

INFORMATION KOMPAKT

der ÖGARI zum Thema:

Recycling volatiler Anästhetika

Korrespondierender Autor:

Dr. med. univ. Lukas Schindler
Lukas.schindler@meduniwien.ac.at

Co-Autor:innen:

Ass.Prof. Priv.Doiz. Dr.med. Janett Kreutziger, DESA
Lucas Kuster, DGKP

Erstellt:

18.05.2023

Version:

V.1.0

Geplante Änderung/Update:

Nach Ablauf bzw. bei neuen Informationen



PNAI

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

Recycling volatiler Anästhetika

In dieser **INFORMATION KOMPAKT** wollen wir das Thema Recycling volatiler Anästhetika mit dem System SENSOfluran™ und CONTRAfluran™ (ZeoSys Medical GmbH, Luckenwalde, Deutschland, <https://zeosys-medical.de/>) vorstellen und wichtige Informationen zur Anwendung und praktische Erfahrungen vermitteln.

Weitere Informationen und Empfehlungen zur Nachhaltigkeit in Anästhesie und Intensivmedizin finden Sie auf der [Homepage](#) der Plattform Nachhaltigkeit in Anästhesie und Intensivmedizin der österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) und unserem Positionspapier ([Download](#)).¹

1. Einleitung

Alle volatilen Anästhetika sind Fluor-(Chlor)-Kohlenwasserstoffe (F(C)KWs) und damit potente Treibhausgase, die nach ihrer Verwendung im Operationssaal derzeit meist ungefiltert in die Atmosphäre gelangen und dort über Jahre verweilen.

Im Regelfall wird abgeatmetes/überschüssiges Narkosegas im Operationssaal über einen Schlauch zwischen Narkosegerät und Wandanschluss mit dem Anästhesiegasfortleitungssystem (AGFS) verbunden, welches das Atemgas in Leitungen absaugt und in die Umwelt ausleitet. In den letzten Jahren haben bereits einige Anästhesie-Abteilungen in Österreich Anästhesiegas-Adsorbersysteme eingesetzt, um Inhalationsanästhetika aus der Abluft heraus zu filtern.

Der Verbrauch an volatilen Anästhetika bestimmt die Menge an emittierten Treibhausgasemissionen und hängt fast linear vom Frischgasfluss ab. (Tabelle 1)

Tabelle 1: Vergleich einer sechs-stündigen Anästhesie im steady state mit verschiedenen volatilen Anästhetika in Abhängigkeit von der Frischgasflussrate mit einer Autofahrt in Kilometern (Verbrauch 7 l/100 km) anhand des global warming potentials für 1 Jahr (GWP1)

2,3

	0,3 l/min	0,5 l/min	1,0 l/min	2,0 l/min	5,0 l/min
Sevofluran 2,2%	563	938	1.878	3.754	9.836
Isofluran 1,2%	436	727	1.454	2.908	7.269
Desfluran 6,7%	2.865	4.775	9.552	19.103	47.759

Die eindrücklichen Zahlen aus Tabelle 1 zeigen deutlich, dass während einer Inhalationsanästhesie aus Umweltsicht - der möglichst niedrigste Frischgasfluss (FGF) verwendet werden sollte – je nach Gerät sind heute auch FGF von <0,5 L/min möglich (metabolic flow). Dadurch wird weniger Narkosegas verdampft und auch die Kosten für Anästhetika können so gesenkt werden. Manche Anästhesiegeräte können automatisiert den optimalen Frischgasfluss und Menge an notwendigen Anästhetika festlegen, was nach aktueller Datenlage zu Einsparungen im Verbrauch volatiler Anästhetika führen kann.^{4,5} Anhand dieser Daten ist es nachvollziehbar, dass aus ökologischen Gründen auf Desfluran verzichtet werden sollte.

