

APSF/ASA-Leitlinien zum Einsatz von Anästhesiegeräten als Beatmungsgeräte für die Intensivstation

Anästhesiegeräte verfügen über Beatmungsvorrichtungen, die in vielen Fällen in der Lage sind, Patienten mit Atemversagen eine lebenserhaltende mechanische Beatmung zu ermöglichen. Im Operationssaal werden sie tagtäglich zu diesem Zweck verwendet. Laut der von der FDA genehmigten Etikettierung ist eine Verwendung der Anästhesiebeatmungsgeräte zur Unterstützung einer Langzeitbeatmung nicht vorgesehen. Nichtsdestotrotz stellen Anästhesiebeatmungsgeräte während der COVID-19-Pandemie eine naheliegende Ausweidlösung dar, wenn auf der Intensivstation nicht genügend Beatmungsgeräte zur Verfügung stehen, um den Versorgungsbedarf der Patienten zu decken. Lokale Ressourcen und Zwänge haben einen Einfluss darauf, wie diese Lösung am besten umgesetzt werden kann. Anästhesiegeräte, die gerade nicht verwendet werden, können in Ihren eigenen Krankenhaus-Operationssälen, an NORA-Standorten, in nahegelegenen Operationsambulanzzentren, chirurgischen Praxen und über die Vertriebs Händler Ihrer Anästhesiegeräte ausfindig gemacht werden. Obwohl seitens der Hersteller entsprechende Anleitungen zur Verfügung stehen, decken diese möglicherweise nicht alle klinischen Überlegungen ab. Es werden Anästhesiefachleute benötigt, die diese Geräte in Betrieb nehmen und während des Gebrauchs bedienen. Eine sichere und effektive Verwendung erfordert ein Verständnis der Funktionen der verfügbaren Geräte, der Unterschiede zwischen Anästhesiegeräten und Beatmungsgeräten für die Intensivstation und der Einstellung der Anästhesiegerätesteuerung, um die auf der Intensivstation zum Einsatz kommenden Beatmungsmethoden nachzuahmen.

Dieses Dokument soll Leitlinien für eine sichere und effektive Verwendung von Anästhesiebeatmungsgeräten als Beatmungsgeräte für die Intensivstation bereitstellen. Nachstehend finden Sie detaillierte Informationen, und eine [Kurzanleitung](#) steht zum Herunterladen zur Verfügung. Die Kurzanleitung ist als Hilfsmittel am Patientenbett gedacht und enthält einen vorgeschlagenen Zeitplan zur Überwachung der Wirksamkeit und Sicherheit des Anästhesiebeatmungsgeräts.

Die ASA arbeitet mit den einzelnen Verbänden daran, ein Inventar der lokalen Ressourcen zu erstellen, mit dem Ziel, die Geräte an jene Orte zu bringen, wo sie am dringendsten benötigt werden.

(HINWEIS: Die lokalen Bedingungen werden wahrscheinlich Änderungen an den abgegebenen Empfehlungen erforderlich machen. Das vorliegende Dokument soll Referenzinformationen bereitstellen, die Pflegekräfte am Patientenbett in die Lage versetzen, die bestmöglichen Entscheidungen für eine sichere und effektive Betreuung zu treffen.)



Wichtige Punkte, die vor der Verwendung von Anästhesiebeatmungsgeräten als Beatmungsgeräte für die Intensivstation zu berücksichtigen sind

ALLGEMEINE THEMEN

• WURDE DIE VERWENDUNG VON ANÄSTHESIEGERÄTEN ALS BEATMUNGSGERÄTE FÜR DIE INTENSIVSTATION VON DER FDA UND DEN HERSTELLERN GENEHMIGT?

Die FDA hat den Einsatz von Anästhesiegeräten als Beatmungsgeräte für die Intensivstation vorübergehend genehmigt.

- <https://www.fda.gov/medical-devices/letters-health-care-providers/ventilator-supply-mitigation-strategies-letter-health-care-providers>
- ANWENDUNGSRICHTLINIEN DER FDA FÜR BEATMUNGSGERÄTE BEI COVID-19: <https://www.fda.gov/media/136318/download>

GE, Draeger und Mindray haben Leitfäden zu dieser zulassungsüberschreitenden Anwendung ihrer Geräte veröffentlicht. Diese Leitfäden enthalten nützliche Empfehlungen für den langfristigen Einsatz dieser Geräte als Beatmungsgeräte für die Intensivstation.

