufgrund eines schlecht angepassten Beatmungs-Perfusions-Verhältnisses müssen über den Parameter %MinVol kompensiert werden.

Schritt 4: Justieren der Beatmung: Erhalten einer adäquaten Beatmung

Sobald ASV gestartet ist, berechnet RAPHAEL ein optimales Beatmungsmuster und bestimmt gemäß den Regeln in Kapitel C.4 Zielwerte für das Tidalvolumen und die Frequenz. Dann justiert ASV den Inspirationsdruck (P_{insp}) und die maschinelle Beatmungsfrequenz (f_{Kontroll}) so, dass diese Zielwerte erreicht werden.

Sobald die Zielwerte erreicht sind, muss das Ergebnis der Beatmung beurteilt werden. Alle Monitoring-Parameter von RAPHAEL können hierzu herangezogen werden. Um den respiratorischen Säure-Basen-Status zu beurteilen, wird jedoch empfohlen, das arterielle Blutgas zu messen und das Minutenvolumen entsprechend einzustellen. Tabelle C-1 zeigt Beispiele für die Justierung der Einstellung %MinVol.

WARNUNG

Verwenden Sie nicht den Parameter KGewicht, um das Minutenvolumen einzustellen. Verwenden Sie zum Justieren der Beatmung immer den Parameter %MinVol.

Tabelle C-1. Ergebnisse der Blutgasmessungen und sonstige Zustände mit Einstellungsmöglichkeiten für ASV

Zustand	Änderung des %MinVol	Hinweise
Normale arterielle Blutgaswerte	Keine	--
PaCO ₂ zu hoch	%MinVol erhöhen	Auf die Inspirationsdrücke achten
PaCO ₂ zu tief	%MinVol verringern	Auf mittlere Drücke und Sauerstoffstatus achten
Hoher Atemantrieb	Erhöhung von %MinVol erwägen	Sedierung, Analgesie oder andere Behandlungen erwägen
O ₂ -Sättigung zu tief	Keine	Erhöhung von PEEP/CPAP und/oder Sauerstoff erwägen

Schritt 5: Alarminstellungen und spezielle ASV-Alarme überprüfen

Um das Atemmuster zu überwachen, müssen Sie die Alarminstellungen regelmäßig überprüfen und sie auf klinisch akzeptierbare Werte einstellen. Wie unten beschrieben ändert ASV das Atemmuster innerhalb der Grenzwerteinstellungen, die vom Bediener für ASV entsprechend der Atemsystemmechanik vorgegeben wurden. Sie können das Vorgehen der ASV über das Alarmsystem jedoch genau überwachen, da die Alarminstellungen völlig unabhängig von ASV arbeiten.

Es ist möglich, ein %MinVol auszuwählen, das mit den Lungenschutzregeln (für eine genaue Beschreibung siehe Kapitel C.3.3) von ASV nicht kompatibel ist. Beispielsweise kann es vorkommen, dass ein Bediener bei einem COPD-Patienten trotz einer schweren pulmonalen Obstruktion eine starke Beatmung wünscht. In solch einem Fall versucht ASV, die maximal mögliche Beatmung zu erreichen und löst dann den Alarm **ASV: Zielwert unerreichbar** aus.

In Abbildung C-3 ist ein derartiger Fall gezeigt, bei dem vom Bediener bei einem Patienten mit schwer obstruierten Lungen (R_{aw} [Atemwegs-Resistance gesamt] = 40 mbar/l/s) eine starke Beatmung (300 % bei 70 kg) eingestellt wurde. Die starke Beatmung verschob die Kurve des minimalen Minutenvolumens nach rechts, während die obstruktive Krankheit bewirkte, dass die Sicherheitsgrenze der Frequenz nach links verschoben wurde.

Aufgrund dieser beiden Vorgänge lag die Minutenvolumen-Kurve außerhalb der Sicherheitsgrenzen, die durch die Lungenschutzregeln festgelegt wurden (siehe Funktionsbeschreibung unten). ASV wählt daher den sichersten Punkt aus, der dem vom Bediener eingestellten Minutenvolumen am nächsten kommt.

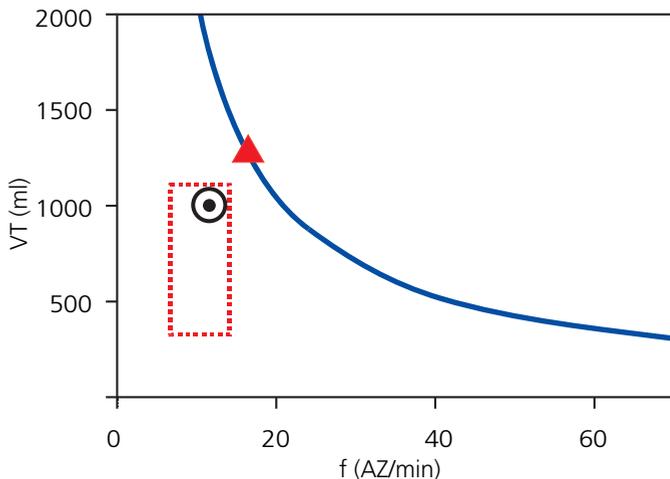
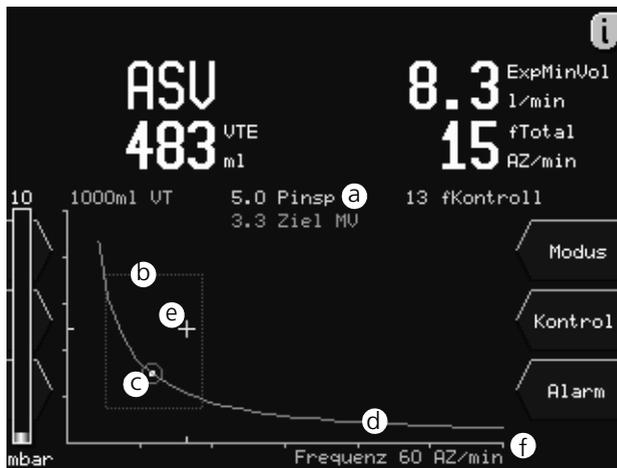


Abbildung C-3. Hypothetisches Beispiel einer zu hohen Einstellung für %MinVol, die nicht mit den Lungenschutzregeln kompatibel ist. Der offene Kreis zeigt den aktuellen Zielwert, das ausgefüllte Dreieck (am Beatmungsgerät nie angezeigt) den (energetisch) optimalen Zielwert nach der Otis-Formel. RAPHAEL löst einen Alarm aus und informiert den Bediener, dass der ASV-Zielwert nicht erreicht werden kann.

Schritt 6: Überwachen von ASV

ASV interagiert fortlaufend mit dem Patienten. Wenn sich die Atemsystemmechanik des Patienten ändert, passt sich ASV diesen Veränderungen an. Wenn sich die Atemaktivitäten des Patienten ändern, passt sich ASV an. Damit Sie den aktuellen Status einsehen können, gibt es bei RAPHAEL das ASV Zielgrafik-Fenster (Abbildung C-4) sowie das Fenster mit den ASV-Monitoring-Daten (Abbildung C-5).

Um den zeitlichen Fortschritt zu überwachen, wird empfohlen, die Trends für P_{insp}, f_{Total} und f_{Spont} aufzuzeichnen. Diese Trends müssen, zusammen mit der Einstellung für %MinVol, interpretiert werden. Tabelle C-2 bis Tabelle C-4 geben einen Überblick über ein typisches Beatmungsmuster und seine mögliche Interpretation von einem technischen Standpunkt aus.



- P_{insp} = vom Beatmungsgerät eingestellter Inspirationsdruck, in mbar, Ziel MV = abzugebendes Ziel-Minutenvolumen in l/min, f_{Kontroll} = maschinelle Beatmungsfrequenz, in AZ/min.
- Sicherheitsrahmen, in dem sich der Zielpunkt bewegen kann.
- Zielpunkt, Schnittpunkt aus Ziel-Tidalvolumen und Ziel-Frequenz (f_{Total}).
- Minutenvolumenkurve.
- Aktuell gemessener Punkt, Schnittpunkt aus gemessenem Tidalvolumen und gemessener Frequenz.
- X-Achse für Frequenz (f). Y-Achse für Tidalvolumen (VT).

Abbildung C-4. ASV Zielgrafik-Bildschirm

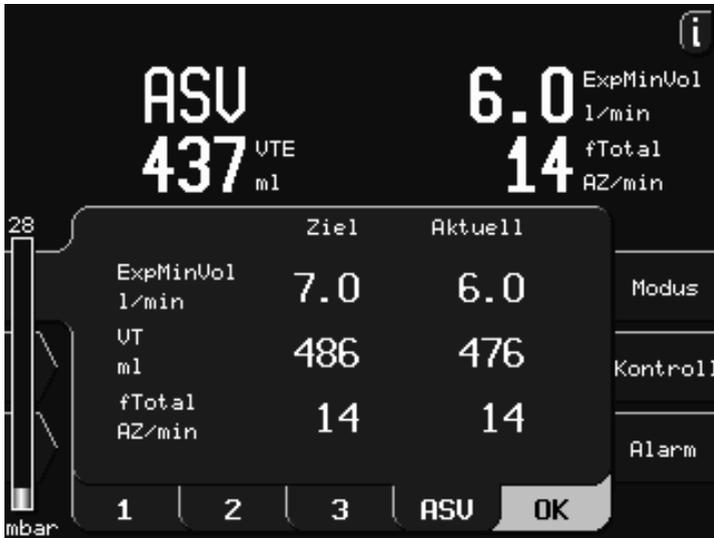


Abbildung C-5. ASV-Monitoring-Parameter, Fenster

Tabelle C-2. Interpretation des Beatmungsmusters bei der Einstellung 100 % für das MinVol

Pinsp	fKontroll	fSpont	Interpretation
> 10	> 10	0	Vollständig kontrollierte maschinelle Beatmung. Um die Entwöhnung zu starten, sollte die Verringerung des %MinVol erwogen werden.
> 10	0	Akzeptabel	Unterstützte Spontanatmung. Erwägen Sie die Verringerung der Einstellung für %MinVol.
< 8	0	Akzeptabel	Keine Beatmungsunterstützung. Erwägen Sie die Extubation.
> 10	0	Hoch	Dyspnoe. Erwägen Sie die Erhöhung des %MinVol und andere klinische Behandlungen. Überprüfen Sie auf Autotriggerung.

Tabelle C-3. Interpretation des Beatmungsmusters bei einer Einstellung für MinVol, die weit über 100 % liegt

Pinsp	fKontroll	fSpont	Interpretation
> 10	> 10	0	Vollständig kontrollierte maschinelle Beatmung. Überprüfen Sie die arteriellen Blutgaswerte. Um die Entwöhnung zu starten, sollte die Verringerung des %MinVol erwogen werden.
> 10	0	Akzeptabel	Unterstützte Spontanatmung. Überprüfen Sie die Gründe für den erhöhten Beatmungsbedarf. Erwägen Sie die Verringerung der Einstellung für %MinVol.
< 8	0	Akzeptabel	Keine Beatmungsunterstützung. Überprüfen Sie die Gründe für den erhöhten Beatmungsbedarf. Erwägen Sie, die Einstellung für %MinVol zu verringern und zu extubieren.
> 10	0	Hoch	Dyspnoe. Überprüfen Sie die Gründe für den erhöhten Beatmungsbedarf. Erwägen Sie einen anderen Beatmungsmodus und klinische Behandlung. Überprüfen Sie auf Autotriggerung.

Tabelle C-4. Interpretation des Beatmungsmusters bei einer Einstellung für MinVol, die weit unter 100 % liegt

Pinsp	fKontroll	fSpont	Interpretation
>10	> 10	0	Gefahr einer Hypoventilation. Überprüfen Sie die arteriellen Blutgaswerte und erwägen Sie die Erhöhung von %MinVol.
>10	0	Akzeptabel	Erzwungenes Entwöhnungsmuster. Überwachen Sie die arteriellen Blutgaswerte und die Atembemühungen des Patienten. Erwägen Sie eine entsprechende Erhöhung oder Verringerung des %MinVol.
<8	0	Akzeptabel	Keine Beatmungsunterstützung. Erwägen Sie die Extubation.
>10	0	Hoch	Dyspnoe. Erwägen Sie die Erhöhung des %MinVol und andere klinische Behandlungen. Überprüfen Sie auf Autotriggerung.

Schritt 7: Entwöhnung

Die Entwöhnung der Patienten vom Beatmungsgerät ist eine klinische Aufgabe, die eine enorme klinische Erfahrung erfordert und bei der nicht nur Beatmungsaspekte eine Rolle spielen. Die Absicht dieses Anhangs ist nicht, über die Bedienung des Modus ASV des Beatmungsgeräts hinausgehende klinische Informationen bereitzustellen.

Die ASV ermöglicht dem Patienten jederzeit, spontan zu atmen. Selbst während einer Periode vollständig kontrollierter Beatmung können Episoden spontaner Atmung auftreten, die von ASV unterstützt werden. Mit anderen Worten, die Entwöhnung kann mit ASV so früh starten, dass sie möglicherweise klinisch unbemerkt bleibt. Es ist daher wichtig, die spontanen Atembemühungen des Patienten zeitlich zu überwachen.

Der Entwöhnungsprozess kann in der Trendanzeige überwacht werden, wenn der Inspirationsdruck (P_{insp}), die Gesamtfrequenz (f_{Total}) und die Spontanatemfrequenz (f_{Spont}) aufgezeichnet werden. Wenn der Patient eine minimale respiratorische Unterstützung nach einem Zeitraum toleriert, in dem folgende Werte vorlagen:

P_{insp} < 8 mbar

f_{Kontroll} = 0,

so kann die Entwöhnung als erreicht angesehen werden, wenn mindestens gilt:

f_{Spont} ist akzeptabel

ExpMinVol ist akzeptabel

Was „akzeptabel“ ist, muss vom Arzt festgelegt werden.

Es kann erforderlich sein, die Einstellung für %MinVol auf 70 % oder sogar auf einen noch niedrigeren Wert zu senken, um den Patienten zur Fortsetzung der spontanen Atmung zu „motivieren“. Kann ein Patient minuten- oder stundenlang mit der niedrigeren Einstellung für %MinVol weiteratmen, bedeutet dies nicht, dass die Entwöhnung abgeschlossen ist. Die Einstellung für %MinVol muss stets in Zusammenhang mit dem Wert für P_{insp} interpretiert werden, der erforderlich ist, um das eingestellte Minutenvolumen zu erreichen. Nur wenn P_{insp} und f_{Kontroll} ihre Minimalwerte erreicht haben, kann davon ausgegangen werden, dass die Entwöhnung abgeschlossen ist.

C.3 Ausführliche Funktionsbeschreibung von ASV

C.3.1 Definition des normalen Minutenvolumens

ASV definiert ein normales Minutenvolumen entsprechend der Grafik in Abbildung C-6.

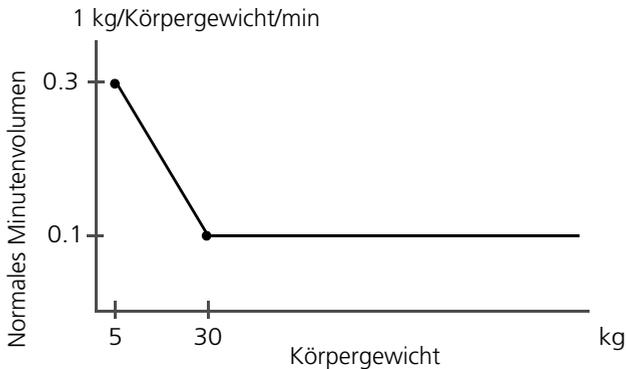


Abbildung C-6. Normales Minutenvolumen als Funktion des Körpergewichts

Das normale Minutenvolumen bei einem eingestellten KGewicht von 70 kg beträgt beispielsweise 7 l/min.

C.3.2 Ziel-Minutenvolumen

Bei ASV muss für den Patienten ein geeignetes Minutenvolumen gewählt werden. Das Minutenvolumen wird über den Parameter %MinVol eingestellt, mit dem, in Verbindung mit dem Parameter KGewicht, das Gesamt-Minutenvolumen in Litern pro Minute festgelegt wird.

Wenn für das %MinVol die Einstellung 100 % gewählt wird, entspricht dies einem normalen Minutenvolumen, wie weiter oben beschrieben. Eine Einstellung unter oder über 100 % entspricht einem Minutenvolumen, das größer oder kleiner ist als normal.

Aus dem %MinVol wird das Ziel-Minutenvolumen (in l/min) folgendermaßen berechnet:

$$\text{Körpergewicht (in kg)} \times \text{NormMinVent (in l/kg/min)} \times (\% \text{MinVol}/100)$$

wobei NormMinVent das normale Minutenvolumen aus Abbildung C-6 ist.

Beispielsweise wird bei einem %MinVol = 100 und einem KGewicht = 70 kg ein Ziel MinVol von 7 l/min berechnet. Dieser Zielwert kann durch eine Reihe von Kombinationen aus Tidalvolumen (VT) und Atemfrequenz (f) erreicht werden. Dies ist in Abbildung C-7 dargestellt, wo alle möglichen Kombinationen aus VT und f auf der fett gedruckten Kurve liegen, der Kurve für das Ziel-Minutenvolumen.

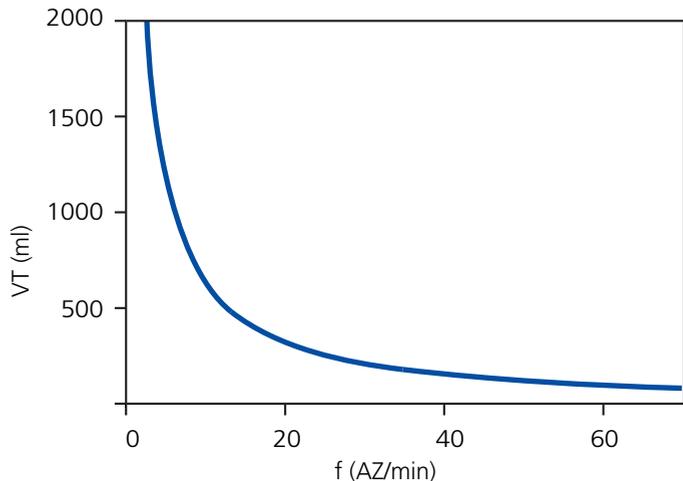


Abbildung C-7. MinVol = 7 l/min. Alle möglichen Kombination aus VT und f, die zu einem Minutenvolumen von 7 l/min führen, liegen auf der dargestellten Kurve.