Im Operationssaal besteht seit einiger Zeit die Möglichkeit, dezentral die volatilen Anästhetika aus der Abluft aufzufangen. Nach Kenntnis der Autor:innen ist das derzeit in Österreich einzig verfügbare System das Narkosegas-Adsorbersystem der Firma Zeosys Medical GmbH. Es besteht aus einer Sensoreinheit (SENSOfuran™/SENSOfuran^{Plus}/SENSOfuran CONNECT™, siehe Begriffserklärung), in welche ein Aktivkohlefilter (CONTRAfluran™) gesteckt und ausgetauscht werden kann, sobald das Statuslicht die Erschöpfung der Filterkapazität anzeigt (siehe Gebrauchsanweisung⁶). Das System kann entweder ohne AGFS (SENSOfuran™) oder mit AGFS (SENSOfuran CONNECT™) betrieben werden. Ohne AGFS kommt es zu einer deutliche Energieeinsparung (Reduktion des Stromverbrauchs zur Herstellung medizinischer Druckluft für die Erzeugung einer Sogleistung) → siehe 4. Vorteile unten.

2. Begriffserklärung

- **SENSOfuran™**: Sensoreinheit mit Statuslichtern (Ampelsystem) ohne AGFS.
Kosten: ca. 249€/Stück
- **SENSOfuran CONNECT™**: Sensoreinheit mit Statuslichtern (Ampelsystem) mit AGFS, Flow-Anzeige und Puffervolumen. Kosten: ca. 286€/Stück
- **(SENSOfuran^{Plus})**: Sensoreinheit mit Statuslichtern (Ampelsystem) mit AGFS – Auslaufmodell, wird durch SENSOfuran CONNECT™ ersetzt.
- **CONTRAfuran™**: Aktivkohlefilter zur Adsorption von *Desfluran*, *Sevofluran*, *Isofluran*.
Kosten: ca. 25-35€/Stück (abhängig von Bestellmenge). Die Speicherung von Desfluran und Sevofluran im gleichen Filter ist möglich. Bei der Verwendung von Isofluran soll aufgrund des ähnlichen Siedepunktes zu Sevofluran nur separat gespeichert werden. Eine Kennzeichnung des verwendeten Narkosegases am Filter ist notwendig.



Abb. 1 Aktivkohlefilter CONTRAfuran™ an Dräger Primus. **A:** seitliche Ansicht mit Schlauch. **B:** frontale Ansicht, das grüne Licht (gelber Pfeil) signalisiert einen aufnahmefähigen Filter mit ausreichend freier Kapazität.

3. Voraussetzungen zur Nutzung

Alle Voraussetzungen zum Gebrauch entnehmen Sie bitte den Gebrauchsanweisungen zum jeweiligen Gerät, abrufbar via Homepage von Zeosys Medical GmbH.⁶

Hier die wichtigsten Voraussetzungen im Überblick:

- **Alle Narkosemaschinen/Anästhesiegeräte** müssen in den **„passiven Modus“** umgestellt werden, auch bei Verwendung der AGFS mit SENSOfuran CONNECT™. Nachfolgende **Tabelle 2** soll eine Übersicht geben, welche Geräte Stand 05/2023 umrüstbar sind:

Tabelle 2: Übersicht über Modelle und Hersteller von Anästhesie-Respiratoren in Österreich (Ergänzungen jederzeit möglich) und die Möglichkeit zur Umstellung in den passiven Modus			
Anästhesiegerätehersteller	Passiver Modus möglich*	Passiver Modus möglich mit Umrüstsatz*	Passiver Modus nicht möglich*
Dräger	Primus, Fabius, Zeus, Apollo	Perseus, Atlan	-
GE	-	Avance, Aisys, Aestiva, Aespire, Carestation 600/650/750	-
Löwenstein	Leon/Leon Plus	-	-
Mindray	Alle Modelle	-	-
Getinge	-	-	Flow-i
Dameca Philips	-	-	Alle Modelle

*Bei Fragen zur Umstellung oder Möglichkeit wenden Sie sich bitte an Ihren Gerätehersteller.