- GE Healthcare: Rund um die Uhr erreichbarer Telefonsupport: 800-345-2700
 - ALLGEMEIN: <https://www.gehealthcare.com/corporate/covid-19>
 - SPEZIFISCH: <https://www.gehealthcare.com/-/jssmedia/3c655c83bd6b427e9824994c12be0da5.pdf?la=de-us>
- DRAEGER Medical: Rund um die Uhr erreichbar: 800-437-2437
HINWEIS: Spezifische Anleitungen sind möglicherweise nur direkt bei Draeger erhältlich.
 - https://www.draeger.com/en-us_us/Home/novel-coronavirus-outbreak
- MINDRAY: Rund um die Uhr erreichbarer technischer Support: 877-913-9663
 - Spezifisch: <https://www.mindraynorthamerica.com/technical-support/>
 - Allgemein: <https://www.mindraynorthamerica.com/covid-19-response/>
- Getinge Group (Maquet):
 - https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/marketing-sales/customer-letters/english/mcv00103387_reva_covid-19_customer_letter_long_term_ventilation_with_flow-en-us.pdf

• WER SOLL DAS GERÄT BEDIENEN?

Eine Anästhesiefachkraft sollte jederzeit sofort verfügbar sein (rund um die Uhr, an 365 Tagen im Jahr), um den Einsatz des Anästhesiegeräts als Beatmungsgerät für die Intensivstation zu betreuen. Intensivmediziner, Pflegefachkräfte auf der Intensivstation und Atemtherapeuten sind nicht für den Umgang mit Anästhesiegeräten ausgebildet und könnten überfordert und überlastet sein. Es ist selbstverständlich wünschenswert, sich mit den Intensivmedizinern über die am besten geeignete Beatmungsmethode zu beraten. Atemtherapeuten sind bei der Behandlung mehrerer schwerkranker Patienten und bei der Langzeitbeatmung unverzichtbar. Eine Anästhesiefachkraft muss zur sofortigen Beratung zur Verfügung stehen und diesen Anästhesiegeräten mindestens einmal pro Stunde „einen Besuch abstatten“. Anästhesiegeräte sind vor unbefugten Anwendern nicht geschützt; Richtlinien und Schilder müssen daher nicht befugte Anwender davor warnen, Änderungen an den Einstellungen der Anästhesiegeräte vorzunehmen.

• WO SOLLEN DIE GERÄTE EINGESETZT WERDEN? Im OP oder auf der Intensivstation?

Eine laufende Patientenversorgung auf Intensivstationsebene funktioniert am besten auf einer Intensivstation, dennoch wird es von den lokalen Ressourcen abhängen, wo die Anästhesiegeräte eingesetzt werden.

- Räume auf der Intensivstation: Der Raum muss zumindest groß genug sein, dass das Gerät und die Druckluft- und Sauerstoffquellen untergebracht werden können. **Eine Absaugung der Atemluft ist nicht erforderlich oder notwendig, wenn geeignete Virenfilter auf den Beatmungskreisläufen platziert werden.** Absauganschlüsse sind auf der Intensivstation vorhanden, können jedoch aufgrund der Steckerinkompatibilität nicht an den WAGD-Anschluss des Geräts angeschlossen werden.
- Operationssäle: Diese Räume sollten zur Verfügung stehen, wenn keine Wahleingriffe vorgenommen werden, und sind insbesondere dann als Isolationsräume attraktiv, wenn sie eine Möglichkeit zur Unterdruckerzeugung bieten. Die Anästhesiegeräte sind sofort einsatzbereit, an die Gasversorgung angeschlossen und vernetzt, damit Daten in der ePA aufgezeichnet werden können. OPs stellen möglicherweise die einzige Option dar, wenn die Intensivstationen voll belegt sind, bringen aber Nachteile in der Patientenversorgung mit sich. Die Alarme sind außerhalb des Operationssaals nicht zu hören und müssen auf maximale Lautstärke eingestellt werden. Eine Pflegekraft muss ständig bei geschlossenen Türen im Raum anwesend sein, und es kann schwierig sein, alle Pflegeressourcen der Intensivstation an diesem Ort zu reproduzieren.
- AWR-Betten und andere Krankenzimmer: AWR sind in der Regel offen, weisen einen höheren Lärmpegel auf und haben das Potenzial zur Verbreitung infektiöser Erreger. Andere Krankenzimmer sind möglicherweise besser geeignet. Für eine Verwendung des Anästhesiegeräts als Beatmungsgerät sind lediglich ausreichend Platz sowie Druckluft- und Sauerstoffquellen erforderlich. Wo auch immer diese Geräte eingesetzt werden, muss eine Anästhesiefachkraft sofort verfügbar sein, die einen Überwachungsplan befolgt, um eine sichere Anwendung zu gewährleisten.