C.3.3 Lungenschutzregeln

Nicht alle der in Abbildung C-7 dargestellten Kombinationen von VT und f sind für den Patienten sicher. Die hohen Tidalvolumina würden die Lungen überdehnen, und die niedrigen Tidalvolumina würden keine alveolare Belüftung gewährleisten. Ein weiteres Risiko liegt in ungeeigneten Beatmungsfrequenzen. Hohe Frequenzen könnten zu einer dynamischen Hyperinflation oder Breath Stacking und so zu unbeabsichtigtem PEEP führen. Niedrige Frequenzen können zu Hypoventilation und Apnoe führen. Daher ist es notwendig, die möglichen Kombinationen von VT und f einzuschränken.

Zur Beschränkung der möglichen Kombinationen von VT und f verwendet ASV eine Doppelstrategie:

- Die Bedieneringaben für ASV legen absolute Grenzen fest.
- Interne Berechnungen, die auf den Messwerten des Patienten beruhen, schränken diese Grenzwerte weiter ein, um eventuellen Fehlern des Bedieners entgegenzuwirken und den Änderungen der Atemsystemmechanik zu folgen.

Die Wirkung der Strategie ist in Abbildung C-8 gezeigt und wird in den folgenden Abschnitten erklärt.

A: Grenzwert für zu hohes Tidalvolumen

Das bei ASV anwendbare Tidalvolumen ist durch zwei Einstellungen des Bedieners begrenzt (siehe A in Abbildung C-8): Psvlimit und KGewicht.

Der Bediener muss den Psvlimit-Grenzwert einstellen, bevor ein Patient an RAPHAEL angeschlossen wird. Eine Reihe von Ärzten (Slutsky 1994) hat empfohlen, einen Plateau-Druck von maximal 35 mbar zu verwenden.

Beispiel: Ein normaler (postoperativer) Patient, der 70 kg wiegt, hat eine Compliance von etwa 50 ml/mbar. Bei einem PEEP-Wert von 5 mbar und einem Psvlimit von 35 mbar würde der tatsächlich mögliche Druckschwankungsbereich 30 mbar betragen. Dies wiederum würde zu einem effektiven VT von höchstens 1500 ml führen. Wenn die Lungen des Patienten steifer werden, beispielsweise bei einer Compliance von 30 ml/mbar, so wäre das maximale Tidalvolumen 900 ml.

Wenn der Bediener einen sehr hohen P_{asv}limit-Wert von beispielsweise 50 mbar einstellt, wäre das Ziel-Volumen durch das zweite Kriterium begrenzt: 22 x KGewicht. Bei dem 70 kg schweren Beispiel-Patienten führt dies zu einem maximalen Ziel-Volumen von 1540 ml.

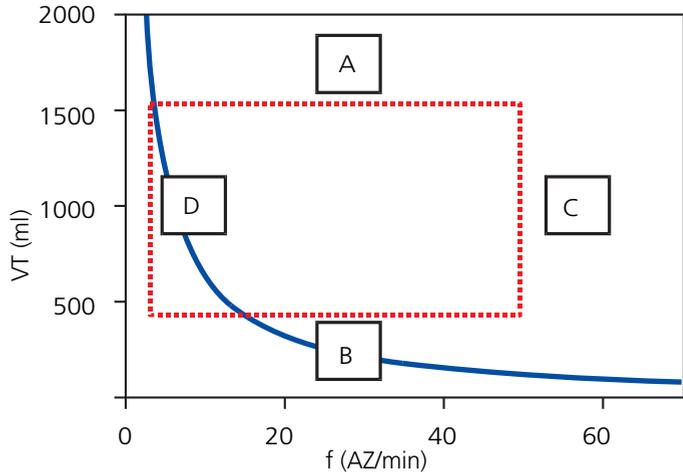


Abbildung C-8. Lungenschutzregeln zum Vermeiden von zu hohen Tidalvolumina und Drücken (A), zu tiefer alveolarer Belüftung (B), dynamischer Hyperinflation oder Breath Stacking (C) und Apnoe (D).

B: Grenzwert für zu tiefes Tidalvolumen

Das minimale Ziel-VT in ASV (siehe B in Abbildung C-8) wird durch die Einstellung von KGewicht bestimmt und entspricht 4,4 ml/kg. Daher beträgt das minimale Ziel-VT bei einem 70 kg schweren Patienten 308 ml.

Die Gefahr zu geringer Tidalvolumina liegt in der unzureichenden Belüftung der Alveolen. Der bestimmende Parameter für die alveolare Belüftung ist der Totraum (VD). Das Tidalvolumen muss immer größer sein als VD. Es wird allgemein akzeptiert, dass eine erste Annäherung an den Totraum durch folgende einfache Gleichung ermittelt werden kann (Radford 1954):

$$VD = 2,2 \times \text{KGewicht} \quad (1)$$

Der untere Grenzwert für das Tidalvolumen basiert auf dieser Gleichung, wobei mindestens der doppelte Totraum verwendet wird. Mit anderen Worten, das Minimum für VT ist $4,4 \times \text{KGewicht}$.

C: Grenzwert für zu hohe Frequenz

Die maximale Frequenz (siehe C in Abbildung C-8) wird von den Einstellungen des Bedieners, %MinVol und KGewicht abgeleitet. Die Gleichung zur Berechnung der maximalen Frequenz lautet:

$$f_{\max} = \text{Ziel-MinVol} / \text{minimales VT} \quad (2)$$

Bei dem oben beschriebenen 70 kg schweren Patienten wäre die maximale Frequenz 22 AZ/min, wenn das %MinVol auf 100 % eingestellt ist.

Wählt der Bediener jedoch ein übermäßig hohes %MinVol von beispielsweise 350 %, liegt die maximale Frequenz bei 77 AZ/min. Um den Patienten vor derartig hohen Frequenzen zu schützen, verfügt ASV über einen weiteren Sicherheitsmechanismus, der die Expirationsfähigkeit des Patienten berücksichtigt.

Ein Maß für die Expirationsfähigkeit des Patienten ist die expiratorische Zeitkonstante RCexp (Marini 1989, Brunner 1995). Um eine fast vollständige Expiration bis zum elastischen Gleichgewichtspunkt des Respirationssystems (90 % des maximalen potenziellen Volumenaustauschs) zu erreichen, ist theoretisch eine Expirationszeit von mindestens $2 \times \text{RCexp}$ erforderlich. Aus diesem Grund berechnet ASV die maximale Frequenz anhand des Prinzips, eine minimale Inspirationszeit von $1 \times \text{RCexp}$ und eine minimale Expirationszeit von $2 \times \text{RCexp}$ zu ermöglichen, was zu folgenden Gleichungen führt:

$$\begin{aligned} f_{\max} &= 60 / (3 \times \text{RCexp}) = 20 / \text{RCexp} \\ f_{\max} &\leq 60 \text{ AZ/min} \end{aligned} \quad (3)$$

Hätte beispielsweise der 70 kg schwere Patient eine Respirationssystem-Compliance von 50 ml/mbar (= 0,05 l/mbar), eine Atemwegs-Resistance einschließlich Endotrachealtubus von 5 mbar/l/s und eine Resistance des Expirationsschlauchs und -ventils von weiteren 5 mbar/l/s, so ergäbe dies eine RCexp von

$$0,05 \text{ l/mbar} \times (5+5) \text{ mbar/l/s} = 0,5 \text{ s}$$

und somit eine maximale Frequenz von 40 AZ/min. Da dieser Wert größer ist als der oben berechnete, wird der niedrigere der beiden Werte verwendet, d. h. 22 AZ/min.

D: Grenzwert für zu niedrige Frequenz

Die niedrigste Ziel-Frequenz (siehe D in Abbildung C-8) ist auf 5 AZ/min festgelegt. Diese niedrige Frequenz begrenzt im Beispiel des 70 kg schweren Patienten wiederum das maximale Tidalvolumen auf 1400 ml, wenn das %MinVol auf 100 % eingestellt ist.

C.3.4 Optimales Beatmungsmuster

Obwohl die Lungenschutzregeln die möglichen Kombinationen von VT und f schon einschränken, schreibt ASV ausdrücklich eine Ziel-Kombination vor. In Abbildung C-8 wird deutlich, dass es innerhalb des punktierten Rechtecks noch erheblichen Raum für eine Auswahl gibt. Dieser Auswahlvorgang ist eine exklusive Funktion von ASV. Die grundlegende Annahme ist, dass das optimale Beatmungsmuster identisch ist mit dem, das ein nicht unterstützter Patient normalerweise wählen würde, sofern der Patient in der Lage wäre, dieses Muster beizubehalten.

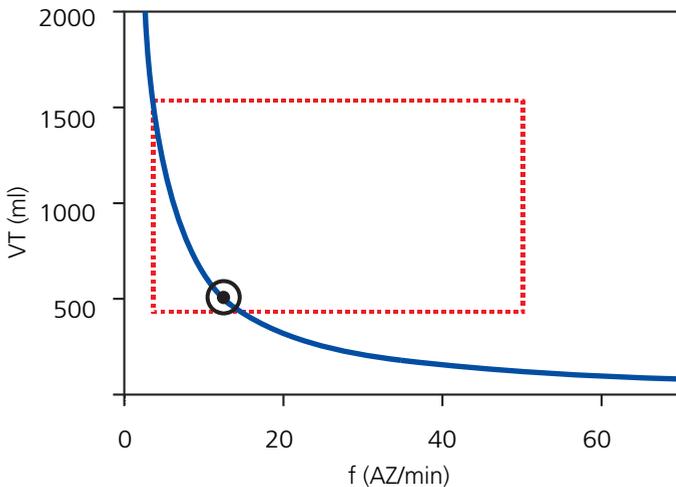


Abbildung C-9. ASV Zielgrafik-Bildschirm.

Das Rechteck zeigt die Sicherheitsgrenzwerte, der Kreis zeigt das Ziel-Atemmuster.

Gemäß den physiologischen Lehrbüchern wird die Auswahl des Atemmusters entweder von der Atemarbeit oder von der Kraft zur Aufrechterhaltung des Musters bestimmt. ASV verwendet die Originalgleichung von Otis (Otis 1950) und berechnet die optimale Frequenz basierend auf den Benutzereingaben für %MinVol und KGewicht sowie dem Messwert für RCexp (siehe Kapitel C.4).

Bei dem 70 kg schweren Patienten wäre die optimale Frequenz bei einem %MinVol von 100 % und einem gemessenen RCexp von 0,5 s nach der Otis-Formel 15 AZ/min.

Sobald die optimale Frequenz bestimmt ist, wird das Ziel-VT berechnet:

$$VT = \text{Ziel-MinVol} / \text{optimale Frequenz} \quad (4)$$

Im Beispiel des 70 kg schweren Patienten beträgt das Ziel-VT 467 ml (für Einzelheiten siehe Kapitel C.4).

Abbildung C-10 fasst die in den vorangehenden Abschnitten durchgeführten Berechnungen zusammen und zeigt die Position des Ziel-Atemmusters sowie die Sicherheitsgrenzwerte, die durch die Lungenschutzregeln vorgegeben werden.

C.3.4.1 Erste Atemhübe: Wie ASV startet

Die Frage ist: Wie werden die Zielwerte bei einem gegebenen Patienten erreicht, wenn nicht bekannt ist, ob er spontan atmen kann oder nicht? Zu diesem Zweck verwendet ASV einen synchronisierten intermittierenden druckkontrollierten Beatmungsmodus.

Jeder vom Patienten getriggerte Atemhub wird druckunterstützt und durch den Flow gesteuert, d. h. der Übergang zur Expiration erfolgt aufgrund des Flows. Wenn der Patient hingegen keinen Atemhub triggert, erfolgt die Abgabe des Atemhubs mit voreingestelltem Druck und entsprechendem Zeitzyklus.

Folgende Parameter können vom Bediener eingestellt werden:

- PEEP/CPAP
- Sauerstoff
- Triggertyp und -sensitivität

Folgende Parameter werden automatisch von ASV justiert und können nicht vom Bediener eingestellt werden:

- SIMV-Frequenz: zum Ändern der Gesamatemfrequenz
- Inspirationsdruck: zum Ändern des inspiratorischen Volumens

- Inspirationszeit: um den Gasflow in die Lunge zu ermöglichen
- Start-Beatmungsmuster

Um ASV sicher zu starten, gibt der Bediener über den Parameter KGewicht gemäß Tabelle C-6 Anfangsparameter ein.

Zu Anfang werden drei Testatemhübe abgegeben. Die sich ergebenden Werte für Frequenz und Tidalvolumen werden gemessen und mit den Zielwerten verglichen. ASV reagiert dann je nach den Differenzen zwischen den tatsächlichen Werten und den Zielwerten für VT und die Frequenz.

C.3.4.2 Annäherung an die Zielwerte

Abbildung C-10 zeigt ein mögliches Szenario nach den anfänglichen drei Testatemhüben. Das aktuelle Atemmuster, das als Kreuz aufgezeichnet ist, zeigt eine klare Abweichung von den Zielwerten. Die Aufgabe von ASV ist nun, das Kreuz so dicht wie möglich an den Kreis zu bewegen.

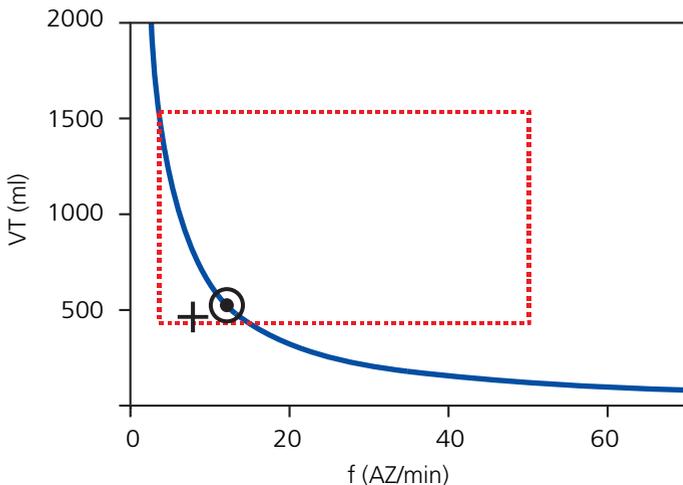


Abbildung C-10. Beispiel einer Situation nach den ersten drei Atemhüben. Das Kreuz kennzeichnet die für VT und die Frequenz tatsächlich gemessenen Werte.

Um die Zielwerte zu erreichen, wird folgende Strategie angewendet:

- Wenn das aktuelle $VT < \text{Ziel-}VT$ ist, wird der Inspirationsdruck erhöht.
- Wenn das aktuelle $VT > \text{Ziel-}VT$ ist, wird der Inspirationsdruck gesenkt.
- Wenn das aktuelle $VT = \text{Ziel-}VT$ ist, bleibt der Inspirationsdruck unverändert.
- Wenn die aktuelle Frequenz $< \text{Ziel-Frequenz}$ ist, wird die SIMV-Frequenz erhöht.
- Wenn die aktuelle Frequenz $> \text{Ziel-Frequenz}$ ist, wird die SIMV-Frequenz verringert.
- Wenn die aktuelle Frequenz $= \text{Ziel-Frequenz}$ ist, bleibt die SIMV-Frequenz unverändert.

Als Ergebnis bewegt sich das Kreuz in Abbildung C-10 zum Kreis hin. Das aktuelle VT wird aus dem Mittelwert der inspiratorischen und expiratorischen Volumina über die letzten acht Atemzyklen berechnet. Durch diese Definition werden teilweise Leckagen im Beatmungsschlauchsystem, einschließlich Endotrachealtubus, kompensiert.

C.3.5 Dynamische Justierung des Lungenschutzes

Die vom Bediener vorgegebenen Werte werden nicht von ASV geändert, und die daraus abgeleiteten Sicherheitsgrenzwerte bleiben wie oben definiert. Wenn sich jedoch die Atemsystemmechanik ändert, ändern sich auch die Sicherheitsgrenzwerte entsprechend, wie in Kapitel C.3.3 definiert. Die Sicherheitsgrenzwerte werden mit jedem Atemzyklus aktualisiert.

Wird z. B. die Lunge steifer, wird der obere Grenzwert für VT proportional verringert und der obere Grenzwert für f_{Total} wird gemäß der Otis-Formel erhöht (siehe Kapitel C.4).

Diese dynamischen Justierungen gewährleisten, dass ASV jederzeit ein sicheres Atemmuster appliziert. Grafisch dargestellt ändert sich das punktierte Rechteck wie in Abbildung C-11 gezeigt.

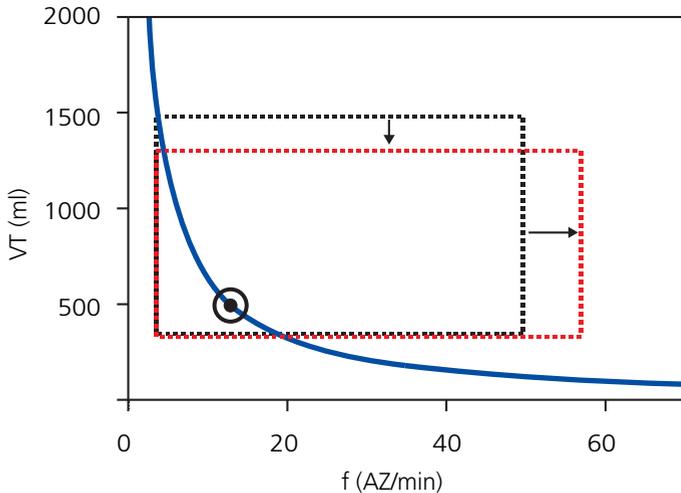


Abbildung C-11. Die Lungenschutzgrenzwerte werden dynamisch geändert und an die Atemsystemmechanik angepasst. Die von den Eingaben des Bedieners abgeleiteten Grenzwerte werden jedoch nie verletzt.