- Je nach Hersteller und Respiratortyp müssen gegebenenfalls Umbaumaßnahmen am Gerät vorgenommen werden. Dafür fallen Kosten an. Die Haustechniker müssen ebenfalls eingebunden werden. Es benötigt jedoch KEINE Zulassung dieser Kombination zweier Geräte (siehe 7. *Rechtliche Aspekte*).

- Es braucht eine Logistik von der Bestellung der Filter, über Lagerung der Filter im neuen wie im verbrauchten Zustand (keine Verwechslung!), die Überwachung der Filter-Füllung bis zum raschen Austausch im Operationssaal und Abholung der vollen Filter. Das ist ein zusätzlicher Arbeits- und Platzaufwand, der berücksichtigt werden muss.
- Das gesamte Personal muss im Umgang mit dem Gerät und Filter geschult werden.

4. Vorteile

- Die im OP ausgeatmeten Narkosegase werden, solange ein:e Patient:in am Anästhesiegerät (be-)atmet wird, beinahe vollständig adsorbiert (>99%) – Treibhausgase werden reduziert.
- Es wird kein Anästhesiegasfortleitungssystem (AGFS) bzw. „Absaugung“ mehr benötigt (SENSoFluran™) – das spart viel Energie (Strom) und Kosten: Die Einsparung pro Anästhesiearbeitsplatz schwankt jedoch je nach AGFS-Anlage sehr stark, wir haben den Energieverbrauch innerhalb der ÖGARI und auch mit einer deutschen Veröffentlichung verglichen: hier werden Zahlen von 1.500 kWh bis 11.000 kWh pro Jahr pro Anästhesiearbeitsplatz berichtet.⁷ Wie hoch auch immer in jedem einzelnen Krankenhaus der CO₂ sparende Effekt ist, die Deaktivierung der AGFS hat einen hohen relevanten Einfluss auf die Klimabilanz. Die eingesparten Energie- und Unterhaltskosten für den Betrieb der AGFS können in vielen Krankenhäusern die laufenden Kosten der Narkosegasfilter decken (jedoch stark abhängig vom schwankenden Strompreis) und in großen Kliniken sogar zu einer drastischen Kostenreduktion im Bereich von einigen 100.000 € im Jahr führen.
- Es wird kein Anästhesiegasfortleitungssystem (AGFS) bzw. „Absaugung“ mehr benötigt (SENSoFluran™) – das spart viel Energie (Strom) und Kosten: Die Einsparung pro Anästhesiearbeitsplatz schwankt jedoch je nach AGFS-Anlage sehr stark, dies ist von mehreren Faktoren abhängig: Druckluftverbrauch pro AGFS-Anschluss (14-80 l/min), Dichtigkeit des Druckluftanlage und Stromverbrauch zur Erzeugung der Druckluft (0,14-0,33 kWh/m³, Effizienz der Kompressoren).⁸ Ein interner Vergleich an

zwei österreichischen Krankenhäusern zeigte einen durchschnittlichen Verbrauch von ca. 1.500 bis 2.428 kWh pro AGFS-Anschluss und Jahr. Wie hoch auch immer in jedem einzelnen Krankenhaus der CO₂-sparende Effekt ist, die Deaktivierung der AGFS hat einen relevanten Einfluss auf die Klimabilanz. Jedenfalls können die eingesparten Energie- und Unterhaltskosten für den Betrieb der AGFS in vielen Krankenhäusern die laufenden Kosten der Narkosegasfilter decken (jedoch stark abhängig vom schwankenden Strompreis) und in großen Kliniken sogar zu einer drastischen Kostenreduktion im Bereich von einigen 100.000 € im Jahr führen.