• **WENN WIR DIE WAHL HABEN, IST ES DANN WICHTIG, WELCHES ANÄSTHESIEGERÄT WIR BENUTZEN?**

Bei den mechanischen Beatmungsmöglichkeiten der verschiedenen Anästhesiegeräte gibt es Unterschiede. Im Allgemeinen verfügen neuere Geräte über mehr Beatmungsmodi und flexiblere Einstellungen und ihre Spezifikationen ähneln jenen der Beatmungsgeräte für die Intensivstation (Tabelle). Anästhesiebeatmungsgeräte mit **Compliance-Kompensation und einer vom Frischgasflow unbeeinflussten Tidalvolumenzuführung** sind zu bevorzugen, da sie eine gleichmäßigere Tidalvolumenzuführung und eine genauere Überwachung ermöglichen.

TABELLE DER BEATMUNGSGERÄTESPEZIFIKATIONEN NACH ANÄSTHESIEGERÄTEN

Anästhesiegerätmodell	Antrieb des Beatmungsgeräts	Pmax	Max. RR	Max. PEEP	Vt/MV max.	Spirometrie/ Compliance/ Sensorik
Draeger Apollo	E – Kolben	70	100	20	1400/50	J/J/J
Draeger Fabius oder Tiro	E – Kolben	70	60	15	1400/25	N/J/J
Draeger Perseus	E – Gebläse	80	100	35	1500/40	J/J/J
GE Aisys	P – Blasebalg	100	100	30	1500/120	J/J/J
GE Aisys C2	P – Blasebalg	100	100	30	1500/120	J/J/J
GE Avance	P – Blasebalg	100	100	30	1500/120	J/J/J
GE Avance C2	P – Blasebalg	100	100	30	1500/120	J/J/J
GE Carestation 600-Serie	P – Blasebalg					J/J/J
Getinge Flow-i	P – Reflektor	80	100	50		J/J/J
Mindray A7 Advantage	P – Blasebalg	100	100	30	1500/30	J/J/J
Mindray A5 Advantage	P – Blasebalg	100	100	30	1500/30	J/J/J
Mindray A4 Advantage	P – Blasebalg	100	100	30	1500/30	N/J/J

P – pneumatisch; E – elektrisch

Die leistungsfähigsten Anästhesiegeräte sollten als erstes eingesetzt werden. Die Mindestanforderung sollte die Fähigkeit zur Nachahmung von SIMV + PS sein, wobei entweder volumen- oder druckspezifische Beatnungsmodi mit Druckunterstützung kombiniert werden sollten. Abgesehen davon sollten die Beatnungsmöglichkeiten der meisten Anästhesiegeräte, auch derjenigen mit eingeschränkten Beatnungsmodi und ohne PS-Fähigkeit, als lebensrettende Intervention für die Mehrheit der Patienten ausreichen. Wichtig ist auch die Überwachung der Atmung, wozu auch die Druck- und Flowüberwachung mit Alarmen gehört. Die Echtzeit-Spirometrie (Flow-Volumen- und Druck-Volumen-Loops) ist bei der Versorgung von Patienten mit Atemversagen und zur Diagnose von Leckagen am Endotrachealtubus und erhöhtem Durchflusswiderstand im Atemwegs-HMEF recht nützlich. Der **Sauerstoffverbrauch** kann ein wichtiger Faktor bei der Auswahl der Anästhesiebeatnungsgeräte und der Steuerung der Beatnungsmodi sein. Im Allgemeinen verbrauchen pneumatisch betriebene Beatnungsgeräte mehr Sauerstoff als elektrisch betriebene, doch bei allen Beatnungsgeräteausführungen gibt es Möglichkeiten, Sauerstoff einzusparen.

- **DOKUMENTATION DER BEATNUNGSPARAMETER**

In vielen Krankenhäusern sind die Anästhesiegeräte an ein Netzwerk angeschlossen, um die Dokumentation der Beatnungsparameter in der Patientenakte zu automatisieren. Die Fortsetzung dieser Dokumentation ist einfach, wenn die Geräte im Operationssaal verbleiben. Bei einer Verlegung an einen anderen Ort im Krankenhaus ist es vielleicht möglich, die Netzwerkverbindung für die automatische Dokumentation wiederherzustellen, oder es ist unter Umständen eine zeitweise manuelle Dokumentation erforderlich. Falls eine manuelle Dokumentation erforderlich ist, sollte dafür eine Vorlage verwendet werden.