C.3.6 Dynamische Justierung des optimalen Beatmungsmusters

Sobald das optimale Beatmungsmuster berechnet ist, wird es in jedem Atemzyklus gemäß den Messwerten für RC_{exp} und dynamische Compliance überprüft. Die Otis-Formel wird angewendet und es wird ein neues Ziel-Beatmungsmuster berechnet. Im stationären Zustand ändern sich die Zielwerte nicht. Wenn sich jedoch die Atemsystemmechanik des Patienten verändert, verändern sich auch die Zielwerte.

Wenn sich z. B. die Bronchien unseres normalen, 70 kg schweren Patienten (der mit 15 AZ/min und einem VT von 467 ml beatmet wird) aufgrund von Asthma verengen, steigt die expiratorische Resistance auf Werte über 5 mbar/l/s. Aus diesem Grund dauert es während der Expiration länger, bis die Lungen die endexpiratorische Gleichgewichtsposition erreicht haben. Technisch gesehen hat sich RC_{exp} vergrößert, und diese Erhöhung erfordert eine längere Expirationszeit. Bei einem gegebenen Minutenvolumen erfordert dies ein größeres VT

und eine kleinere Frequenz (längere Expirationszeit). Die Otis-Formel ergibt folgende neue Zielwerte: $f = 11$ AZ/min und $V_T = 636$ ml. Abbildung C-12 zeigt die Änderung. Beachten Sie, dass die Erhöhung der Resistance zu einer Verringerung des Volumen-Druck-Verhältnisses (V/P) führt. Die Veränderungen von RC_{exp} und der dynamischen Compliance beeinflussen mit jedem Atemzyklus auch die Sicherheitsgrenzwerte entsprechend (siehe vorherigen Abschnitt).

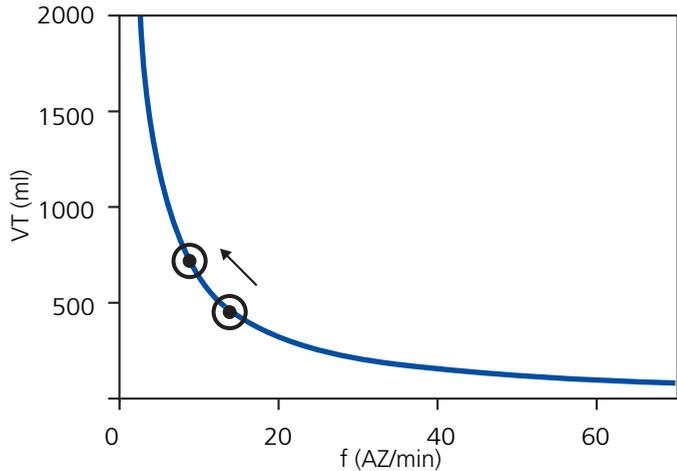


Abbildung C-12. Veränderungen der Zielwerte bei Bronchokonstriktion. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Sicherheitsgrenzwerte weggelassen. Für klinische Beispiele siehe Belliato 2000.

C.4 Minimale Atemarbeit (Otis-Formel)

Die grundlegende Frage von Otis war: Wie wählen Säugetiere ihr Atemmuster und von welchen Parametern hängt es ab (Otis 1950)? Dieselbe Frage wurde Jahre vorher von Rohrer untersucht, der zu einem sehr ähnlichen Ergebnis kam (Rohrer 1925). Die Hypothese war, dass Säugetiere das Atemmuster mit der geringsten Atemarbeit (WOB, „Work Of Breathing“) wählen. Abbildung C-13 stellt den Zusammenhang zwischen Frequenz und Atemarbeit dar, wobei die unelastische Belastung, die elastische Belastung und die Gesamtbelastung der Atmung angegeben sind.

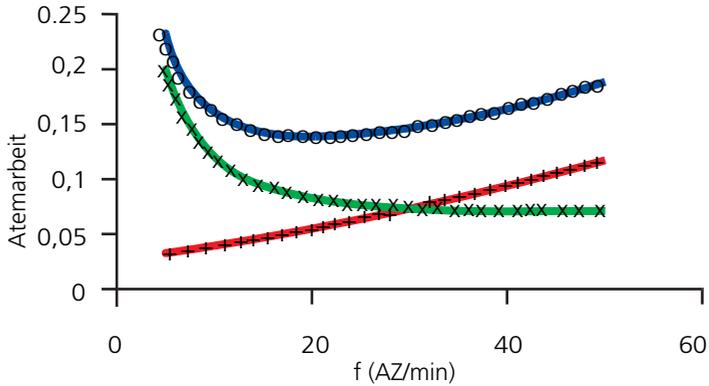


Abbildung C-13. Drei verschiedene Beziehungen zwischen Frequenz und WOB sind für eine hypothetische Lunge aufgezeichnet: (+) die rein unelastische resistente Belastung bewirkt, dass die Atemarbeit mit der Frequenz ansteigt, (x) die rein elastische Belastung erfordert bei niedrigen Frequenzen die höchste Arbeit, (o) die gesamte Lunge weist ein deutliches Minimum auf, das mit der unten angegebenen Gleichung berechnet werden kann.

Es hat sich herausgestellt, dass die Frequenz, bei der die Atemarbeit am geringsten ist, mit folgender Gleichung bestimmt werden kann:

$$f = \frac{\sqrt{1 + 2a \times RC_{exp} \times (\text{MinVol} - f \times V_d) / V_d} - 1}{a \times RC_{exp}}$$

wobei a ein Faktor ist, der von der Kurvenform abhängt. Bei sinusförmigen Flows ist $a = 2\pi^2/60$.

Das entsprechende Tidalvolumen wird wie folgt berechnet:

$$V_T = \text{MinVol} / f$$

Beispiel: Ein 70 kg wiegender, männlicher Patient mit normaler Lunge ($R_{\text{total}} = 5 \text{ mbar/l/s}$, expiratorische Resistance von Schlauch und Ventil = 5 mbar/l/s , $C_{\text{rs}} = 50 \text{ ml/mbar}$) hat eine gemessene R_{Cexp} von $0,5 \text{ s}$, einen geschätzten V_{D} von 154 ml und ein vom Bediener eingestelltes $\% \text{MinVol}$ von 100% . Mit diesen Werten wird das Ziel-MinVol berechnet zu

$$\text{MinVol} = 100 \% \times 70 \text{ kg} \times 0,1 \text{ l/min/kg} = 7 \text{ l/min}$$

Als nächstes wird die Otis-Formel mit folgenden Parametern angewendet:

$$\text{MinVol} = 7 \text{ l/min}$$

$$V_{\text{D}} = 154 \text{ ml}$$

$$R_{\text{Cexp}} = 0,5 \text{ s}$$

$$a = 2\pi^2/60$$

$$f = 10 \text{ AZ/min (bestimmt anhand von Tabelle C-6)}$$

Das Ergebnis ist eine neue Frequenz $f(1)$

$$f(1) = 15 \text{ AZ/min}$$

Diese Frequenz wird wieder in die Otis-Formel eingesetzt und die Berechnung erneut durchgeführt, so dass man einen neuen Schätzwert für die Frequenz, $f(2)$, erhält. Dieses Verfahren wird wiederholt, bis der Unterschied zwischen zwei aufeinander folgenden Ergebnissen für die Frequenz (f) kleiner wird als $0,5 \text{ AZ/min}$. Im vorliegenden Beispiel reicht ein Iterationsschritt aus, d. h.

$$f_{\text{target}} = 15 \text{ AZ/min}$$

Schließlich wird das Ziel-Tidalvolumen durch Division des MinVol durch f ermittelt:

$$V_{\text{T}} = 7000 \text{ ml/min} / 15 \text{ AZ/min} = 467 \text{ ml}$$

C.5 Technische Daten zu ASV

Tabelle C-5 listet die technischen Daten zu ASV auf. Unterstrichene Parameter werden im Modus ASV vom Bediener eingestellt.

Tabelle C-5. Technische Daten zu ASV

ASV-bezogene Bedienereinstellungen	
<u>%MinVol</u>	25 bis 350 %
<u>KGewicht</u> (Ideales Körpergewicht, IBW)	5 bis 200 kg
Interne Berechnungen	
MinVol (Zielwert)	In l/min. Das Ziel-Minutenvolumen wird wie folgt berechnet: $\frac{\text{KGewicht (in kg)} \times \text{NormMinVent (in l/kg/min)} \times \% \text{MinVol}}{100}$ wobei NormMinVent das normale Minutenvolumen aus Abbildung C-6 ist.
fTotal	in AZ/min, berechnet mit Hilfe der Otis-Formel
Vd	2,2 ml/kg <u>KGewicht</u>
VT (Zielwert)	MinVol/f(Zielwert)
ASV-Monitoring	
Zielwerte (numerisch)	MinVol, VT, fTotal
Tatsächlich erreichte Werte (numerisch)	MinVol, VT, fTotal
Patientenstatus (numerisch)	fSpont, fKontroll, PInsp
Grafische Anzeige (Kurve)	f gegenüber VT, Zielwert, tatsächlicher Wert, Sicherheitsgrenzwerte

Tabelle C-5. Technische Daten zu ASV (Forts.)

Alarme	
Alle Alarme von RAPHAEL, mit Ausnahme der Apnoe-Alarme, arbeiten normal.	Siehe Kapitel 6
Spezial	ASV: Drucklimitierung, ASV: Zielwert unerreichbar
Leistungsspezifikationen	
Antwortzeit (90 % des stationären Zustandes)	< 1 min (typisch)
Überschießen/Unterschießen	< 20 %
Maximale Druckänderung pro Atemhub	2 mbar
Lungenschutzregeln	
Maximales VT	Hängt von der Einstellung für den <u>Pasvlimit</u> -Wert und dem Volumen-Druck-Verhältnis (V/P) ab Normalerweise $\text{MinVol}/5$, aber immer $< 22 \text{ ml/kg} \times \text{KGewicht}$
Minimales VT	$4,4 \text{ ml/kg} \times \text{KGewicht}$
Maximale maschinelle Beatmungsfrequenz	Hängt von RCexp ab
Minimale Ziel-Frequenz	5 AZ/min
Maximaler P _{insp}	<u>Pasvlimit</u>
Minimaler P _{insp}	5 mbar über <u>PEEP/CPAP</u>
Minimale Inspirationszeit (TI)	RCexp oder 0,5 s (der größere Wert gilt)
Maximale Inspirationszeit (TI)	2 s
Minimale Expirationszeit (TE)	$2 \times \text{RCexp}$ oder 0,5 s (der größere Wert gilt)
Maximale Expirationszeit (TE)	12 s
Bereich für I:E	1:4 bis 1:1

C.6 Beginn der Beatmung

Wenn ASV gestartet wird, liefert RAPHAEL drei Testatemhübe im synchronisierten intermittierenden maschinellen Druckbeatmungsmodus. RAPHAEL wählt automatisch die Werte für die SIMV-Frequenz, Inspirationszeit (TI) und Inspirationsdruck (Pinsp) auf der Basis des vom Bediener eingestellten KGewichts und gemäß Tabelle C-6.

Tabelle C-6. Anfängliches Atemmuster

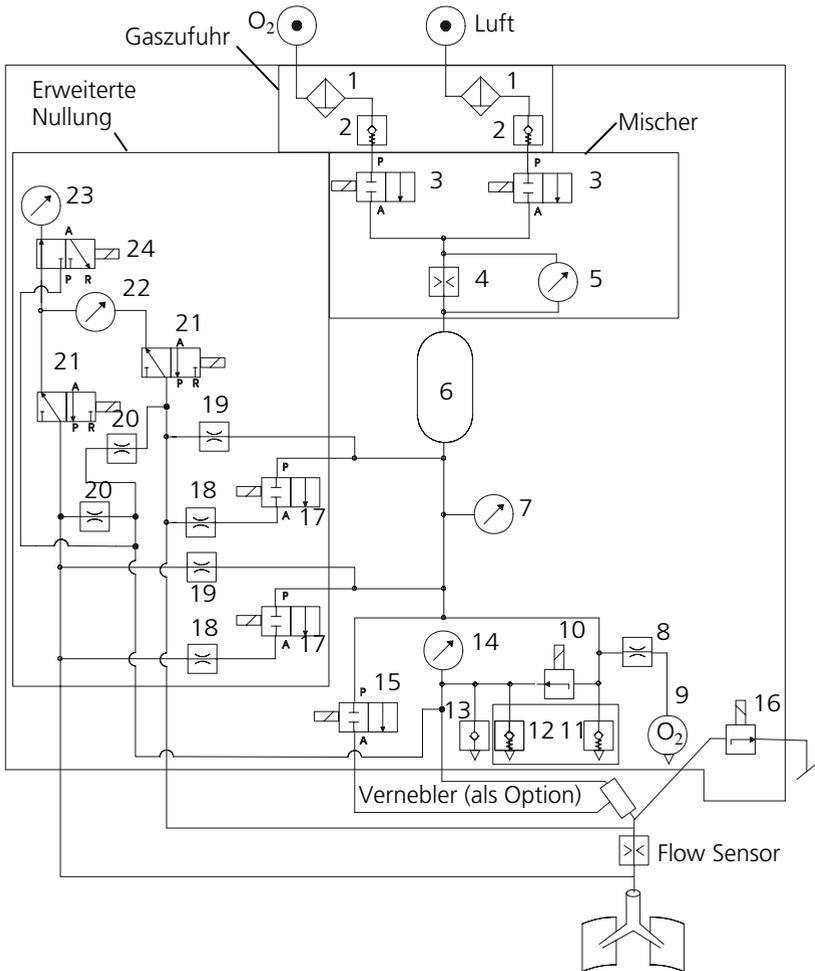
KGewicht (kg)	Pinsp (mbar)	TI (s)	SIMV-Frequenz (AZ/min)
5	15	0,6	35
6 bis 8	15	0,6	25
9 bis 11	15	0,6	20
12 bis 20	15	1	20
22 bis 29	15	1	15
30 bis 39	15	1	14
40 bis 59	15	1	12
60 bis 89	15	1	10
90 bis 99	18	1,5	10
≥ 100	20	1,5	10

C.7 Referenzliteratur

- **Hewlett AM, Platt AS, Terry VG.** Mandatory minute volume. A new concept in weaning from mechanical ventilation. *Anaesthesia* 1977, 32:163–169.
- **Radford EP Jr.** Ventilation standards for use in artificial respiration. *N Engl J Med* 1954, 251:877–883.
- **Otis AB, Fenn WO, Rahn H.** Mechanics of breathing in man. *J Appl Physiol* 1950, 2:592–607.
- **Marini JJ, Crooke PS, Truwit JD.** Determinants and limits of pressure-preset ventilation: a mathematical model of pressure control. *J Appl Physiol* 1989, 67: 1081–1092.
- **Slutsky AS.** Consensus conference on mechanical ventilation- January 28-30, 1993 at Northbrook, Illinois, USA. *Int Care Med* 1994, 20:64–79.
- **Lourens MS, Van den Berg BV, Aerts JGJ, Verbraak AFM, Hoogsteden HC, Bogtaard JM.** Expiratory time constants in mechanically ventilated patients with and without COPD. *Int Care Med* 2000, 26:1612–1618.
- **Quan SF, Parides GC, Knoper ST.** Mandatory Minute Volume (MMV) Ventilation: An Overview. *Resp Care* 1990, 35:898–905.
- **Belliato M, Maggio M, Neri S, Via G, Fusilli N, Olivei M, Iotti G, Braschi A.** Evaluation of the adaptive support ventilation (ASV) mode in paralyzed patients. *Intensive Care Med* 2000, 26, Suppl. 3:S327.
- **Sulzer CF, Chioléro R, Chassot PG, Mueller XM, Revelly JP.** Adaptive Support Ventilation for fast tracheal extubation after cardiac surgery. *Anesthesiology* 2001 Dec;95(6):1339–45.
- **Tassaux D, Dalmas E, Gratadour P, Jolliet P.** Patient-ventilator interactions during partial ventilatory support: A preliminary study comparing the effects of adaptive support ventilation with synchronized intermittent mandatory ventilation plus inspiratory pressure support. *Critical Care Medicine* 2002;30(4):801–7.

- **Campbell RS, Branson RD, Johannigman JA.** Adaptive Support Ventilation. Respiratory Care Clinics of North America 2001 Sep;7(3):425-40.
-**weitere** und aktualisierte Referenzliteratur finden Sie unter www.hamilton-medical.com

D Pneumatisches System



Legende

1. Mikrofilter mit Kondensatauffangreservoir
2. Rückschlagventil
3. Mischerventil
4. Öffnung
5. Drucksensor (dP_{Mischer})
6. Tank, 2 Liter
7. Drucksensor (P_{Tank})
8. Flow-Begrenzer, Sauerstoffmessung
9. Sauerstoffzelle
10. Inspirationsventil
11. Überdruckventil, Tank
12. Überdruckventil, Patient
13. Umgebungsluftventil
14. Drucksensor (P_{vent})
15. Verneblerventil
16. Expirationsventil
17. Sensor-Testventil
18. Flow-Begrenzer, erhöhter Spül-Flow
19. Flow-Begrenzer, Basis-Spül-Flow
20. Flow-Begrenzer, Überdruckschutz dP_{ptm}
21. Nullungsventil
22. Drucksensor (dP_{ptm})
23. Drucksensor (P_{prox})
24. Ventil ($P_{\text{vent-zero}}$)

E Konfiguration

E.1	Einleitung	E-2
E.2	Aufrufen des Konfigurationsmodus	E-2
E.3	Sprache: Auswahl der Standardsprache	E-3
E.4	Hauptmonitoring: Auswahl der angezeigten Standard-Patientendaten	E-4
E.5	Standard-Setup: Auswahl der Standard-Kontrolleinstellungen	E-5
E.6	Kurven: Auswahl der Standardkurvenparameter	E-11
E.7	Hilfsmittel	E-12
E.8	Logbuch	E-15
E.9	Werkseinstellungen	E-17

E.1 Einleitung

Im Konfigurationsmodus können Sie die Standardeinstellungen der Beatmungsgeräteparameter gemäß den Erfordernissen Ihres Krankenhauses anpassen. In diesem Modus können Sie auch das Sauerstoff-Monitoring und die Flow-Messung aktivieren und bis zu 1000 gespeicherte Ereignisse im Logbuch ansehen. In der Regel wird das Beatmungsgerät direkt nach dem Kauf, also vor dem Erstanschluss eines Patienten, konfiguriert.

Wenn Sie keine Einstellungen konfigurieren, wird das Beatmungsgerät mit den Werkseinstellungen betrieben (Tabelle A-7).