- Die AGFS verbraucht Energie, sobald ein Anschluss eingesteckt ist und unabhängig vom laufenden Anästhesierespirator. Deshalb empfehlen die Autor:innen noch vor Etablierung von Narkosegasrecycling-Systemen die Diskonnektion der AGFS-Anschlüsse außerhalb der Betriebszeiten (über Nacht/Wochenende). Nach dem Abstecken der Schläuche empfiehlt es sich, diese gut sichtbar vor die ausgeschaltete Narkosemaschine (Monitore) zu hängen. Dies muss mit dem Personal gut kommuniziert und gegen Sicherheitsbedenken abgewogen werden.
- Erstes Recycling-Medikament: Eine Zulassung für das recycelte Anästhesiegas Sevofluran der Firma Zeosys Medical GmbH zur Wiederverwendung am Menschen ist seit 2017 vorhanden.⁹ Laut Firma Zeosys Medical GmbH ist die Reinheit des recycelten Anästhesiegas sowohl bei Sevofluran, also auch bei Desfluran zumindest als gleichwertig, wenn nicht höher anzusehen. Die Firma Baxter hat die weltweiten Vertriebsrechte und ein exklusives Recht, diese Technologie außerhalb Europas zu vermarkten.¹⁰

5. Nachteile

- Lachgas kann nicht von CONTRAfluran™ adsorbiert werden – ein Lachgasbetrieb kann nur mit AGFS, also mit SENSOfluran CONNECT™ aufrechterhalten werden.
- Es können nur volatile Anästhetika aus der Ausatemluft gefiltert werden, welche während laufender Anästhesie in die Abluft, also durch den Filter geleitet werden. Die Erfahrung und Studien zeigen, dass Inhalationsanästhetika noch im Aufwachraum, auf

der Intensivstation, auf Normalstation und sogar zu Hause ausgeatmet werden - diese Gase können derzeit nicht aufgefangen werden, weil das System CONTRA/SENSOfuran nur dezentral im Operationsaal an einem Anästhesiebeatmungsgerät verwendet wird. Die Größenordnung dieser verzögert ausgeatmeten Anästhetika hängt von der Dauer der durchgeführten Narkose, der individuellen Konstitution der Patient:innen, der verwendeten Konzentration und der Lipophilie des Inhalationsanästhetikums und dessen MAC_{awake} ab. Stark wirksame Anästhetika wie Isofluran haben einen niedrigen MAC_{awake} , d. h. die Patient:innen erwachen erst, wenn schon große Teile des Anästhetikums (an der Anästhesiemaschine und damit über den Filter) abgeatmet sind. Demzufolge wird von Isofluran voraussichtlich ein höherer Anteil aufgefangen werden können als z. B. vom weniger potenten Desfluran, dessen MAC_{awake} anteilig deutlich höher ist und demzufolge Patient:innen bei relativ hoher Konzentration des Anästhetikums im Körper bereits erwachen und extubiert werden können. (Tabelle 3)

Das heißt: die Recapture-Rate (Verhältnis zwischen verbrauchtem und wieder aufbereitetem Narkosegas) kann definitiv nicht 100 % sein. Eine erste Studie mit Desfluran zeigte, dass nur 25 % aufgefangen werden¹¹ - besser als wie bisher mit 0 %, aber noch zu wenig, um annähernd klimaneutral zu werden. Aktuell laufen neue Studien in Deutschland zur Recapture Rate – auch mit Sevofluran. Erfahrungen aus der Intensivstation gibt es derzeit leider nicht, aber eine Studie ist in Planung.

Tabelle 3: Verhältnis von MAC_{awake} und MAC_{50} in üblichen Inhalationsanästhetika¹²⁻¹⁸			
	MAC_{50} Erwachsene	MAC_{awake}	Verhältnis
Lachgas	110 %	70 %	Ca. 62 %
Desfluran	4-8 %	2,4-2,6 %	Ca. 40-50 %
Sevofluran	1,2-2,1 %	0,6 %	Ca. 25-45 %
Isofluran	0,6-1,2 %	0,2-0,4 %	Ca. 20-35 %

- Es kann im Bereich der Aktivkohlefilter (Auslass vom Atemgas unterhalb des Filters) zu einer Sauerstoffanreicherung kommen. Ab einem gewissen Wert besteht theoretisch in Kombination mit elektrischen Geräten Brand- bzw. Verpuffungsgefahr. CONTRA/SENSOfuran™-Einheiten sollen deshalb möglichst bodennahe angebracht werden, was jedoch bei – wie die unten stehenden Bilder zeigen – auch technisch nicht so einfach möglich ist.