- **KANN DAS ANÄSTHESIEGERÄT VERWENDET WERDEN, UM INHALATIONSANÄSTHETIKA ZUR SEDIERUNG ZU VERABREICHEN?**

Die Verwendung von Inhalationsanästhetika zur Sedierung wird nicht empfohlen. Die physiologischen Auswirkungen der Inhalationsanästhetika über die Sedierung hinaus können die Pflege des Patienten erschweren, und es wird für andere Pflegekräfte sehr schwierig sein, die Auswirkungen richtig zu deuten.

HINWEISE ZUR AUSRÜSTUNG

- **EINRICHTUNG DES GERÄTS**

Die Einrichtung des Geräts erfordert

- Anschlüsse für Drucksauerstoff und -luft, entweder an Krankenhausleitungen oder großen G- oder H-Zylindern. Reserve-Sauerstoff- und Luftzylinder.
- Entfernung oder Entleerung aller Verdampfer.
- Entfernung des Distickstoffoxid-Zylinders und der Rohrleitungsschläuche
- Anpassung des Anästhesiegas-Fortleitungssystems (außerhalb eines Operationssaals gibt es u. U. keinen kompatiblen Ausgang für die Entsorgung von Anästhesiegasabfällen – also keine Möglichkeit, das Anästhesiegas-Fortleitungssystem anzuschließen). Wenn das Anästhesiegas-Fortleitungssystem nicht an eine Absaugung angeschlossen ist, sollte es entweder 1) von den Schläuchen des Beatnungssystems und des Beatnungsgeräts getrennt werden oder 2) der Sammelbeutel des Anästhesiegas-Fortleitungssystems sollte im Fall eines geschlossenen Fortleitungssystems entfernt werden. Beide Eingriffe verhindern hohe Druckwerte im Anästhesiegas-Fortleitungssystem, die ein Zurückströmen von Gas in das Beatnungssystem verursachen würden, was zu hohen Atemwegsdrücken und einem unbeabsichtigten PEEP im Atemweg führen würde.

- Wechseln des Antriebsgases, wenn das Anästhesiebeatmungsgerät einen Blasebalg enthält. 100%iger Sauerstoff ist das Standard-Antriebsgas für ein Balg-Beatmungsgerät und sein Verbrauch entspricht etwa dem Minutenvolumen (was deutlich mehr als der Frischgas-Sauerstoffverbrauch ist). Wenn die Sauerstoffvorräte beschränkt sind oder gespart werden muss, können Änderungen vorgenommen werden, um Druckluft als Antriebsgas zu verwenden. Solche Modifikationen können in weniger als einer Stunde von einem geschulten Krankenhaustechniker nach den Anweisungen des Herstellers durchgeführt werden.
 - Umrüsten eines GE-Balg-Beatmungsgeräts von 100%igem O₂ auf Druckluft:

Abschnitte der Technischen Referenzhandbücher:

- | | |
|-------------------|--|
| ● Aisys CS2 | <i>Abschnitt 9.27 „Wechseln des Antriebsgases“</i> |
| ● Avance CS2 | <i>Abschnitt 9.27 „Wechseln des Antriebsgases“</i> |
| ● Carestation 6xx | <i>Abschnitt „Wechseln des Antriebsgases“</i> |
| ● Aespire View | <i>Abschnitt 9.28 „Wechseln des Antriebsgases“</i> |

VORSICHT: Wenn Sie das Antriebsgas austauschen, müssen Sie auch die Auswahl des Antriebsgases auf dem Bildschirm „Service-Setup“ des Beatmungsgeräts ändern. Siehe Abschnitt 4 des Technischen Referenzhandbuchs des Beatmungsgeräts. Wenn die Auswahl des Antriebsgases und das tatsächliche Antriebsgas nicht übereinstimmen, sind die Volumina nicht korrekt.

- Ein Beatmungskreislauf mit Beatmungsbeutel und Virenfiltern zum Schutz der Maschine vor interner Kontamination. Ein Wärme- und Feuchtigkeitsaustauschfilter (HMEF) sollte an der Verbindungsstelle zwischen Endotrachealtubus und Beatmungskreislauf platziert werden, und ein zweiter HMEF oder Filter sollte auf dem Expirationsschlauch platziert werden, wo dieser mit dem Anästhesiegerät verbunden ist (siehe [FAQ zur Verwendung, zum Schutz und zur Dekontaminierung von Anästhesiegeräten während der COVID-19-Pandemie](#)). Ersatzfilter und -beatmungskreisläufe sollten bereitliegen.
- Ein manueller Sauerstoffapparat (Beatmungsbeutel mit Ventil und Maske) mit Expirationsanschlussfilter, der jederzeit als Reserve zur Beatmung zur Verfügung steht. Einige Anästhesiebeatmungsgeräte-Fehlermodi bieten die Möglichkeit, den Patienten auch manuell mit dem Anästhesiegerät zu beatmen.
- Atemgasmonitor(e) für eingeatmeten Sauerstoff und eingeatmetes/ausgeatmetes Kohlendioxid, entweder intern oder extern am Gerät.