E.2 Aufrufen des Konfigurationsmodus

Zum Aufrufen des Konfigurationsmodus drücken Sie nach Einschalten des Beatmungsgeräts sofort auf den Einstellknopf. Lassen Sie den Knopf erst los, nachdem der Selbsttest abgeschlossen ist. Anschließend wird der Modusauswahlbildschirm **Konfiguration** angezeigt (Abbildung E-1).



Abbildung E-1. Modusauswahlbildschirm Konfiguration

E.3 Sprache: Auswahl der Standardsprache

RAPHAEL stellt Ihnen zur Bedienung mehrere Sprachen zur Verfügung. Wählen Sie wie folgt die gewünschte Sprache aus:

1. Rufen Sie den Modusauswahlbildschirm Konfiguration auf und wählen Sie das Menü **sprache**. Das Fenster Sprache wird geöffnet.
2. Wählen Sie die gewünschte Sprache aus und bestätigen Sie Ihre Auswahl. Anschließend wird wieder der Modusauswahlbildschirm **Konfiguration** angezeigt.

E.4 Hauptmonitoring: Auswahl der angezeigten Standard-Patientendaten

Mit dieser Funktion können Sie bestimmen, welche Hauptmonitoring-Parameter im Basisbildschirm angezeigt werden. Wählen Sie wie folgt die Hauptmonitoring-Parameter aus:

1. Wählen Sie das Menü **Hauptmonitoring**. Das Fenster Hauptmonitoring öffnet sich (Abbildung E-2).
2. Ein Parameter ist mit einem gelben Rahmen versehen. Drehen Sie den Knopf, um den Parameter auszuwählen, den Sie ändern möchten. Drücken Sie den Knopf, um die Eingabe zu aktivieren.



Abbildung E-2. Fenster Hauptmonitoring-Parameter, Konfigurationsmodus

3. Wiederholen Sie die oben beschriebenen Schritte bei den anderen beiden Parametereinträgen.
4. Bestätigen Sie alle getroffenen Änderungen. Anschließend wird wieder der Modusauswahlbildschirm **Konfiguration** angezeigt.

E.5 Standard-Setup: Auswahl der Standard-Kontrolleinstellungen

Mit dieser Funktion können Sie die Standardwerte für die Beatmung definieren. Hierzu gehört die Eingabe von Idealgewicht, Standard-Beatmungsmodus, Kontrollparametern sowie des Alarmgrenzwertes für Pmax und fTotal. Wählen Sie die Standardwerte wie folgt aus den in Tabelle E-1 angegebenen Bereichen:

1. Wählen Sie das **Standard Setup**.

Das Fenster **Körpergewicht** öffnet sich (Abbildung E-3).



**Abbildung E-3. Fenster Körpergewicht,
Konfigurationsmodus**

2. Wählen und aktivieren Sie **Körpergewicht**. Stellen Sie das Patientenkörpergewicht ein und aktivieren Sie es. Bestätigen Sie die Auswahl.

3. Das Fenster mit den verfügbaren Modi wird geöffnet (Abbildung E-4). Wählen Sie einen Modus aus. Aktivieren oder deaktivieren Sie den Modus, um ihn anzuzeigen oder auszublenden. Unterdrückte Modi werden während der Beatmung nicht im Fenster Modus angezeigt. Gehen Sie mit den verbleibenden Modi ebenso vor. Bestätigen Sie die Auswahl.

HINWEIS:

PCV+ und SIMV+ sind immer aktiviert. PCV+ wird bei Flow Sensor-Problemen verwendet. SIMV+ wird als Apnoe Backup-Modus verwendet.

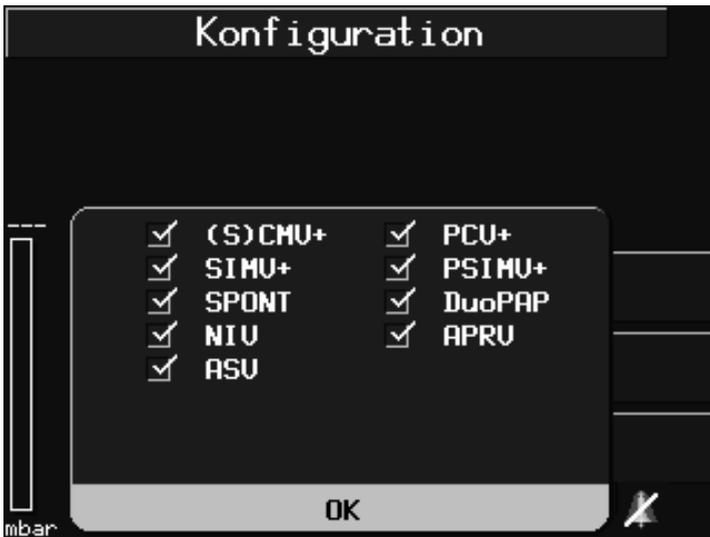


Abbildung E-4. Fenster mit den verfügbaren Modi

4. Das Fenster Modus wird geöffnet (Abbildung E-5). Wählen Sie den gewünschten Standardmodus aus. Dabei handelt es sich um den Modus, in dem automatisch das Beatmungsgerät gestartet wird. Aktivieren oder deaktivieren Sie die Funktionen Seufzer und Apnoe Backup nach Bedarf. Stellen Sie die Standard-Apnoe-Zeit ein. Bestätigen Sie die Auswahl.



Abbildung E-5. Fenster Modus, Konfigurationsmodus

5. Das Fenster Kontroll 1 öffnet sich (Abbildung E-6). Legen Sie die Standardwerte für den ersten Kontrollparameter fest und aktivieren Sie diesen (Bereiche für Kontrollparameter siehe Tabelle E-1). Stellen Sie den Wert ein und aktivieren Sie ihn. Wiederholen Sie diese Schritte bei allen Kontrollparametern, die Sie ändern möchten. Öffnen Sie das Fenster Kontroll 2 (Abbildung E-7) und wiederholen Sie die oben aufgeführten Schritte. Bestätigen Sie die Auswahl.

HINWEIS:

- Die Konfigurationseinstellung Pkontroll stellt auch die Standardeinstellung für Psupport dar.
 - Die Konfigurationseinstellung VT/kg wird zur Berechnung der Standardfrequenz verwendet.
 - In den SIMV-Modi bestimmt die Konfigurationseinstellung I:E die TI. Liegt die berechnete Frequenz bei < 15 AZ/min, wird eine Standard-TI auf der Grundlage einer Frequenz von 15 AZ/min verwendet.
 - In den Modi DuoPAP und APRV werden die Timing-Einstellungen durch die berechnete Frequenz und I:E bestimmt. Die Konfigurationseinstellung PEEP/CPAP stellt die Standardeinstellung für P tief im APRV-Modus dar. Die Summe der Konfigurationseinstellungen PEEP/CPAP und Pkontroll bildet die Einstellung für P hoch.
-

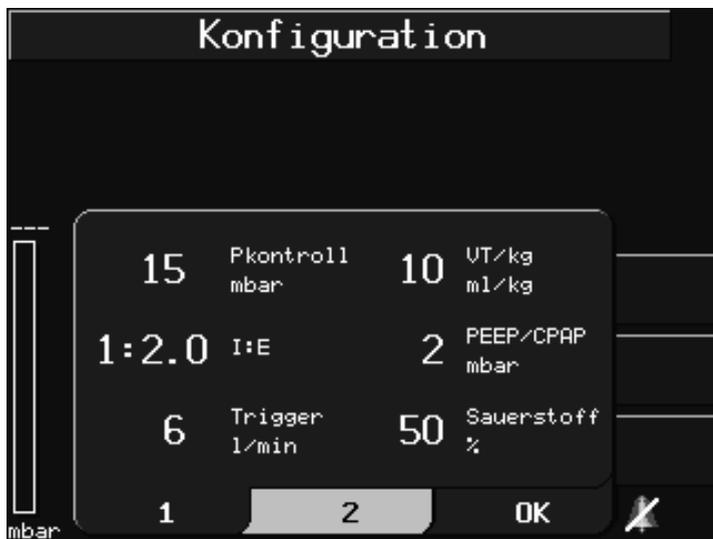


Abbildung E-6. Fenster Kontroll 1, Konfigurationsmodus



Abbildung E-7. Kontroll 2, Konfigurationsmodus

6. Das Fenster Alarm wird nun geöffnet (Abbildung E-8).



Abbildung E-8. Fenster Alarm, Konfigurationsmodus

7. Stellen Sie die Werte für P_{max} und f_{Total} ein. Bestätigen Sie die Änderung. Anschließend wird wieder der Modusauswahlbildschirm **Konfiguration** angezeigt.

HINWEIS:

Die Alarmgrenzen für $ExpMinVol$ werden automatisch auf der Basis von Frequenz und VT eingestellt, die wiederum auf dem Körpergewicht basieren (siehe Tabelle 4-6).

E.6 Kurven: Auswahl der Standardkurvenparameter

Mit dieser Funktion können Sie bestimmen, welche Kurve als Standard im Basisbildschirm angezeigt wird.

1. Wählen Sie die Menüoption **Kurven**. Das Fenster Kurvenauswahl wird geöffnet (Abbildung E-9).



**Abbildung E-9. Fenster Kurvenauswahl,
Konfigurationsmodus**

2. Wählen Sie die gewünschte Kurve aus. Bestätigen Sie Ihre Auswahl. Anschließend wird wieder der Modusauswahlbildschirm **Konfiguration** angezeigt.

E.7 Hilfsmittel

Mit dieser Funktion können Sie die Flow-Messung und das Sauerstoff-Monitoring aktivieren oder deaktivieren, einen erweiterten Base-Flow-Bereich aktivieren, die Standardlautstärke für Alarme festlegen, die Höhe über Meer einstellen sowie das Datum und die Uhrzeit einstellen. Bei aktiviertem erweitertem Base-Flow-Bereich kann der Base-Flow-Wert im gesamten Bereich von 0 bis 10 eingestellt werden. Dieser Bereich kann gewählt werden, wenn das Beatmungsgerät an eine zentrale Luftzufuhr angeschlossen ist. Anderenfalls kann der Base-Flow-Wert in einem Bereich von 0 bis 2 eingestellt werden. (Informationen zum Einstellen des Base-Flow-Werts finden Sie in Tabelle 4-4). Die Einstellung „Höhe über Meer“ dient zur Kompensation der Flow- und Volumenmessungen.

WARNUNG

HAMILTON MEDICAL empfiehlt, die Flow-Messung immer zu aktivieren, um das Monitoring zu erleichtern und den Schutz des Patienten zu erhöhen. Auch wenn Sie die Flow-Messung deaktivieren, muss eine Druckmessleitung zwischen dem Y-Stück und dem blauen Flow Sensor-Stecker eingesetzt sein, damit RAPHAEL mit einem Patientendruckeingang versehen ist. RAPHAEL führt ohne diesen Druckeingang keine Beatmung durch; stattdessen wird der Alarm *Diskonnektion* ausgelöst.

HINWEIS:

Ist das Sauerstoff-Monitoring deaktiviert, löst RAPHAEL einen Alarm mit niedriger Priorität aus und zeigt die Meldung **Sauerstoffmonitoring inaktiv** an.

Ist die Flow-Messung deaktiviert, treffen die folgenden Aussagen zu:

- Nur der Modus PCV+ ist aktiv.
 - Der Alarm **Flussmessung inaktiv** mit niedriger Priorität wird aktiviert.
 - Die Patiententriggerung ist deaktiviert.
 - Das Flow- und Volumen-Monitoring sowie die entsprechenden Alarme sind deaktiviert.
-

1. Wählen Sie das Menü Hilfsmittel aus. Das Fenster Hilfsmittel 1 öffnet sich (Abbildung E-10).

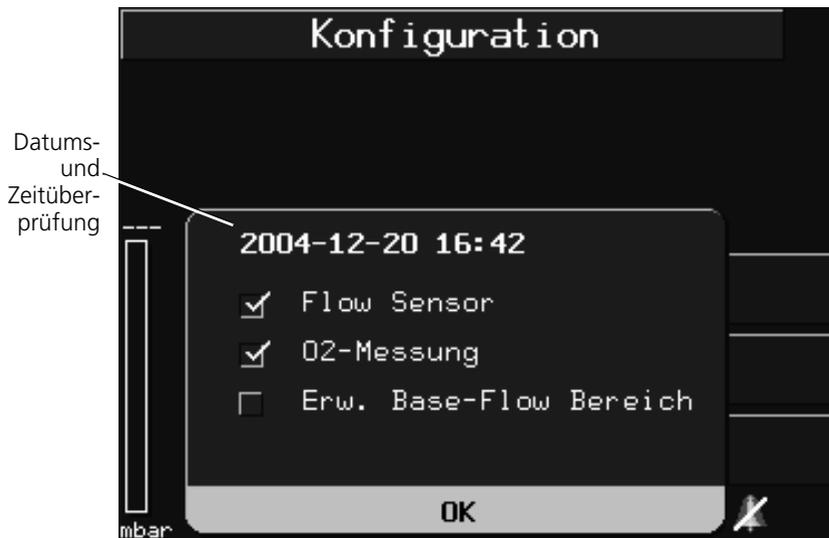


Abbildung E-10. Fenster Hilfsmittel 1, Konfigurationsmodus

2. Wählen Sie die Funktion aus, die Sie ändern möchten.
Zum Einstellen von Datum und Uhrzeit drehen Sie den Knopf, um zu dem gewünschten Wert zu blättern, und drücken dann den Knopf, um den Wert zu aktivieren. Stellen Sie den Wert ein und aktivieren Sie ihn. Verfahren Sie ebenso mit den restlichen Einstellungen für Datum und Uhrzeit.
Drücken Sie den Knopf, um die Flow-Messung, das Sauerstoff-Monitoring oder den erweiterten Base-Flow-Bereich zu aktivieren (bzw. deaktivieren).
3. Fahren Sie mit den anderen Funktionen fort. Bestätigen Sie die Auswahl.
4. Das Fenster Hilfsmittel 2 öffnet sich (Abbildung A-11).



**Abbildung E-11. Fenster Hilfsmittel 2,
Konfigurationsmodus**

-
5. Wählen Sie die Funktion aus, die Sie ändern möchten.

Zum Einstellen der Alarmlautstärke oder der Höhe drücken Sie den Knopf, um die Funktion zu aktivieren. Legen Sie dann durch Drehen des Knopfes den gewünschten Wert fest. Beim Einstellen der Alarmlautstärke wird der Alarm mit der ausgewählten Lautstärke ausgegeben, während Sie den Knopf drehen. Drücken Sie den Knopf, um die gewünschte Einstellung zu bestätigen.

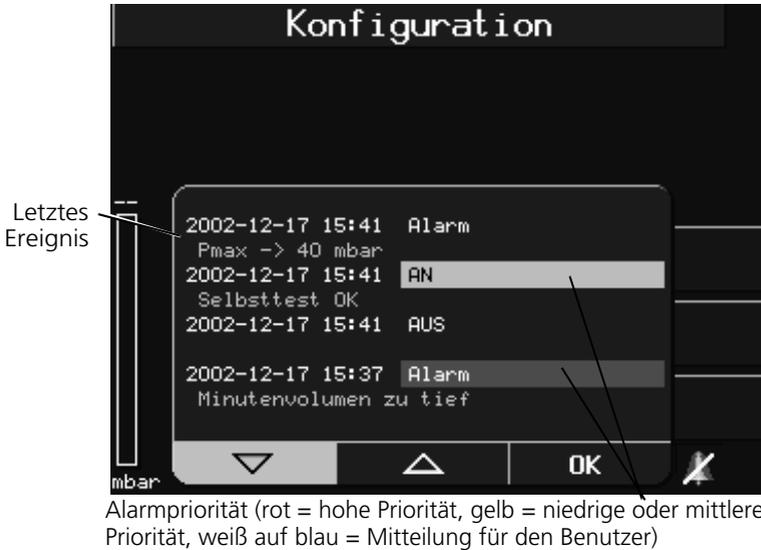
6. Bestätigen Sie die Auswahl. Anschließend wird wieder der Modusauswahlbildschirm Konfiguration angezeigt.

E.8 Logbuch

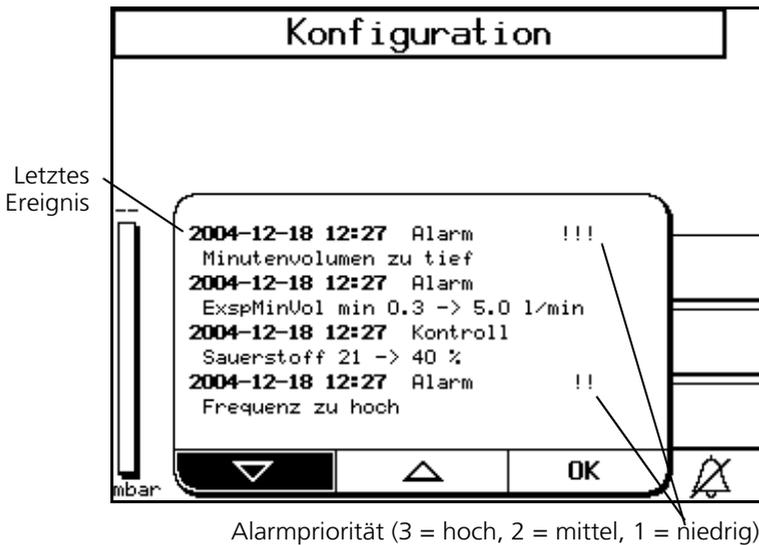
Das Logbuch (Abbildung E-12) enthält Daten über die letzten 1000 Alarme und Einstellungsänderungen, einschließlich Datum und Uhrzeit, zu denen diese stattfanden. Dabei handelt es sich um eine erweiterte Version des Logbuches, das während der Beatmung angezeigt werden kann. Es umfasst nicht nur die Ereignisse, die seit dem Einschalten des Gerätes aufgetreten sind, sondern auch solche, die weiter zurück liegen. Die erweiterte Version enthält keine zusätzlichen Informationen zu diesen Ereignissen.

Prüfen Sie das Logbuch wie folgt:

1. Wählen Sie **Logbuch**. Das Logbuch wird mit dem letzten Ereignis im oberen Bereich geöffnet.
2. Wählen Sie den Aufwärts- oder Abwärtspfeil durch Drehen des Knopfs. Drücken Sie den Knopf wiederholt, um wie gewünscht vor oder zurück zu blättern.
3. Wählen Sie **OK**, um das Logbuch zu schließen und zum Modusauswahlbildschirm **Konfiguration** zurückzukehren.



a. RAPHAELE XTC oder RAPHAELE Color



a. RAPHAELE Silver oder Grundmodell RAPHAELE

Abbildung E-12. Logbuch, Konfigurationsmodus

E.9 Werkseinstellungen

Diese Funktion stellt alle Werte (außer der Sprache) auf die Werkseinstellungen zurück (siehe Tabelle A-7). Die vorherigen benutzerdefinierten Einstellungen gehen verloren.

E.10 Bereiche für Konfigurationsparameter

Tabelle E-1 zeigt die Einstellungsbereiche für Konfigurationsparameter.

Tabelle E-1. Bereiche für Konfigurationsparameter

Parameter	Bereich
Einstellungen	
Apnoe Backup	An oder Aus
Apnoe Zeit	15 bis 60 s
Base-Flow	0 bis 2
Druckrampe	50 bis 200 mbar
ETS	10 bis 50 %
Flow Sensor	An oder Aus
I:E*	1:3,0 bis 1:1 <hr/> HINWEIS: In den Modi SIMV+ und PSIMV+ wird TI anhand des I:E-Verhältnisses berechnet, basierend auf einer Frequenz von 15 AZ/min. <hr/>
Körpergewicht	5 bis 200 kg

* Weitere Details siehe Kapitel E-8.

Tabelle E-1. Bereiche für Konfigurationsparameter (Forts.)

Parameter	Bereich
Modi	<ul style="list-style-type: none"> • Von den nachfolgenden Modi können beliebig viele aktiviert werden (im Fenster Modus sichtbar): (S)CMV+, SIMV+, SPONT, NIV, ASV, PCV+, PSIMV+, DuoPAP, APRV • Einer dieser Modi kann als Standardmodus konfiguriert werden.
O ₂ -Messung	An oder Aus
PEEP/CPAP*	0 bis 5 mbar
Pkontroll*	10 bis 25 mbar
Sauerstoff	40 bis 100 %
Seufzer	An oder Aus
TI max	1,0 bis 3,0 s
TRC Tubustyp Tubusdurchmesser Kompensation	ET-Tubus, T-Kanüle oder TRC aus 5,0 bis 10,0 mm 10 bis 100 %
Trigger	1 bis 10 l/min
VT/kg*	6 bis 12 ml/kg HINWEIS: Das Verhältnis zwischen Körpergewicht und abgegebenem Tidalvolumen wird hier in ml/kg Körpergewicht eingestellt. Auf der Basis dieses Wertes und des ursprünglich eingegebenen Patientengewichts berechnet RAPHAEL das Ziel-Tidalvolumen. Dies gestattet dem Bediener die Anwendung spezifischer Strategien bei der Hyper- oder Hypoventilation von Patienten.

* Weitere Details siehe Kapitel E-8.

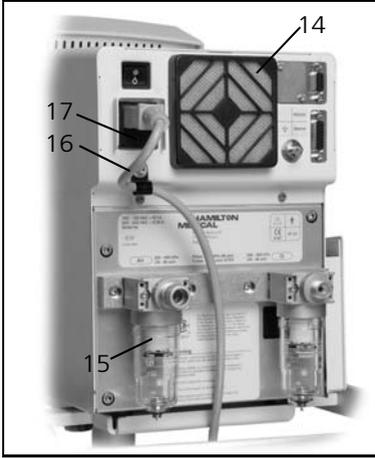
Tabelle E-1. Bereiche für Konfigurationsparameter (Forts.)

Parameter	Bereich
Alarme	
Alarm fTotal, tief/hoch	0 bis 99 AZ/min
Alarm Pmax	Minimum: Je nachdem, welcher Wert größer ist: <ul style="list-style-type: none"> • PEEP/CPAP-Einstellung + Pkontroll + 10 mbar oder • 25 mbar Maximum: 45 mbar
Monitoring	
Patientendatenanzeige	Aus den verfügbaren Monitoring-Parametern können drei für die Anzeige ausgewählt werden (Tabelle 5-1)
Art der Grafik	Druck/Zeit, Fluss/Zeit, Volumen/Zeit
Sprache	Englisch, Chinesisch, Tschechisch, Niederländisch, Französisch, Deutsch, Ungarisch, Italienisch, Japanisch, Norwegisch, Polnisch, Portugiesisch, Russisch, Spanisch
Hilfsmittel	
Flow Sensor	Aktiviert oder deaktiviert
O ₂ -Messung	Aktiviert oder deaktiviert
Erweiterter Base-Flow Bereich	Aktiviert oder deaktiviert
Alarmlautstaerke	7 bis 10
Höhe über Meer	0 bis 4000 m

* Weitere Details siehe Kapitel E-8.

F Geräteteile und Zubehör

Im HAMILTON MEDICAL Produktkatalog unter www.hamilton-medical.com finden Sie weitere Geräteteile und Zubehör.



Rückansicht

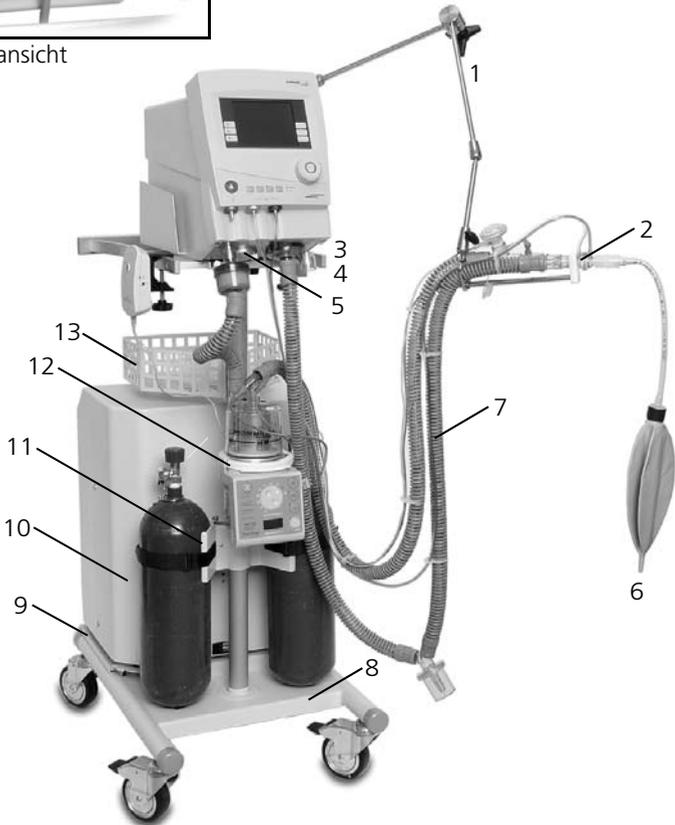


Abbildung F-1. Beatmungsgerät- und Zubehörteile

Tabelle F-1. Beatmungsgerät- und Zubehörteile

Art.-Nr. (Abbildung F-1)	Beschreibung	Bestell-Nr.
1	Haltearm, schnell positionierbar, mit Befestigungsklemme	281533
2	Flow Sensor, für Kinder/Erwachsene, zur Verwendung bei nur einem Patienten (10er Packung)	279331
	Flow Sensor, für Kinder/Erwachsene, wiederverwendbar (10er-Packung)*	155362
3	Membran, Expirationsventil (5er Packung)	151233
4	Abdeckung, Expirationsventil	151228
5	Sauerstoffzelle, Katalysator	396008
6	Testlunge mit ET-Tubus, 2 l, mit 22M/15F-Anschluss (Erwachsene)	151815
	Testlunge mit ET-Tubus, 0,5 l, mit 22M/15F-Anschluss (Kinder)	151816
7	Patienten-Beatmungsschlauchsystem (Bestellinformationen siehe Produktkatalog)	--
8	Transportwagen	157240
9	Adapter, VENTILAIR ^{II} für RAPHAEL Transportwagen	157243
10	VENTILAIR ^{II} medizinischer Luftkompressor, 220–240 V ±10 %, 50 Hz/230 V ±10 %, 60 Hz	155600
	VENTILAIR ^{II} medizinischer Luftkompressor, 100–115 V ±10 %, 50/60 Hz	155601
11	Flaschenhalterset, für Transportwagen	157241
12	Befeuchter (Bestellinformationen siehe Produktkatalog)	--

* Nicht abgebildet

Tabelle F-1. Beatmungsgerät- und Zubehörteile (Forts.)

Art.-Nr. (Abbildung F-1)	Beschreibung	Bestell-Nr.
13	Korb, für Transportwagen	157242
14	Filter, für Lüfter	281264
15	Mikrofilter, Gaseinlass, 5 µm (Mikrometer)	279676
16	Netzkabel (Bestellinformationen siehe Produktkatalog)	--
17	Sicherung, Typ T 1,0 A H 250 V (2 erforderlich)	363077
18	Verneblerset, pneumatisch, wieder- verwendbar (Bestellinformationen siehe Produktkatalog)*	151983
19	Bedienerhandbuch, RAPHAEL, Softwareversion 3, Englisch*	610994
	Bedienerhandbuch, RAPHAEL, Softwareversion 3, Französisch*	610995
	Bedienerhandbuch, RAPHAEL, Softwareversion 3, Deutsch*	610996
	Bedienerhandbuch, RAPHAEL, Softwareversion 3, Italienisch*	610997
	Bedienerhandbuch, RAPHAEL, Softwareversion 3, Spanisch*	610998

* Nicht abgebildet

Tabelle F-1. Beatmungsgerät- und Zubehörteile (Forts.)

Art.-Nr. (Abbildung F-1)	Beschreibung	Bestell-Nr.
20	Karte, Überprüfung vor Inbetriebnahme, Englisch*	610696
	Karte, Überprüfung vor Inbetriebnahme, Französisch*	610697
	Karte, Überprüfung vor Inbetriebnahme, Deutsch*	610698
	Karte, Überprüfung vor Inbetriebnahme, Italienisch*	610699
	Karte, Überprüfung vor Inbetriebnahme, Spanisch*	610700
21	Karte, ASV, Englisch*	610877
	Karte, ASV, Französisch*	610878
	Karte, ASV, Deutsch*	610879
	Karte, ASV, Italienisch*	610880
	Karte, ASV, Spanisch*	610881
22	Betthalterung*	157314
23	Halter für Wasserflasche*	281575
24	Wasserfalle, selbstentleerend*	157359

* Nicht abgebildet

G Datenschnittstelle (Option)

G.1	Einleitung	G-2
G.2	RS-232-Schnittstelle	G-3
	G.2.1 Patientenmonitor	G-3
	G.2.2 Computer	G-6
G.3	I:E-Timing-Anschluss	G-7
G.4	Alarmausgang	G-9
G.5	Stiftbelegungen der Anschlüsse	G-11
G.6	Kommunikationsprotokoll	G-13

G.1 Einleitung

Die optionale Datenschnittstelle bietet folgende Möglichkeiten:

- Die **RS-232-Schnittstelle** gibt Monitoring-Daten, Geräteeinstellungen und Alarmer an einen Patientenmonitor oder Computer weiter.
- Der **I:E-Timing-Ausgang** gibt die Signale der Zeiten von Inspiration und Expiration aus. Diese können für spezielle Anwendungen, wie etwa einen externen Vernebler, verwendet werden.
- Der **Alarmausgang** gibt Alarmsignale an ein Schwesternrufgerät aus.

Ein mit dieser Option ausgestattetes Beatmungsgerät hat an der Rückseite zwei Anschlüsse (Abbildung G-7). Der Patientenmonitor oder Computer wird mit dem RS232C-Anschluss verbunden. Das Schwesternrufgerät – oder ein anderes Gerät – wird mit dem Anschluss „Special“ verbunden.

WARNUNG

Um das Risiko eines übermäßigen Leckstroms aufgrund von Masseschleifen zu verringern und um elektromagnetische Störungen zu verhindern, muss als Verbindungskabel ein abgeschirmtes und korrekt *an nur einer Seite*, entweder am Beatmungsgerät oder am angeschlossenen Gerät, geerdetes Kabel hoher Qualität verwendet werden.

HINWEIS:

Alle an RAPHAEL angeschlossenen Geräte müssen für den medizinischen Einsatz geeignet sein und die Anforderungen der Norm IEC 60601-1 erfüllen.

G.2 RS-232-Schnittstelle

Über die RS-232-Schnittstelle kann RAPHAEL Monitoring-Daten, Kurven, Modi, Parametereinstellungen und Alarmer an einen Patientenmonitor oder Computer senden. In Tabelle G-2 sind die Stiftbelegungen für diesen Anschluss aufgelistet.

G.2.1 Patientenmonitor

WARNUNG

Um während der Verwendung eines Patientenmonitors Verletzungen des Patienten zu verhindern, müssen Patient und Beatmungsgerät jedes Mal überprüft werden, wenn der Monitor einen Alarm des Beatmungsgeräts meldet. Nicht alle Monitore geben ausführliche Meldungen über die Alarmer aus.

HINWEIS:

- Ihr Monitor erkennt und meldet möglicherweise nicht alle Modi und Parameter (z. B. Modus ASV, Monitoring-Parameter Spitzendruck). Möglicherweise erkennt er auch bestimmte spezifische Alarmer nicht, sondern meldet diese als allgemeine Alarmer. In solchen Fällen empfiehlt HAMILTON MEDICAL, die Daten direkt vom RAPHAEL Bildschirm abzulesen.
 - Durch das Stummschalten des akustischen Alarms von RAPHAEL wird nicht automatisch der akustische Alarm des angeschlossenen Patientenmonitors stumm geschaltet.
 - Um RAPHAEL an einen Monitor anzuschließen, der unten nicht beschrieben ist, wenden Sie sich an Ihren HAMILTON MEDICAL Ansprechpartner.
-

Über die RS-232-Schnittstelle kann RAPHAEL Daten an einen Patientenmonitor von Spacelabs, GE Marquette, Schiller, Dräger, Datex-Ohmeda oder Nihon Kohden senden.

Wenn RAPHAEL zusammen mit einem Patientenmonitor eingesetzt werden soll, ist die in Abbildung G-1 angegebene Hardware erforderlich. Die für den Anschluss an die Monitore der jeweiligen Hersteller erforderliche Hardware ist in Tabelle G-1 aufgelistet. Bestellen Sie diese Hardware direkt beim Hersteller des Monitors.

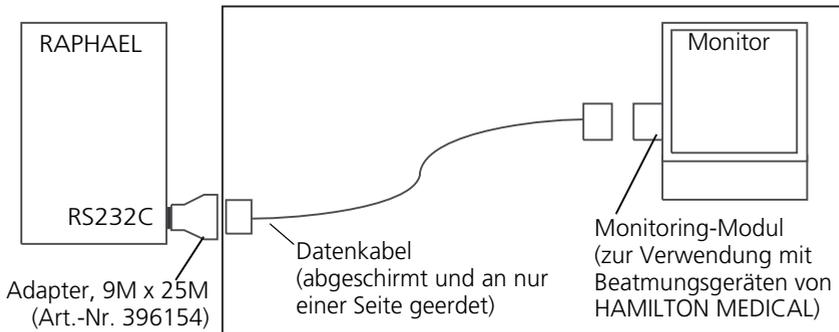


Abbildung G-1. Anschluss eines Patientenmonitors an RAPHAEL

Tabelle G-1. Hardware zum Anschließen von Patientenmonitoren

Hersteller	Für den Anschluss erforderliche Hardware	Bemerkungen
Spacelabs Medical (GE Medical Systems)	Flexport und Kabel für Beatmungsgeräte von HAMILTON MEDICAL	
GE Marquette Medical Systems	Octanet und Kabel für Beatmungsgeräte von HAMILTON MEDICAL	Tram-net ist nicht kompatibel.
Schiller	Kabel für Beatmungsgeräte von HAMILTON MEDICAL	
Dräger Medical	MIB-II-Protokollwandler oder MIB-II-Duo-Protokollwandler und GALILEO MIB-Schnittstellenkabel	Zur Verwendung mit Infinity Modular-Monitoren (früher Siemens Medical)
Datex-Ohmeda PDMS (Patientendaten- Managementsystem)	deioEthernetbox und Kabel	deioClinisoft System (frühere Bezeichnung: Datex-Ohmeda S/5 CCIMS)
Nihon Kohden Bedside Monitor der BSM-4100/5100 Serie	QI-407P-Schnittstelle	

G.2.2 Computer

WARNUNG

Der an RAPHAEL angeschlossene Computer muss für den medizinischen Einsatz geeignet sein und die Anforderungen der Norm IEC 60601-1 erfüllen. Als Alternative kann ein batteriebetriebener Laptop verwendet werden. Schließen Sie keine anderen PCs an, weil diese die Anforderungen der Norm nicht erfüllen. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an einen Techniker oder einen Sicherheitsinspektor Ihres Krankenhauses.

Über die RS-232-Schnittstelle kann RAPHAEL Daten an Ihren Computer senden. Die Daten des Beatmungsgeräts können dann mit Software wie etwa Microsoft Excel bearbeitet werden. Dies ist ein nützliches Werkzeug für Datenmanagement und klinische Studien.

Für diese Anwendung wird die in Abbildung G-2 gezeigte Hardware benötigt. Außerdem ist die Data Logger Software mit Handbuch notwendig; wenden Sie sich an Ihren HAMILTON MEDICAL Ansprechpartner.

Für Informationen über das Kommunikationsprotokoll wenden Sie sich bitte an HAMILTON MEDICAL.



* Siehe HAMILTON MEDICAL Produktkatalog für die Stiftkonfiguration des Kabels

Abbildung G-2. Anschluss eines Computers an RAPHAEL

G.3 I:E-Timing-Anschluss

HINWEIS:

Stellen Sie vor der Benutzung eines I:E-Timing-Anschlusses sicher, dass der Anschluss funktioniert. Schließen Sie RAPHAEL dazu an das externe Gerät an und überprüfen Sie die korrekte Funktion des Geräts.

Über den I:E-Timing-Anschluss kann RAPHAEL I:E-Timing-Signale über einen 15-poligen Anschluss „Special“ ausgeben. Dies ist nützlich, wenn Stickstoffmonoxid (NO) verabreicht oder ein externer Vernebler verwendet werden soll.