• VERWALTUNG DES SELBSTTESTS

Bei den meisten modernen Anästhesiegeräten müssen vor dem Gebrauch Selbsttestverfahren durchgeführt werden, die alle 24 Stunden wiederholt werden sollten, um eine ordnungsgemäße Funktion zu gewährleisten. Der Patient kann während des Selbsttests nicht mit dem Anästhesiegerät beatmet werden, auch nicht im manuellen Modus, daher sind während dieser Zeit alternative Beatmungsmethoden erforderlich. Obwohl es nicht als ideal angesehen wird, erlauben die Anleitungen der Hersteller während dieser Krise ein Selbsttestintervall von bis zu 72 Stunden. Die Stromversorgung des Geräts sollte nach jedem Patienten und mindestens alle 25 Tage aus- und wieder eingeschaltet werden.

• ZUFÜHRUNG DER GEWÜNSCHTEN INSPIRATORISCHEN SAUERSTOFFKONZENTRATION

- Aufgrund der Rückatmung kann die inspiratorische Sauerstoffkonzentration in einem Kreissystem deutlich niedriger sein als die Frischgaskonzentration. Aus diesem Grund **muss die inspiratorische Sauerstoffkonzentration überwacht werden**. Die Rückatmung nimmt progressiv zu, wenn der Frischgasflow unter das Minutenvolumen sinkt.
- Bei einigen Anästhesiegeräten kann die Sauerstoffkonzentration des Frischgases zusammen mit dem Gesamtflow direkt eingestellt werden.

- Bei anderen Anästhesiegeräten werden die Sauerstoff- und Luftströme eingestellt, und die Frischgas-Sauerstoffkonzentration muss berechnet werden. Die folgende Tabelle dient als allgemeine Richtschnur für die Verhältnisse von Sauerstoff- und Luftstrom und die resultierende Sauerstoffkonzentration, die dem Kreislauf zugeführt wird.

Gewünschtes FiO ₂	Sauerstoff-Luft-Verhältnis	Sauerstoffstrom für insgesamt 5 l/min	Luftstrom für insgesamt 5 l/min
21 %	0 zu 1	0,0	5,0
25 %	0,06 zu 1	0,3	4,7
30 %	0,13 zu 1	0,6	4,4
35 %	0,21 zu 1	0,9	4,1
40 %	0,31 zu 1	1,2	3,8
50 %	0,59 zu 1	1,9	3,1
60 %	0,99 zu 1	2,5	2,5
80 %	3 zu 1	3,8	1,3
100 %	1 zu 0	5,0	0,0

- Unabhängig davon, wie die Frischgas-Sauerstoffkonzentration eingestellt ist, hängt die resultierende Konzentration des vom Patienten eingeatmeten Sauerstoffs vom Frischgasflow und der Rückatmungsmenge ab. Die Sauerstoffkonzentration des Frischgases muss möglicherweise angepasst werden, um die gewünschte inspiratorische Sauerstoffkonzentration aufrechtzuerhalten.

- **EINSTELLUNGEN DES FRISCHGAS-GESAMTFLOWS**

Die Möglichkeit, den Frischgasflow zu verändern und die Menge des ausgeatmeten Gases, das rückgeatmet wird, zu ändern, ist das Hauptmerkmal, das ein Anästhesiebeatmungsgerät von einem Beatmungsgerät für die Intensivstation unterscheidet. Wenn der Frischgasflow das Minutenvolumen übersteigt, gibt es im Allgemeinen wenig bis gar keine Rückatmung. Je geringer der Frischgasflow, desto mehr ausgeatmetes Gas wird wieder eingeatmet. Der minimale sichere Frischgasflow ersetzt den Sauerstoffverbrauch sowie alle Gase, die aufgrund von Leckagen und Gasproben verloren gehen. Die folgende Empfehlung zur Minimierung des Frischgasflows soll das einzigartige Design eines Anästhesiebeatmungsgeräts nutzen, um den Sauerstoffverbrauch zu minimieren und die Feuchtigkeit im eingeatmeten Gas zu bewahren. Eine gefahrlose Reduzierung des Frischgasflows erfordert die Zuführung von CO₂-Absorbentien und eine Anästhesiefachkraft, die das Gerät bedient.