Diese Anwendung erfordert die in Abbildung G-3 gezeigte Hardware. Tabelle G-2 listet die Stiftbelegungen für diesen Anschluss auf. Das I:E-Timing-Signal basiert auf einem Relais im Beatmungsgerät, die Relaispositionen werden in Abbildung G-4 gezeigt.

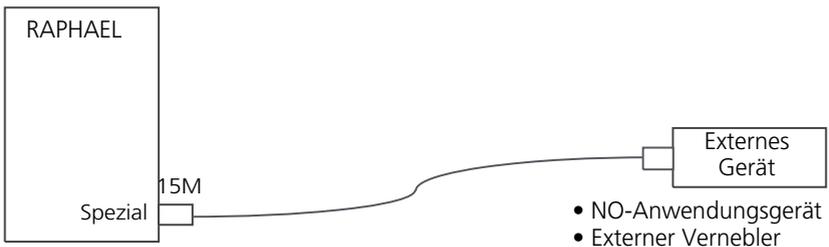
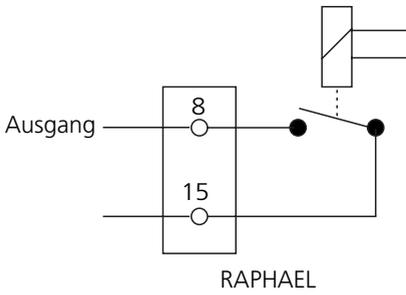
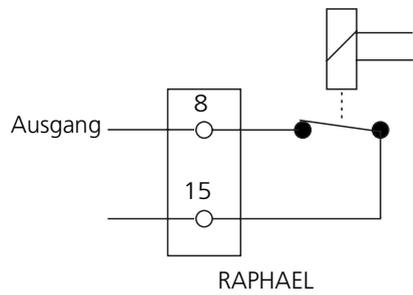


Abbildung G-3. Externes Gerät, angeschlossen über den Anschluss „Special“ von RAPHAEL.



**Relaisposition während
der Expiration**



**Relaisposition während
der Insufflation**

Abbildung G-4. I:E-Timing-Anschluss – Relaispositionen

G.4 Alarmausgang

WARNUNG

Wenn der Alarmausgang in einer Isolationsstation verwendet wird, muss sichergestellt werden, dass die Alarmfunktion korrekt arbeitet.

HINWEIS:

Vor dem Einsatz des Alarmausgangs muss sichergestellt sein, dass die Alarmfunktion korrekt arbeitet. Dazu schließen Sie RAPHAEL an ein Schwesternrufgerät an. Lösen Sie am RAPHAEL einen Alarm aus und überprüfen Sie, dass der Schwesternruf aktiviert ist. Schalten Sie den Alarm am RAPHAEL jetzt stumm und stellen Sie sicher, dass der Schwesternruf deaktiviert ist.

Der Alarmausgang (Schwesternruf) ermöglicht die Signalisierung von Alarmzuständen an vom Beatmungsgerät entfernten Stellen (z. B. wenn das Beatmungsgerät in einem Isolationsraum aufgestellt ist). RAPHAEL sendet die Alarmsignale über den 15-poligen Anschluss „Special“ an ein Schwesternrufgerät. Tabelle G-2 listet die Stiftbelegungen für diesen Anschluss auf.

Die Alarmstummschaltungstaste von RAPHAEL schaltet die akustischen Alarme des Beatmungsgeräts und angeschlossener Alarmgeräte stumm.

Der Alarmausgang basiert auf einem Relais im Beatmungsgerät. Abbildung G-5 zeigt Alarm- und Nicht-Alarm-Positionen des Relais bei neueren Geräten. Die Beschreibung trifft auf Ihr Beatmungsgerät zu, wenn es eine Schnittstellenkarte der Version 01 enthält, die ab März 2004 produziert wurde. Abbildung G-6 zeigt die Positionen des Relais älterer Beatmungsgeräte, die zutreffen, wenn Ihr Beatmungsgerät eine Schnittstellenkarte der Version 00 enthält. Sie können entweder die Stifte 7 und 14 oder die Stifte 7 und 6 verwenden, je nach der Logik Ihres Schwesternrufsystems (normalerweise geöffnete oder normalerweise geschlossene Kontakte).

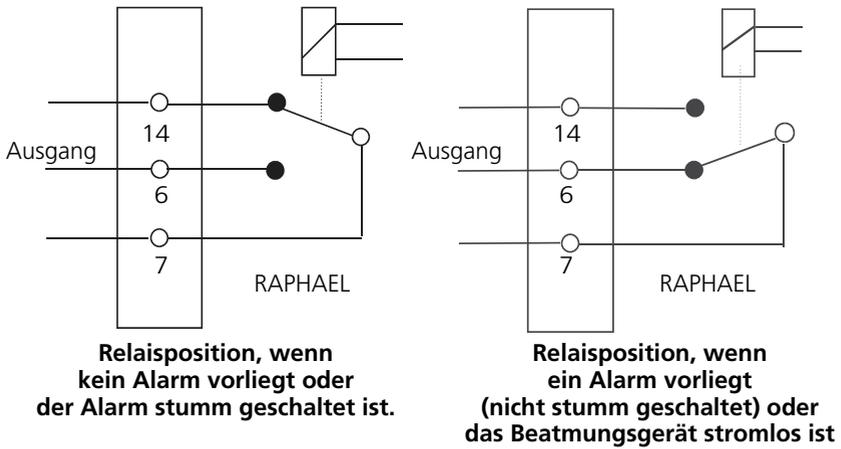


Abbildung G-5. Alarmausgang – Relaispositionen (neuere Geräte)

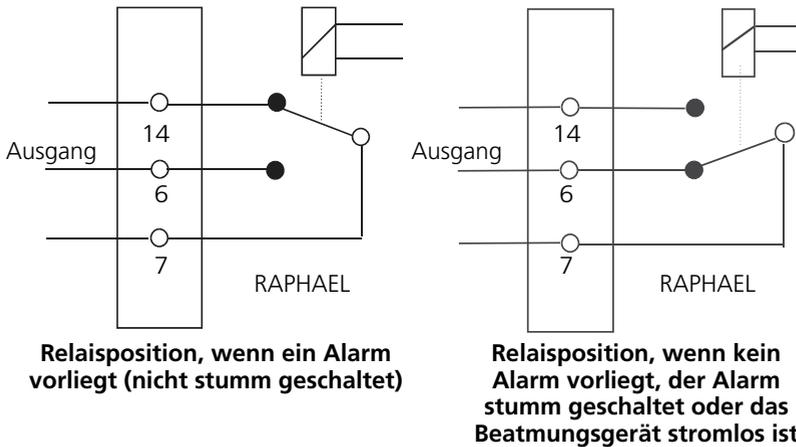


Abbildung G-6. Alarmausgang – Relaispositionen (ältere Geräte)

G.5 Stiftbelegungen der Anschlüsse

Abbildung G-7 zeigt die Positionen der Anschlüsse und Stifte der Datenschnittstelle. Tabelle G-2 listet die Stiftbelegungen dieser Anschlüsse auf.

Die maximal zulässige Spannung und Stromstärke zwischen den Relaiskontakten betragen 48 V, 0,2 A (!:E-Timing-Anschluss) und 48 V, 0,5 A (Alarmausgang).

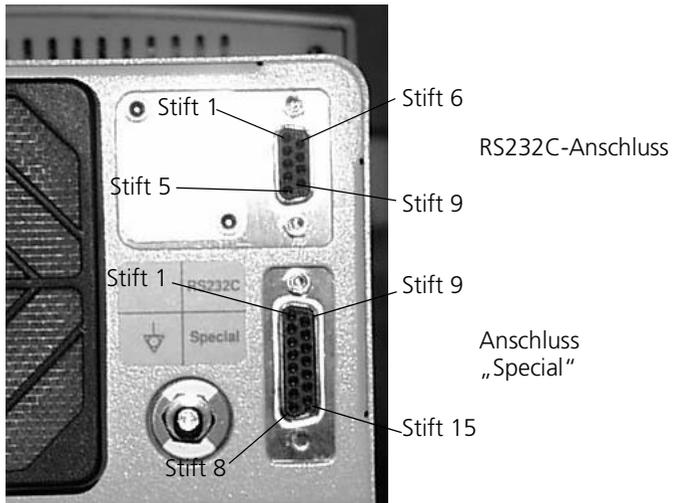


Abbildung G-7. Anschlüsse der Schnittstellen

Tabelle G-2. Stiftbelegungen der Anschlüsse

RS232C-Anschluss	
Stift	Signal
1	--
2	RXD
3	TXD
4	DTR
5	GND (Signalmasse)
6	DSR
7	RTS
8	CTS
9	--
Abschirmung	Gehäusemasse

Anschluss „Special“	
Stift	Signal
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	Alarmausgang (siehe Abbildung G-5 oder Abbildung G-6)
7	Alarmausgang
8	I:E-Relaiskontakt
9	--
10	--
11	--
12	--
13	--
14	Alarmausgang (siehe Abbildung G-5 oder Abbildung G-6)
15	I:E-Relaiskontakt
Abschirmung	Gehäusemasse

G.6 Kommunikationsprotokoll

Wenden Sie sich bitte an Ihre HAMILTON MEDICAL Vertretung für Details zu Protokollen. Dies wird Ihnen bei der Entwicklung von Software als Schnittstelle zu RAPHAEL helfen.

Glossar

%MinVol	Prozentsatz des Minutenvolumens, eine Kontrolleinstellung.
A	Ampere, Strommaßeinheit.
ac	Wechselstrom (engl. „Alternating current“).
Adaptive Volumensteuerung	Gibt in RAPHAEL volumenkontrollierte Atemhübe ab. Stellt sicher, dass das Ziel-Tidalvolumen selbst bei einer Änderung der Lungeneigenschaften ohne übermäßigen Druck abgegeben wird.
Apnoe	Atemstillstand.
Apnoe Zeit	Die maximal ohne Atemhubtriggerung erlaubte Zeit, eine Alarmeinrichtung, die im Fenster Modus vorgenommen wird.
APRV	Beatmungsmodus zur Atemwegsdruckentlastung (engl.: „Airway pressure release ventilation mode“).
ASV	Adaptive Druckunterstützung (engl.: „Adaptive Support Ventilation“), ein Beatmungsmodus mit positiver Druckunterstützung, der sich an den Patienten anpasst, während er sich von der vollständig mechanischen Beatmung zur spontanen Atmung erholt.
ATPD	Umgebungstemperatur, Druck, trocken (engl.: „Ambient Temperature, Pressure, Dry“)
AutoPEEP	Unerwarteter positiver endexpiratorischer Druck, ein Monitoring-Parameter.
AZ/min	Atemzüge pro Minute (engl. „Breaths per minute“).
Base-Flow	Ein kontinuierlicher und konstanter Gasflow vom Inspirations- zum Expirationsanschluss, eine Kontrolleinstellung. Sie ist für den den Flow-Trigger von wesentlicher Bedeutung.
Beatmungsschlauchsystem	Besteht aus Inspirations- und Expirationsschläuchen, Befeuchter, Filtern und Wasserfallen.

CE	Kennzeichen, mit dem zertifiziert wird, dass die EU-Richtlinie 93/42/EWG – Medizinische Geräte – eingehalten wird.
cm	Zentimeter, Maßeinheit.
cmH ₂ O	Zentimeter Wasser, Druckmesseinheit. 1 cmH ₂ O entspricht ca. 1 mbar, was wiederum 1 hPa entspricht.
CMV	Maschinell kontrollierte Beatmung (engl. „Controlled Mandatory Ventilation“).
COPD	Chronische obstruktive Lungenerkrankung
CPAP	Kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck (engl.: „Continuous Positive Airway Pressure“)
CSA	Kanadische Gesellschaft für Normierung („Canadian Standards Association“).
Cstat	Statische Compliance, ein Monitoring-Parameter.
DIN	Deutsches Institut für Normung.
DISS	Durchmesserindex-Sicherheitsnorm („Diameter Index Safety Standard“), Norm für Hochdruck-Gasanschlüsse.
Druckrampe	Druckrampe, eine Kontrolleinstellung. Die Zeit, bis der Inspirationsdruck auf den eingestellten Zieldruck angestiegen ist.
DuoPAP	Beatmungsmodus mit zweifach positivem Atemwegsdruck.
EN	Europäische Norm.
ET	Endotracheal.
ETO	Ethylenoxid.
ETS	Expiratorische Triggersensitivität, eine Kontrolleinstellung. Der Prozentsatz des inspiratorischen Peakflows, bei dem das Beatmungsgerät zwischen Inspiration und Expiration wechselt.
ExpMinVol	Expirationsminutenvolumen, Monitoring-Parameter und Alarmeinrichtung.

ExspFluss	Expiratorischer Peakflow, ein Monitoring-Parameter.
fKontroll	Kontrollierte Atemfrequenz, ein Monitoring-Parameter im ASV-Modus.
FRC	Funktionelles Restvolumen („Functional Residual Capacity“), Volumen, das sich in der endexpiratorischen Position in den Lungen befindet.
Frequenz	Atemfrequenz oder Anzahl der Atemzüge pro Minute, Einstellung.
fSpont	Spontane Atemfrequenz, ein Monitoring-Parameter.
ft	Fuß, Maßeinheit (= 30,48 cm).
fTotal	Gesamatemfrequenz, Monitoring-Parameter und Alarmeinstellung. Der fortlaufend gemessene Durchschnitt der Gesamatemfrequenz der letzten acht Atemhübe.
HME	Wärme- und Feuchtigkeitstauscher („Heat and Moisture Exchanger“)
hPa	Hektopascal, Druckmesseinheit. 1 hPa entspricht 1 mbar, was wiederum ca. 1 cmH ₂ O entspricht.
Hz	Hertz oder Zyklen pro Sekunde, Frequenzmesseinheit.
I:E	Verhältnis Inspiration:Expiration. Verhältnis zwischen Inspirations- und Expirationszeit. Bei RAPHAEL handelt es sich beim I:E-Verhältnis um eine Einstellung und einen Monitoring-Parameter.
IBW	Idealgewicht („Ideal Bodyweight“).
ICU	Intensivstation („Intensive Care Unit“).
IEC	Internationale Kommission für Elektrotechnik („International Electrotechnical Commission“).
IMV	Intermittierende maschinelle Beatmung („Intermittent Mandatory Ventilation“).
in.	Inch (Zoll), Maßeinheit (= 2,54 cm).
InspFluss	Inspiratorischer Peakflow, ein Monitoring-Parameter.

Inspiratorischer Halt	Vorgang zur Atmungssteuerung, bei dem Gas oder Luft im Atemweg des Patienten gehalten wird. Häufig beim Röntgen eingesetzt. Ein inspiratorischer Halt kann durch Drücken der Taste Kontrollierter Atemhub/Inspiratorischer Halt ausgelöst werden.
IntelliTrig	Intelligenter Trigger, diese Funktion stellt sicher, dass mit der eingestellten Triggersensitivität unabhängig von Leckage und Atemmuster ein Atemhub ausgelöst werden kann.
ISO	Internationale Normierungsorganisation („International Standards Organization“), weltweite Vereinigung nationaler Normierungsinstitute.
kg	Kilogramm, Gewichtsmesseinheit.
KGewicht	Einstellung, mit der das Gewicht des Patienten spezifiziert wird, wobei von einer normalen Fett- und Flüssigkeitsverteilung im Körper ausgegangen wird. RAPHAEL verwendet diese Einstellung, um das Tidalvolumen, die Atemfrequenz und die voreingestellten Alarmgrenzwerte zu bestimmen. Auch als Körpergewicht bezeichnet.
Kontrollierter Atemhub	Ein vom Bediener ausgelöster kontrollierter Atemhub, der durch Drücken der Taste Kontrollierter Atemhub/Inspiratorischer Halt getriggert wird. Der kontrollierte Atemhub wird mit den aktuell aktivierten Einstellungen abgegeben.
Körpergewicht	Einstellung, mit der das Gewicht des Patienten spezifiziert wird, wobei von einer normalen Fett- und Flüssigkeitsverteilung im Körper ausgegangen wird. RAPHAEL verwendet diese Einstellung, um das Tidalvolumen, die Atemfrequenz und die voreingestellten Alarmgrenzwerte zu bestimmen. Auch als KGewicht bezeichnet.
kPa	Kilopascal, Druckmesseinheit.
l	Liter, Volumenmeseinheit.
l/min	Liter pro Minute, Durchflussmeseinheit.
lb	Britisches oder amerikanisches Pfund, Gewichtsmesseinheit; 1 britisches Pfund = 0,45359237 kg, 1 amerikanisches Pfund = 0,4535924277 kg.

Leckage	Prozentsatz der Leckage, ein Monitoring-Parameter. Der Unterschied zwischen dem vom Flow Sensor gemessenen abgegebenen und expiratorischen Volumen als Prozentsatz des Abgabevolumens. Es umfasst nicht die Leckage zwischen dem Beatmungsgerät und dem Flow Sensor.
Leckage-kompensation	Eine Funktion, die die Basisdruckstabilität gewährleistet, so dass die Triggersensitivität für eine optimale Synchronität mit der Patiententriggerung eingestellt werden kann.
LiteCircuit	Beatmungsschlauchsystem mit einem Schenkel zur Verwendung im NIV-Modus. Verfügt über einen Auslassanschluss für CO ₂ .
m	Meter, Längeneinheit.
mbar	Millibar, Druckmesseneinheit. 1 mbar entspricht 1 hPa, was wiederum ca. 1 cmH ₂ O entspricht.
ml	Milliliter, Volumenmesseneinheit.
ms	Millisekunde, Zeiteinheit.
MV Spont	Spontanes Expirationsminutenvolumen, ein Monitoring-Parameter.
NIST	Nicht verwechselbares Schraubgewinde („Non-Interchangeable Screw Thread“), Norm für Hochdruck-Gasanschlüsse.
NIV	Nicht invasiver Beatmungsmodus
NPPV	Nicht invasive positive Druckunterstützung
O ₂	Sauerstoff.
P hoch	Hohes Atemwegsdruckniveau, eine Kontrolleinstellung.
P tief	Niedriges Atemwegsdruckniveau, eine Kontrolleinstellung.
Pasvlimit	Während der ASV angewandter maximaler Druck, eine Kontrolleinstellung.
Paw	Atemwegsdruck.
PCV+	Modus druckkontrollierte Beatmung.
Peakflow	Maximaler Flow während des Beatmungszyklus.

PEEP	Positiver endexpiratorischer Druck (engl.: „Positive End-Expiratory Pressure“).
PEEP/CPAP	Bei PEEP („Positive End-Expiratory Pressure“; positiver endexpiratorischer Druck) und CPAP („Continuous Positive Airway Pressure“; kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck) handelt es sich um Drücke, die sowohl in Inspirations- als auch Expirationsphasen konstant angewendet werden. Bei RAPHAEL handelt es sich bei PEEP/CPAP um eine Einstellung und einen Monitoring-Parameter.
Pinsp	Inspirationsdruck, der Zieldruck (zusätzlich zu PEEP/CPAP), der während der Inspirationsphase appliziert wird.
Pkontroll	Druckkontrolle, wie in den Modi PCV+ und PSIMV+ eingestellt. Druck (zusätzlich zu PEEP/CPAP), der während der Inspirationsphase angewendet wird.
Pmax	Maximaler Druck, der im Patienten-Beatmungssystem zulässig ist, Alarmeinrichtung.
Pmittel	Mittlerer Atemwegsdruck, ein Monitoring-Parameter.
Ppeak	Spitzendruck im Atemweg des Patienten, Monitoring-Parameter.
psi	Pfund pro Quadratzoll („Pounds per Square Inch“), Druckmesseinheit.
PSIMV+	Druckkontrollierte synchronisierte intermittierende maschinelle Beatmung (Modus).
Psupport	Inspiratorische Druckunterstützung, Einstellung, die im Modus SPONT aktiv ist. Mit Psupport wird der Druck (zusätzlich zu PEEP/CPAP) bezeichnet, der während der Inspirationsphase appliziert wird.
Ptank	Druck im Reservoirtank.
Ptrachea	Trachealer Druck.
RCexp	Expiratorische Zeitkonstante, ein Monitoring-Parameter.
Rinsp	Inspiratorische Flow-Resistance, ein Monitoring-Parameter.
s	Sekunde, Zeiteinheit.

Sauerstoff	Sauerstoffkonzentration des abgegebenen Gasgemischs, Einstellung und Monitoring-Parameter.
(S)CMV+	Synchronisierte kontrollierte maschinelle Beatmung (Modus).
Seufzer	Atemhübe, mit denen absichtlich das Tidalvolumen während eines definierten Intervalls erhöht werden soll. Ist diese Funktion aktiviert, wird auf 50 Atemhübe ein Seufzer mit zusätzlichen 10 mbar abgegeben.
SIMV+	Synchronisierte intermittierende maschinelle Beatmung (Modus).
SPONT	Spontaner Beatmungsmodus.
Stand-by	Das Beatmungsgerät befindet sich im Ruhezustand; es wird keine Beatmung durchgeführt.
STPD	Standardtemperatur und -druck, trocken („Standard Temperature and Pressure, Dry“). Ist bei Gasen definiert als Luftdruck auf Höhe des Meeresspiegels bei 0 °C (273 °K) und Trockenheit.
T hoch	Dauer des hohen Atemwegsdruckniveaus, eine Kontrolleinstellung.
T tief	Dauer des niedrigen Atemwegsdruckniveaus, eine Kontrolleinstellung.
Taste Alarmstumschaltung	Taste, mit der akustische Alarme zwei Minuten lang stumm geschaltet werden können.
TE	Expirationszeit, ein Monitoring-Parameter. Mit TE wird das Intervall zwischen dem Beginn des expiratorischen Flows und dem Beginn des inspiratorischen Flows bezeichnet.
Technischer Fehler	Alarmart, die ausgelöst wird, wenn RAPHAEL feststellt, dass eine sichere Beatmung nicht mehr gewährleistet ist. Tritt ein technischer Fehler auf, wechselt RAPHAEL zum Umgebungsstatus.
TI	Inspirationszeit, eine Einstellung und ein Monitoring-Parameter. Mit TI wird das Intervall zwischen dem Beginn des inspiratorischen Flows und dem Beginn des expiratorischen Flows bezeichnet.

TI max	Maximale Inspirationszeit, eine Kontrolleinstellung.
Tmand	Zeitabschnitt bei kontrollierten Atemhüben im SIMV+/PSIMV+ Atmungsintervall.
TRC	Tubuskompensation.
Trigger	Inspiratorischer Flow des Patienten, der das Beatmungsgerät veranlasst, einen Atemhub abzugeben.
Tspont	Zeitabschnitt bei spontanen Atemzügen im SIMV+/PSIMV+ Atmungsintervall.
Tubuskompensation (TRC)	Eine Funktion, die die Atemarbeit des Patienten verringert, indem die durch ET- oder Tracheostomietuben erzeugte Flow-Resistance ausgeglichen wird.
Umgebungsbedingungen (BTPS)	Körpertemperatur, Luftdruck auf Höhe des Meeresspiegels, Sättigung mit Wasserdampf.
Umgebungsstatus	Notfallstatus, in dem das Beatmungsgerät die Umgebungsluft- und die Expirationsventile öffnet und die Inspirationsventile schließt. Der Patient kann ohne Unterstützung durch das Beatmungsgerät Raumluft atmen. Das Beatmungsgerät aktiviert den Umgebungsstatus, wenn ein technischer Fehler auftritt.
V	Volt, Messeinheit des elektrischen Potentials.
VA	Volt-Ampere, Messeinheit der elektrischen Leistung.
Vorh. Einst.	Eine Einstellung im Fenster Körpergewicht , mit der die Beatmung mit den letzten Einstellungen wieder aufgenommen werden kann, die vor dem Ausschalten von RAPHAEL festgelegt waren.
VT	Tidalvolumen, Einstellung.
VTE	Expirationstidalvolumen, Monitoring-Parameter. Integralwert aller negativen Flow-Messungen während der Expiration.

Index

Ziffern

- 100% O₂ aktiviert, Mitteilung 6-7
- 100% O₂, Funktion, Details 7-2
- 100% O₂, Taste, Beschreibung 1-14

A

- Ableitstrom, Spezifikationen A-4
- Adaptive Volumensteuerung B-9–B-10
- Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblersystem
 - Beschreibung 1-10
 - Installation, Vorgehen 2-22
- Alarmausgang (Schwesternruf) G-9–G-10
 - Relaispositionen G-8, G-9
- Alarme
 - akustische, Spezifikationen A-4
 - Behebung 6-1–6-12
 - einstellen 4-26–4-28
 - Einstellungen und Bereiche 4-29–4-30
 - Auto-Alarm 4-30
 - justierbare Alarme A-16
 - hohe Priorität, Beschreibung 6-3
 - Lautstärke
 - einstellen 3-10
 - konfigurieren E-14–E-15
 - Logbuch 6-5–6-6
 - Meldungen, Liste 6-7–6-12
 - mittlere Priorität, Beschreibung 6-3
 - Nicht justierbar, alarmlösende Bedingungen A-18–A-19
 - niedrige Priorität, Beschreibung 6-4
 - siehe auch Bezeichnungen der einzelnen Alarme*
 - technischer Fehler, Beschreibung 6-4
- Alarmstummschaltung, Taste, Beschreibung 1-13, 1-14
- Alarmstummschaltungsanzeige, Beschreibung 1-21
- Alarmtests 3-16–3-18

Allgemeine Informationen

- 1-1–1-23
- Anschluss
 - Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblersystem 2-22
 - an die Stromversorgung 2-4
 - Auslass, Position 1-17
 - vom Patienten kommend
 - Position am Gerät 1-16
 - zum Patienten führend
 - Position am Gerät 1-17
- Anschlüsse
 - „Special“, Stiftbelegungen G-12
 - Luft- und Sauerstoffzufuhr, Positionen am Gerät 1-19
 - RS-232, Stiftbelegungen G-11
 - Schnittstelle, Position G-11
 - Spezifikationen A-3
- Anzeige. *Siehe* Bildschirm, Fenster *oder Bezeichnungen der Anzeigen*
- Apnoe Backup, Einstellung, Definition 4-18
- Apnoe Zeit, Einstellung, Definition 4-18
- Apnoe, Definition 4-8
- Apnoe-Alarm 6-7
- Apnoebeatmung
 - aktivieren/deaktivieren und Apnoe-Zeit einstellen 4-8–4-10
 - Betriebsbeschreibung 4-8–4-9
 - Kontrolleinstellungen 4-10
 - Modus und Kontrolleinstellungen 4-8
- Apnoebeatmung aktiv, Alarm 6-7
- Apnoebeatmung beendet, Alarm 6-7
- Apnoebeatmung beendet, Mitteilung 6-7
- APRV Modus, Funktionstheorie B-21–B-28

ASV (Adaptive Support Ventilation) C-1–C-36

- Alarmeinstellungen C-11–C-12
- ausführliche Funktionsbeschreibung C-18–C-29
- Beginn der Beatmung C-34
- Bestimmung des Idealgewichts anhand der Größe 4-4–4-5
- Einleitung C-2–C-3
- Einsatz in der klinischen Praxis C-4–C-17
- Entwöhnung C-16–C-17
- Justierung zur Erhaltung einer adäquaten Beatmung C-10–C-11
- Otis-Formel C-29–C-31
- Referenzliteratur C-35–C-36
- Überwachen des Patienten C-13–C-15
- ASV: Drucklimitierung, Alarm 6-8
- ASV Zielgrafik-Bildschirm, Auswahl 5-12
- ASV: Zielwert unerreichbar, Alarm 6-8
- ASV-Monitoring-Parameter
 - Auswahl 5-4
 - Fenster C-14
- Aufkleber mit der Seriennummer 1-19
- Ausfall Lüfter, Alarm 6-8
- Auslassanschluss, Position am Gerät 1-17
- Auto-Alarm, Funktion, Beschreibung 4-26
- Auto-Alarm-Einstellungen 4-30
- AutoPEEP Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-14

B

- Bakterienfilter. *Siehe* Filter, Inspirations-Base-Flow, Einstellung, Funktion und Bereich 4-19
- Basisbildschirm, Erklärung 1-19–1-21
- Batterie, Uhr, Wartung 8-11
- Batterieanzeige, Beschreibung 1-21
- Batterieladung niedrig, Alarm 6-9

- Batterien, Reserve-
 - Beschreibung 2-23–2-24
 - Bestimmung des Status 3-4
 - Spezifikationen A-4
 - Wartung 8-11

Beatmungsmodi B-1–B-45

- Kontrolleinstellungen, in allen Modi aktiv A-10
- Beatmungsmodus mit/auf erhöhtem Druckniveau mit kurzzeitiger Druckentlastungen (engl.: „Airway pressure release ventilation“). *Siehe* APRV
- Beatmungsmodus, ändern 4-6
- Beatmungsschlauchsystem 1-9
 - Anschlüsse am Beatmungsgerät 1-16–1-17
 - Installation, Vorgehen 2-9–2-17
 - Spezifikationen A-21
 - Spezifikationen für kompatible 1-10
- Bedienelemente und Anzeigen
 - Bedienfeld 1-12–1-15
 - siehe auch Bezeichnungen der Bedienelemente und Anzeigen*
- Bedienerhandbuch, Bestellnummern F-4
- Befeuchter
 - Installation, Vorgehen 2-7
 - kompatibler 1-10

Behebung von Alarmen 6-1–6-12

- Betriebsstunden, Bestimmung 3-4
- Bildschirm
 - ASV Zielgrafik C-13
 - Basisbildschirm, Erklärung 1-19–1-21
 - Konfigurationsmodus E-3
- Bildschirm Selbsttest 2-26
- Biphasisches Beatmungskonzept, Beschreibung B-3–B-6

C

- Chemische Desinfizierung, allgemeine Richtlinien 8-8
- Computer, Anschluss an RAPHAEL G-6
- Cstat (statische Compliance) Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-15

D

- Dampfsterilisation, allgemeine Richtlinien 8-8
- Data Logger Software, zur Kommunikation mit einem Computer G-6

Datenschnittstelle, Option

- G-1–G-12
 - Alarmausgang (Schwesternruf), Anschluss an RAPHAEL G-9–G-10
 - Anschlusspositionen G-11
 - Computer, Anschluss an RAPHAEL G-6
 - Funktionszusammenfassung G-2
 - I:E-Timing-Anschluss G-7–G-8
 - Patientenmonitor, Anschluss an RAPHAEL G-3–G-5
 - RS-232-Schnittstelle G-3–G-6
 - Warnung bzgl. Abschirmung und Erdung des Kabels G-2
- Desinfizierung, chemische, allgemeine Richtlinien 8-8
- Dichtheitstest 3-6–3-7
- Dichtheitstest OK, Mitteilung 6-9
- Diskonnectiere Patient, Mitteilung 6-9
- Diskonnection unterdrückt, Alarm 6-10
- Diskonnection, Alarm 6-9
- Druck zu hoch / Seufzer, Alarm 6-10
- Druck zu hoch, Alarm 6-10
- Druckbalken, Beschreibung 1-22
- Druckkontrolleinstellung. *Siehe* Pkontroll
- Druckkontrollierte Beatmung, Modus. *Siehe* PCV+
- Druckkontrollierter SIMV-Modus. *Siehe* PSIMV+

- Drucklimitierung, Alarm 6-10
- Druckrampe, Einstellung, Funktion und Bereich 4-20
- Druckunterstützungseinstellung. *Siehe* Psupport
- DuoPAP Modus, Funktionstheorie B-21–B-28

E

- Einstellknopf (Drücken und Drehen) Beschreibung 1-15
- und Tasten, Anweisungen zur Verwendung 2-29–2-30
- Einstellung des Körpergewichts Bestimmung des Idealgewichts anhand der Größe 4-4–4-5
- Eingabe von Patientendaten 4-2–4-3
- Konfiguration, Vorgehen E-5–E-7
- Einstellungen. *Siehe* Geräte-/Kontrolleinstellungen *oder* *Bezeichnung der betreffenden Einstellung*
- Elektrische Spezifikationen A-4
- Endotracheal-Tubuskompensation 4-15–4-17
- Erklärungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (IEC/EN 60601-1-2) A-24–A-29
- Ersetze Uhrenbatterie, Alarm 6-11
- ETS (Expiratorische Triggersensitivität), Einstellung, Funktion und Bereich 4-21
- ET-Tubus, Einstellung 4-16
- ExpMinVol (Expirationsminutenvolumen) Alarm, Funktion und Bereich 4-29
- Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-15
- Exsp.-Tidalvolumen, Monitoring-Parameter. *Siehe* VTE
- ExspFluss (expiratorischer Flow), Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-15

Expirationsventilgehäuse/-membran
Installation, Vorgehen 2-16
Position 1-16
Wartung 8-6

Expirationsventil/vom Patienten
kommend, Position am Gerät 1-16

Expirationszeit, Monitoring-Parameter.
Siehe TE

Expiratorische Triggersensitivität. *Siehe*
ETS

Expiratorische Zeitkonstante. *Siehe*
RCexp

Expiratorischer Flow, Monitoring-
Parameter. *Siehe* ExpFluss

F

Fenster

Alarm 4-27
Grafikauswahl 5-7
Hilfsmittel 3-5
Kontroll (Modusänderung) 4-12
Kontroll (ohne Modusänderung)
4-14
Körpergewicht 4-3
Modus 4-6
Selbsttest 2-26
Stand-by-Modus 7-6
Trend 5-11

Filter

Inspirations-
Partikelgröße und
Leistungsfähigkeit A-21
Position 1-17
Spezifikationen für kompatible
1-10
Wartung 8-5

Luft- und Sauerstoffzufuhr,
Wartung 8-10

Lüfter
Position 1-18
Wartung 8-10

Flow Sensor 2-16
Beschreibung 1-7–1-8
Bestellnummer F-3

Deaktivierung E-12–E-15
Installation, Vorgehen 2-16–2-17
Messgenauigkeit A-3
Position des Anschlusses am Gerät
1-16

Wartung 8-5

Flow Sensor fehlt, Alarm 6-11
Flow Sensor Test fehlerhaft, Mitteilung
6-11

Flow Sensor Test läuft, Mitteilung 6-11

Flow Sensor Test OK, Mitteilung 6-11

Flow Sensor wenden, Alarm 6-11

Flow Sensor-Test 3-8

Flussmessung inaktiv, Alarm 6-12

Frequenz zu hoch, Alarm 6-12

Frequenz zu tief, Alarm 6-13

Frequenz, Alarm. *Siehe* fTotal
Frequenz, Spontanatmung. *Siehe*
fSpont

Frequenzeinstellung, Funktion und
Bereich 4-21

fSpont (Spontanatemfrequenz)
Monitoring-Parameter, Funktion und
Bereich 5-16

fTotal (Gesamtatemfrequenz), Alarm,
Funktion und Bereich 4-29

fTotal (Gesamtatemfrequenz),
Monitoring-Parameter, Funktion und
Bereich 5-16

Funktionstasten

Anzeige 1-12–1-13
Beschreibung 1-12–1-15
*siehe auch Bezeichnungen der
Tasten*
Vorderseite 1-14–1-15

G

Gasmischsystem, Spezifikationen A-3
Gelenkarm. *Siehe* Haltearm

Geräte-Einstellungen 4-1–4-30
Bereiche, Standardeinstellungen,
Genauigkeit und Auflösung
A-5–A-8

Modusergänzungen 4-7–4-10

siehe auch Bezeichnungen der einzelnen Einstellungen

Werkseinstellungen A-11–A-13

Geräterückseite, Symbole 1-22–1-23

Geräteteile und Zubehör F-1

Gesamatemfrequenz. *Siehe* fTotal

Gewährleistung A-30–A-31

Gewicht, Beatmungsgerät A-2

Glossar Glossar-1–Glossar-8

Grafik, Auswahl des Typs 5-7

H

Haltearm, Installation, Vorgehen 2-8

Haupterdungs-Leiteranschlusspunkt (Erde) 1-18

Helm, Auswahl für NIV B-35–B-36

Hilfsmittel

Dichtheitstest 3-6–3-7

Einstellen der Alarmlautstärke 3-4

Flow Sensor-Test 3-8

Informationen zum

Beatmungsgerät 3-4

Kalibration der Sauerstoffzelle 3-9

Hilfsmittel, Taste, Beschreibung 1-12

Hochdruckgas-Wasserfallen, Position 1-19

Hochdruckgaszufuhr, anschließen 2-5–2-6

I

Ideales Körpergewicht (IBW)