- **OPTION 1 (Empfohlen, wenn ein ausreichender Vorrat an CO₂-Absorbentien und eine Anästhesiefachkraft, die das Gerät bedient, zur Verfügung stehen):**

Verringern Sie den Frischgas-Gesamtflow deutlich unter das Minutenvolumen. 1 bis 2 Liter pro Minute sollten für die meisten Patienten mehr als ausreichend sein; dabei wird sowohl Sauerstoff als auch Feuchtigkeit eingespart. Zum Zweck der Überwachung müssen die Alarmer für eine minimale inspiratorische Sauerstoffkonzentration und ein inspiratorisches CO₂ von 5 Torr eingestellt werden. Darüber hinaus sollte bei der Inspektion überprüft werden, ob sich Feuchtigkeit im Beatmungskreislauf befindet und ob der Beatmungsbeutel aufgrund von Leckagen zusammenfällt. Es ist ratsam, den FGF alle vier Stunden zu erhöhen, um das Minutenvolumen zu überschreiten und so die Trocknung der internen Komponenten des Kreislaufs zu unterstützen. Wenn das Entfernen des überschüssigen Kondensats zu aufwändig wird, kann eine Erhöhung des Frischgasflows die Ansammlung von Wasser reduzieren.

Hinweis: Wenn der Beatmungskreislauf vom Patienten getrennt wird, muss das Beatmungsgerät zuerst in den manuellen Modus gebracht werden. So bleibt das Gas im Beatmungskreislauf erhalten. Andernfalls könnten hohe Flowraten erforderlich sein, um das Volumen des Beatmungsbeutels nach der Abtrennung wiederherzustellen.

- **OPTION 2 (Empfohlen, wenn ein Mangel an CO₂-Absorbenzien besteht und die Sauerstoffversorgung kein Problem darstellt):**

Erhöhen Sie den Frischgas-Gesamtflow, um das Minutenvolumen zu erreichen oder zu überschreiten. CO₂-Absorbenzien kommen, wenn überhaupt, nur schwach zum Einsatz, da das Ziel darin besteht, die Rückatmung zu reduzieren. Wenn das Kapnogramm inspiratorisches CO₂ anzeigt, führt eine Erhöhung des Frischgas-Gesamtflows, bis das inspiratorische CO₂ null beträgt, zu einer Eliminierung der Rückatmung. Der Mangel an Feuchtigkeit im Frischgas kann zu einem Problem werden. Zumindest wird ein HME oder HMEF erforderlich sein, und ein aktiver Befeuchter sollte in Betracht gezogen werden. Die Verwendung hoher Frischgas-Flowraten ist aufgrund des hohen Sauerstoffverbrauchs und der Schwierigkeit, befeuchtete Gase zuzuführen, keine optimale Lösung. Eine Überwachung ist einfacher, erfordert aber dennoch Alarme für die inspiratorischen CO₂- und Sauerstoffkonzentrationen.

Ein CO₂-Absorbens sollte auch hier nicht fehlen, es muss aber bei kontinuierlich hohen Flowraten selten oder gar nicht gewechselt werden.

- **STRATEGIEN ZUR EINSPARUNG VON SAUERSTOFF**

Die Verfügbarkeit von Sauerstoff ist nicht überall im selben Ausmaß gegeben. Wenn eine ausreichende Sauerstoffversorgung ein Problem darstellt, können Strategien eingesetzt werden, die den Sauerstoffverbrauch bei Verwendung eines Anästhesiebeatmungsgeräts erheblich verringern. Ohne Modifikation können einige Anästhesiegeräte 10–12 Liter Sauerstoff pro Minute oder mehr verbrauchen, im Vergleich zu 7–10 Litern pro Minute bei einem Beatmungsgerät auf der Intensivstation oder 1–2 Litern pro Minute bei Anwendung der nachstehend beschriebenen Strategien.

- Verringern Sie den Frischgasflow auf 1–2 l/min.
- Verwenden Sie ein elektrisch betriebenes Anästhesiebeatmungsgerät (wird derzeit nur von Draeger hergestellt): Diese Beatmungsgeräte verwenden für die Druck- und Flowentwicklung keinen Sauerstoff; der Sauerstoffverbrauch entspricht der Sauerstoff-Frischgas-Flowrate.
- Rüsten Sie das Balg-Beatmungsgerät (wird in der Regel mit komprimiertem Sauerstoff betrieben) so um, dass es Druckluft als Antriebsgas nutzt.
 - Das Unternehmen GE verfügt über ein dokumentiertes Verfahren zur Umstellung all seiner Anästhesiebeatmungsgeräte-Modelle auf Druckluft. Dies kann von einem qualifizierten Krankenhaustechniker in weniger als einer Stunde erledigt werden. Anästhesie-Techniker und Anästhesie-Fachärzte verfügen in der Regel nicht über die nötige Ausbildung bzw. die nötigen Dokumentationsunterlagen, um diese Umstellung vorzunehmen. Auf die Anweisungen der Hersteller wird oben verwiesen.