Bestimmung anhand der Größe 4-4–4-5

Eingabe von Patientendaten 4-2–4-3

I:E-Timing-Anschluss G-7–G-8

I:E-Verhältnis

(inspiratorisch:expiratorisch)

Einstellung, Funktion und Bereich 4-21

Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-16

Inbetriebnahme

Beatmungsgerät 2-25–2-27

Überprüfung vor 3-11–3-15

InspFluss (inspiratorischer Peakflow) Monitoring-Parameter, Definition A-15

InspFluss (inspiratorischer Peakflow) Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-16

Inspirationsfilter. *Siehe* Filter, Inspirations-

Inspirationsventil/zum Patienten führend, Position am Gerät 1-17

Inspirationszeit. *Siehe* TI

Inspiratorische Flow-Resistance. *Siehe* Rinsp

Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub (Funktion), Details 7-3

Inspiratorischer Halt/Kontrollierter Atemhub, Taste, Beschreibung 1-14

Inspiratorischer Peakflow, Monitoring-Parameter. *Siehe* InspFluss Installation

Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblersystem 2-22

an die Sauerstoff- und Luftzufuhr 2-5–2-6

Beatmungsschlauchsystem 2-9–2-17

Befeuchter 2-7

Erstinstallation, Hinweise 2-3

Expirationsventilgehäuse und -membran 2-16

Flow Sensor 2-16–2-17

Haltearm 2-8

pneumatischer Vernebler 2-20–2-21

IntelliTrig-Funktion (intelligenter Trigger) B-45

Intrinsischer PEEP. *Siehe* AutoPEEP IRV, Mitteilung 6-13

K

- Kalibration, Sauerstoffzelle 3-9
- Kleinste Quadrate, Methode 5-13
- Knopf zum Einstellen (durch Drücken und Drehen), Beschreibung 1-15
- Kompensat. (Kompensation),
Einstellung 4-16
- Kompressor, VENTILAIR^{II} medizinisch,
Luft, Bestellnummern F-3
- Konfiguration** E-1–E-19
 - Auswahl der
Standardkurvenparameter,
Vorgehen E-11
 - Auswahl der Standard-
Patientendaten, Vorgehen E-4
 - Auswahl der Standardsprache E-3
 - Auswahl des Körpergewichts,
Vorgehen E-5–E-7
 - Auswahl des Standard-Setups,
Vorgehen E-5–E-10
 - Deaktivierung der Funktionen Flow-
Messung und Sauerstoff-
Monitoring E-12–E-15
 - Einstellen der Alarmstärke
E-14–E-15
 - Logbuch E-15–E-16
- Kontroll, Taste, Beschreibung 1-13
- Kontrolleinstellungen
 - anpassen und bestätigen 4-11–4-14
 - Beschreibung und Bereiche
4-18–4-25
 - siehe auch Bezeichnungen der
einzelnen Einstellungen oder
Geräte-Einstellungen*
- Kontrollierter Atemhub/Inspiratorischer
Halt (Funktion), Details 7-3
- Kontrollierter Atemhub/Inspiratorischer
Halt, Taste, Beschreibung 1-14
- Körpergewicht, Einstellung, Funktion
und Bereich 4-21
- Kurve, Auswahl des Typs 5-7
- Kurvenauswahl, Taste, Beschreibung
1-12
- Kurvenform. *Siehe* Kurve

L

- Lagerung, Bedingungen 8-16
- Lautstärke, Alarm
 - einstellen 3-10
 - konfigurieren E-14–E-15
- Leckage, Monitoring-Parameter,
Funktion und Bereich 5-17
- LED. *Siehe Bezeichnungen der LED-
Anzeigen*
- LiteCircuit Patienten-
Beatmungsschlauchsystem
(Einschlauchsystem)
 - LiteCircuit 850, Diagramm 2-14
 - LiteCircuit Standard, Diagramm
2-15
- Logbuch 6-5–6-6
 - Beschreibung 1-21
 - im Konfigurationsmodus ansehen
E-15–E-16
- Loop, Auswahl des Typs 5-8–5-9
- Luft- und Sauerstoffzufuhr *oder* Luft-
und Sauerstoffanschluss. *Siehe* Luft-
oder Sauerstoffzufuhr *oder* -anschluss
- Lüfterfilter. *Siehe* Filter, Lüfter-
Luftzufuhr, anschließen 2-5–2-6
- Luftzufuhralarm 6-13

M

- Maske
 - Auswahl für NIV B-35–B-36
 - Überprüfen von Sitz und Position im
NIV-Modus B-42
- Maskenbeatmung. *Siehe* Nicht invasive
Beatmung
- Maße, Beatmungsgerät A-2
- Maximaldruck, Alarm. *Siehe* Pmax
- Maximale Inspirationszeit, Einstellung.
Siehe TI max
- Maximaler Druck im ASV-Modus,
Einstellung. *Siehe* Psvlimit
- Meldungen, Alarme, Liste 6-7–6-12
- Methode der kleinsten Quadrate 5-13
- Minutenvolumen zu hoch, Alarm 6-13
- Minutenvolumen zu tief, Alarm 6-14

- Minutenvolumen, Expirations-. *Siehe*
ExpMinVol
%MinVol (% Minutenvolumen),
Einstellung, Definition 4-18
Mittlerer Atemwegsdruck. *Siehe* Pmittel
Modus, Beatmung, ändern 4-6
Modus, Taste, Beschreibung 1-13
Modusauswahlbildschirm
Konfiguration E-3
Moduseinstellung, Funktion und
Bereich 4-22
Modusergänzungen 4-7-4-10
Monitor, Patienten-, Anschluss an
RAPHAEL G-3-G-5
Monitoring 5-1-5-21
Monitoring-Parameter
Bereiche, Genauigkeit und
Auflösung A-14-A-15
Funktionen und Bereiche 5-14-5-21
*siehe auch Bezeichnungen der
einzelnen Monitoring-Parameter*
Mundstück, Auswahl für NIV B-35-B-36
MV Spont (spontanes
Expirationsminutenvolumen),
Monitoring-Parameter, Funktion und
Bereich 5-17
- N**
Netzausfall, Alarm 6-14
Netzschalter, Beschreibung 1-18
Netzstrom, Anzeige, Beschreibung 1-15
Nicht invasive Beatmung (NIV)
B-29-B-44
Alarm „Diskonnektion“ mit Taste
Kontrollierter Atemhub
unterdrücken B-42
Auswahl eines Patientenanschlusses
B-35-B-36
CO₂-Rückatmung B-43
Erhalten von PEEP und Vermeiden
der Autotriggerung B-42
Kontraindikationen B-35
Kontrolleinstellungen B-37-B-38
Monitoring B-41-B-43
- Referenzliteratur B-44
Überprüfen von Sitz und Position
der Maske B-42
Unerwünschte Reaktionen B-35
Voraussetzungen für den Einsatz
B-33
Vorteile B-31
Normen und Zulassungen A-24
Numerische Patientendaten, Aufrufen
weiterer 5-4-5-6
- O**
O2 Kalibration fehlerhaft, Mitteilung
6-14
O2 Kalibration läuft, Mitteilung 6-14
O2 Kalibration OK, Mitteilung 6-14
O2 Zelle defekt, Alarm 6-15
O2 Zelle fehlt, Alarm 6-15
Obstruktion Expiration, Alarm 6-15
Optionen, Bestimmung 3-4
Otis-Formel C-29-C-31
- P**
P hoch, Einstellung, Funktion und
Bereich 4-22
P tief, Einstellung, Funktion und Bereich
4-22
Pasvlimit (maximaler Druck im ASV-
Modus), Einstellung, Funktion und
Bereich 4-22
Patientendatenanzeige, Konfiguration,
Vorgehen E-4
Patientenmonitor, Anschluss an
RAPHAEL G-3-G-5
Patienten-Schlauchsystem. *Siehe*
Beatmungsschlauchsystem
PCV+ Modus, Funktionstheorie
B-11-B-13
PEEP/CPAP, Einstellung, Funktion und
Bereich 4-23
PEEP/CPAP, Monitoring-Parameter,
Funktion und Bereich 5-17
Pinsp, Monitoring-Parameter, Funktion
und Bereich 5-17

Pkontroll (kontrollierter Beatmungsdruck), Einstellung, Funktion und Bereich 4-23
Plasmasterilisation, allgemeine Richtlinien 8-8
Pmax (Maximaldruck), Alarm, Funktion und Bereich 4-29
Pmittel (mittlerer Atemwegsdruck) Monitoring-Parameter, Definition A-15
Pmittel (mittlerer Atemwegsdruck) Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-18
Pneumatische Spezifikationen A-3
Pneumatisches System D-1–D-2
Ppeak (Spitzendruck im Atemweg des Patienten), Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-18
Protokoll, Ereignisse 6-5–6-6 im Konfigurationsmodus ansehen E-15–E-16
PSIMV+ Modus, Funktionstheorie B-14, B-17
Psupport (Druckunterstützung), Einstellung, Funktion und Bereich 4-23

R

RAPHAEL Beatmungsgerät
allgemeine Beschreibung 1-2–1-23
Funktionsbeschreibung 1-5–1-8
Gerätebeschreibung 1-9–1-21
Rückansicht 1-18–1-19
Unterscheidung der Modelle 1-2
RCexp (expiratorische Zeitkonstante), Funktion und Bereich 5-19
Reinigung, allgemeine Richtlinien 8-7
Reinigung, Desinfizierung und Sterilisation 8-2–8-6
Relais, Alarmausgang (Schwesternruf) G-8, G-9
Resistance, inspiratorischer Flow. *Siehe* Rinsp

Rinsp (inspiratorische Flow-Resistance), Funktion und Bereich 5-20
RS-232-Schnittstelle G-3–G-6
Anschluss, Stiftbelegungen G-11

S

Sauerstoff- und Luftzufuhr, Alarm 6-15
Sauerstoff zu hoch, Alarm 6-16
Sauerstoff zu tief, Alarm 6-16
Sauerstoff, Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-20
Sauerstoffanschluss, Position 1-19
Sauerstoffeinstellung, Funktion und Bereich 4-24
Sauerstoffmonitoring inaktiv, Alarm 6-16
Sauerstoff-Monitoring, deaktivieren E-12–E-15
Sauerstoffzelle
Bestellnummer F-3
Kalibration 3-9
Position 1-17
Spezifikationen A-3
überprüfen, Vorgehen 2-18–2-19
Wartung 8-11
Sauerstoffzufuhr, Alarm 6-17
Sauerstoffzufuhr, anschließen 2-5–2-6
Schalter, Stromzufuhr, Beschreibung 1-18
Schläuche, Schlauchsystem. *Siehe* Beatmungsschlauchsystem
Schliesse Patient an, Mitteilung 6-17
Schnittstelle. *Siehe* Datenschnittstelle
Schwesternruf. *Siehe* Alarmausgang (S)CMV+ Modus, Funktionstheorie B-7–B-10
Sensor
Flow. *Siehe* Flow Sensor
Sauerstoff. *Siehe* Sauerstoffzelle
Service. *Siehe* Wartung
Setup, Beatmungsgerät 2-1–2-30
Seufzer, Einstellung, Definition 4-24
Seufzer, Funktion, aktivieren/deaktivieren 4-7

- Sicherungen, Stromnetz
 - Beschreibung 1-19
 - Bestellnummer F-4
 - Spezifikationen A-4
 - SIMV+ Modus, Funktionstheorie B-14, B-15
 - Software, Data Logger, zur Kommunikation mit einem Computer G-6
 - Softwareversionen, Bestimmung 3-4
 - Sonderfunktionen** 7-1–7-6
 - Spezifikationen** A-1–A-31
 - Ableitstrom A-4
 - akustischer Alarm A-4
 - Alarmer, nicht justierbar,
 - alarmauflösende Bedingungen A-18–A-19
 - Alarmerinstellungen und -bereiche, justierbare A-16
 - Anschlüsse A-3
 - ASV C-32–C-33
 - Batterien A-4
 - Beatmungsgerät, Gewicht A-2
 - Beatmungsschlauchsystem A-21
 - Einstellungen des Beatmungsgeräts, Bereiche, Standardeinstellungen, Genauigkeit und Auflösung A-5–A-8
 - elektrische A-4
 - Gasmischsystem A-3
 - Inspirationsfilter, Partikelgröße und Leistungsfähigkeit A-21
 - Maße, Beatmungsgerät A-2
 - Messgenauigkeit des Flow Sensors A-3
 - Monitoring-Parameter, Bereiche, Genauigkeit und Auflösung A-14–A-15
 - Normen und Zulassungen A-24
 - Pneumatik A-3
 - Sauerstoffzelle A-3
 - Sicherungen, Stromnetz A-4
 - Standort A-3
 - Werkseinstellungen A-11–A-13
 - Spitzendruck im Atemweg des Patienten, Monitoring-Parameter. *Siehe* Ppeak
 - SPONT (spontan), Beatmungsmodus, Funktionstheorie B-19–B-20
 - Spontanatemfrequenz. *Siehe* fSpont
 - Spontanes Expirationsminuten-. *Siehe* MV Spont
 - Sprache, Konfiguration, Vorgehen E-3
 - Standardeinstellungen des Beatmungsgeräts. *Siehe* Werkseinstellungen
 - Stand-by, Taste, Beschreibung 1-15
 - Stand-by-Modus, Details 7-5–7-6
 - Standortspezifikationen A-3
 - Statische Compliance. *Siehe* Cstat
 - Sterilisation
 - Dampfautoklav, allgemeine Richtlinien 8-8
 - im Autoklaven, allgemeine Richtlinien 8-8
 - Plasma, allgemeine Richtlinien 8-8
 - Stromausfall, Alarm 6-18
 - Stromversorgung – Spezifikationen A-4
 - Stromversorgung, Anzeige, Beschreibung 1-15
 - Stummschaltung (bei Alarmen), Taste, Beschreibung 1-14
 - Symbole, Geräterückseite 1-22–1-23
 - Synchronisierte intermittierende
 - maschinelle Beatmung, Modi. *Siehe* SIMV+ *oder* PSIMV+
 - Synchronisierte kontrollierte
 - maschinelle Beatmung, Modus. *Siehe* (S)CMV+
 - System ist undicht, Mitteilung 6-18
- T**
- T hoch, Einstellung, Funktion und Bereich 4-24
 - T tief, Einstellung, Funktion und Bereich 4-24
 - Taste für numerische Patientendaten, Beschreibung 1-12

Taste. *Siehe Bezeichnungen der Tasten*
Tasten und Einstellknopf (Drücken und Drehen), Anweisungen zur Verwendung 2-29–2-30
TE (Expirationszeit), Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-20
Technischer Fehler #1, Code 0, Alarm 6-18
Technischer Fehler #x, Alarm 6-19
Technischer Fehler, Alarm, Beschreibung 6-4
Tests und Kalibrationen 3-1–3-18
 Alarmtests 3-16–3-18
 Dichtheitstest 3-6–3-7
 Flow Sensor-Test 3-8
 Kalibration der Sauerstoffzelle 3-9
 Überprüfung vor Inbetriebnahme 3-11–3-15
 Zeitpunkt der Durchführung 3-2–3-3
TI (Inspirationszeit), Einstellung, Funktion und Bereich 4-24
TI (Inspirationszeit), Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-21
TI max (maximale Inspirationszeit), Einstellung, Funktion und Bereich 4-24
Tidalvolumen zu hoch, Alarm 6-19
Tidalvolumeneinstellung. *Siehe* VT
T-Kanüle, Einstellung 4-16
Transport 8-16
Transportwagen, Bestellnummer F-3
TRC. *Siehe* Tubuskompensation
Trendbildschirm 5-11
Trends, einstellen und ansehen 5-9–5-12
TRIGGER, Anzeige, Beschreibung 1-15
Triggereinstellung, Funktion und Bereich 4-25
Tubus Duchm., Einstellung 4-16
Tubuskompensation (TRC), einstellen 4-15–4-17

U

Überprüfe Flow Sensor, Alarm 6-19
Überprüfung vor Inbetriebnahme 3-11–3-15
Uhrenbatterie, Wartung 8-11
Ultraschall-Vernebler. *Siehe* Aeroneb
 Pro Ultraschall-Verneblersystem
Umgebungsstatus 6-2, 6-19

V

VENTILAIR^{II} medizinischer
 Luftkompressor, Bestellnummern F-3
Vernebler
 pneumatisch
 Installation, Vorgehen 2-20–2-21
 Spezifikationen für kompatible 1-10
 Wartung 8-6
 siehe auch Aeroneb Pro Ultraschall-Verneblersystem
Vernebler, Taste, Beschreibung 1-14
Vernebleranschluss, Position am Gerät 1-16
Verneblung (Funktion), Details 7-4
Verpackung und Transport 8-16
Verschliesse System, Mitteilung 6-19
Volumen
 Expiration tidal (Monitoring-Parameter). *Siehe* VTE
 expiratorisches Minutenvolumen. *Siehe* ExpMinVol
 tidal, Einstellung. *Siehe* VT
Volumenmessung ungenau, Alarm 6-20
Vorbereitung der Beatmung
 2-1–2-30
Vorbeugende Wartungsarbeiten 8-9–8-11
 Plan 8-10–8-11
Vorherige Einstellung aktiv, Mitteilung 6-20
VT (Tidalvolumen), Einstellung, Funktion und Bereich 4-25
VTE (Exp.-Tidalvolumen), Monitoring-Parameter, Funktion und Bereich 5-21

W

Wartung 8-1–8-16

*siehe auch Bezeichnungen der
einzelnen Komponenten*

vorbeugende 8-9–8-11

Plan 8-10–8-11

Wasserfallen, Gaseinlass

Position 1-19

Wartung 8-10

Werkseinstellungen A-11–A-13

Z

Zeit, Expiration (Monitoring-
Parameter). *Siehe* TE

Zeiteinstellung ungültig, Alarm 6-20

Zeitkonstante, expiratorische. *Siehe*
RCexp

Zelle, Sauerstoff- *Siehe* Sauerstoffzelle

Ziel MinVol, ASV-Modus 4-11

Zubehör

allgemeine Informationen 1-9–1-10

Bestellnummern F-1–F-5

Spezifikationen für kompatible 1-10