- **HINWEISE ZUR BEFEUCHTUNG**

Die komprimierten Gase, die in den Atemkreislauf gelangen, weisen einen Feuchtigkeitsgehalt von 0 % auf. Wird dieses Gas nicht befeuchtet, können Schleim und andere Atemwegssekrete eintrocknen, was zur Bildung eines Schleimpfropfs führt und langfristig das Lungenepithel verletzen kann. Daher ist es besonders wichtig, die Feuchtigkeit der Atemwege während einer Langzeitbeatmung aufrechtzuerhalten. Auch wenn es schwierig ist, den genauen Feuchtigkeitsgehalt und seine Auswirkungen vorherzusagen, können die nachstehenden Überlegungen hilfreich sein.

- Bei einem Frischgasflow von unter 2 l/min wird das eingeatmete Gas durch die Reaktion der Kohlendioxidabsorption und der ausgeatmeten Feuchtigkeit passiv befeuchtet. Selbst ohne einen Wärme- und Feuchtigkeitstauschfilter (HMEF) am Atemweg ist die Feuchtigkeit kurzfristig und möglicherweise auch für eine langfristige Beatmung ausreichend. Die Anbringung eines HMEF am Atemweg sollte in diesem Fall eine ausreichende Befeuchtung für die Langzeitbeatmung gewährleisten.

- Bei Frischgas-Flowraten von über 5 l/min ist nicht genügend Feuchtigkeit im eingeatmeten Gas enthalten, es sei denn, es wird ein HMEF am Atemweg verwendet. Eine aktive Befeuchtung des Inspirationsgases kann in Betracht gezogen werden, wird aber von den meisten Herstellern nicht empfohlen.
- Wenn eine aktive Befeuchtung verwendet wird, kommt es auf jeden Fall zu Problemen bei der Beatmung und Überwachung, die bewältigt werden müssen. Bei niedrigen Frischgas-Flowraten kondensieren bei aktiver Befeuchtung mit der Zeit erhebliche Mengen an Wasser im Beatmungssystem. Anästhesiegeräte sind nicht dafür ausgelegt, große Mengen an Kondenswasser im Beatmungssystem zu tolerieren. Eine zu große Kondenswassermenge kann den Strömungswiderstand im System erhöhen, Sensoren (wie Flowsensoren und Atemgassonden) stören und zu einem Kurzschluss in der Elektronik führen. Beheizte Beatmungssysteme verhindern einen Teil dieser Kondensation. Einige Beatmungssysteme können mit Kondensatoren und Wasserabscheidern ausgestattet werden. Bei längerem Gebrauch muss der Benutzer in regelmäßigen Abständen das Wasser aus den Schläuchen des Beatmungskreislaufs und von den Stellen, an denen sich Wasser im Beatmungssystem sammelt, ablassen. Unter Umständen muss der Patient dabei von Hand beatmet werden.

• **ÜBERWACHUNG DER BEATMUNG**

Auch wenn Anästhesiefachkräfte darauf geschult sind, die Beatmung während einer Operation zu überwachen, gibt es aufgrund der Verwendung zusätzlicher Filter im Beatmungskreislauf, der Ansammlung von Kondenswasser im Laufe der Zeit und der Möglichkeit, dass das COVID-19-Virus aerosolisiert wird, zusätzliche Punkte zu bedenken.

- Die Grundlinien-Überwachungsparameter (Druck, Flow, Volumen, Minutenvolumen) sollten bei der Einleitung der Therapie aufgezeichnet werden. Ist die Möglichkeit zur Durchführung einer Spirometrie gegeben, sollten die Grundlinien-Referenzloops für einen späteren Vergleich gespeichert werden.
- Ein Problem bei Atemwegsfiltern besteht darin, dass der Strömungswiderstand zunimmt, wenn sie nass werden (insbesondere bei elektrostatischen Filtern) oder sich mit Atemwegssekreten füllen. Ein erhöhter Atemwegsdruck ist ein spätes Anzeichen für dieses Problem, da der Druck vor dem Atemwegs-HMEF gemessen wird. Ein beeinträchtigter Expirationsflow ist ein früheres Anzeichen, nach dem gesucht werden sollte, indem die Expirationsflow-Kurve und die Fluss-Volumen-Loops mit den Grundlinienaufzeichnungen verglichen werden. Ein beeinträchtigter Expirationsflow wird durch ein Sinken des expiratorischen Peak Flows oder eine Verlängerung des Expirationsflows angezeigt, der bzw. die anhand einer Flow-Kurve oder einer Flow-Volumen-Loop beobachtet werden kann. Es kann auch zu einer leichten Verzögerung oder Verlangsamung des expiratorischen Kapnogramms kommen.
- Kondenswasseransammlungen in den Schläuchen des Beatmungskreislaufs und den davon abhängigen Teilen des Beatmungssystems können zu Schwingungen in den Druck- und Flowkurven führen, wenn Gasblasen an den Flüssigkeitsverstopfungen vorbeiströmen. Diese Schwingungen können als Inspirationsversuch des Patienten wahrgenommen werden und das Beatmungsgerät veranlassen, einen patientengetriggerten Atemzug einzuleiten. Berücksichtigen Sie dies, wenn die Gesamatemfrequenz die eingestellte Atemfrequenz bei einem sedierten oder paralytierten Patienten überschreitet.

- Ein Leck im Bereich des Endotrachealtubus-Cuffs stellt bei COVID-19-Patienten wegen der daraus resultierenden Aerosolierung eine Gefahr dar. Bei einem Leck am Endotrachealtubus ist das gemessene expiratorische Tidalvolumen deutlich niedriger als das gemessene inspiratorische Tidalvolumen, und die Flow-Volumen-Loop schließt sich nicht. Bei niedrigen Frischgas-Flowraten bläst sich der Balg bei der Ausatmung nicht vollständig wieder auf, wenn der Cuff des Endotrachealtubus ein erhebliches Leck aufweist (bei einem Draeger-Gerät mit Kolben- oder Turbinenbeatmungsvorrichtung wird der Beatmungsbeutel zunehmend leerer).

- **ZUFÜHRUNG STARKER ANÄSTHETIKA**

Anästhesiegeräte bieten die Möglichkeit, Inhalationsanästhetika zur Sedierung während einer Langzeitbehandlung zu verabreichen. Dies kann zwar eine attraktive Option sein, wenn intravenöse Sedativa knapp sind, wird aber im Allgemeinen nicht empfohlen, wenn die Geräte als Beatmungsgeräte für die Intensivstation eingesetzt werden. Ohne eine ordnungsgemäße Fortleitung der Narkosegasabfälle, wie sie in der Regel nur im OP zur Verfügung steht, ist dies sicherlich nicht ratsam. Die potenziell schädlichen Auswirkungen einer Langzeitsedierung mit Inhalationsanästhetika sind bisher nicht untersucht worden. Eine inhalative Anästhesie würde die ständige Anwesenheit eines Anästhesisten am Patientenbett erfordern, der die physiologischen Auswirkungen überwacht.

- **ARBEITSSCHRITTE NACH DEM EINSATZ AM PATIENTEN**

Bevor ein Beatmungsgerät nach der Verwendung am Patienten an einem neuen Patienten zum Einsatz kommt, muss es gemäß Krankenhausprotokoll aufbereitet werden, sofern vorschriftsgemäß Beatmungskreislauffilter verwendet wurden. In diesem Fall sollte kein erhöhtes Risiko bestehen, dass das COVID-19-Virus über das Anästhesiegerät auf einen nachfolgenden Patienten übertragen wird. Gibt es Anzeichen dafür, dass die Innenflächen des Beatmungssystems kontaminiert wurden, so muss das Anästhesiegerät gemäß der Empfehlung des Herstellers dekontaminiert werden. Spezifische Verfahren sind den Herstellerrichtlinien zu entnehmen. Informationen hierzu finden Sie auch auf der Website der APSF: <https://www.apsf.org/faq-on-anesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic/#cleaning>

****LEITLINIEN SEITENS DES ASA-KOMITEES FÜR INTENSIVPFLEGE UND DER SOCIETY FOR CRITICAL CARE MEDICINE (SCCM, GESELLSCHAFT FÜR INTENSIVMEDIZIN) SIND NOCH AUSSTÄNDIG. DIESE LEITLINIEN WERDEN SCHULUNGSUNTERLAGEN HINSICHTLICH DER KLINISCHEN BETREUUNG SCHWERKRANKER PATIENTEN MIT COVID-19 ENTHALTEN. LINKS ZU DEN LEITLINIEN WERDEN BEREITGESTELLT, SOBALD SIE VERFÜGBAR SIND.**

EINSTELLUNG EINES ANÄSTHESIEBEATMUNGSGERÄTS ZUR BEATMUNG AUF DER INTENSIVSTATION ÜBERWACHUNG DER BEATMUNG