Moderne Anästhesiegeräte sind genauso wie Intensivrespiratoren diesbezüglich gut isoliert und das Risiko ist nach derzeitigem Wissensstand kaum bezifferbar. Es gibt nach Kenntnis der Autor:innen keine Fallbeschreibung für Brände bzw. Verpuffungen auf Intensivstationen bei Intensivrespiratoren (viel höhere Flussraten mit häufig höheren Sauerstoffanteilen in der Abluft im Vergleich zum Operationssaal) mit oder ohne Verwendung von Aktivkohlefiltern bei Nutzung der Sedaconda™. Die letzte Beschreibung eines Brandes bzw. einer Verpuffung auf einer Intensivstation/Operationssaal stammt aus dem Jahr 1998.¹⁹

- Bei manchen Narkosemaschinen kann es ein Problem werden, wenn der Abluftschlauch (Schlauch zwischen Narkosemaschine und CONTRAfluran™ Filter) abknickt oder zwischen der Abdeckung des Respirators abgeklemmt wird - dadurch kann es bei einem Teil der Respiratoren zu einer unkontrollierten Druckerhöhung im Atemkreissystem kommen. Deshalb werden nur noch neue knickfeste Schläuche ausgeliefert – es muss jedoch darauf geachtet werden, dass der Weg der Schläuche kein Risiko für Abknicken darstellen kann. Es empfiehlt sich die Alarmgrenzen für Atemwegsdruck (PAW) und Minutenvolumen richtig einzustellen, um abnorme Drücke im Kreissystem frühzeitig zu detektieren – bei Auffälligkeiten sollte sofort auch der Abluftschlauch überprüft werden. Als ultima ratio bei unkontrolliertem Druckanstieg müssen Patient:innen als Notfall-Maßnahme sofort vom Anästhesiegerät getrennt und mit Beutelbeatmung gestartet werden (Schulung)! Moderne Respiratoren haben ein Überdruckventil im Kreissystem, doch das ist hersteller- und typenabhängig.
- Life Cycle Assessment ist (noch) nicht transparent:

- Derzeit ist noch unklar, wie viel Energie (bzw. CO₂-Äquivalente) für die Herstellung und Wiederaufbereitung der Aktivkohlefilter bzw. der volatilen Anästhetika bei der Firma Zeosys GmbH benötigt werden. Die Aktivkohle wird gemäß Herstellerangaben nach Aufbereitung wiederverwendet und auch die Plastikummhüllung wird recycelt.
- Transport: Diese sollte CO₂-neutral via DHL und österreichische Post erfolgen. Wenn große Paletten via Spedition versendet werden, ist die CO₂-Neutralität nicht gesichert.

6. Herausforderungen mit dem System im jeweiligen Krankenhaus

- Die DIN ISO-Norm 80601-2-13 sieht grundsätzlich bei der Verwendung von Anästhesierespiratoren einen Anschluss an eine zentrale Narkosegasabsaugung und eine Betriebsbereitschaftsanzeige vor. Damit ist vor Inbetriebnahme der Kombination von Anästhesiegerät und CONTRAfluran™ ohne AGFS eine Risikobewertung durch die Anwender:innen erforderlich. Solche Risikobewertungen wurden in aktueller Anwendung des CONTRAfluran/SENSOfluran™ in Österreich von unterschiedlichen Personengruppen (Medizintechniker:innen in den jeweiligen Krankenhäusern) durchgeführt. Eine allgemeingültige Regelung in Österreich steht noch aus.
- Nur nach Umstellung der Anästhesierespiratoren in den passiven Modus ist eine Kombination aus mehreren Medizinprodukten innerhalb ihrer Zweckbestimmung laut Hersteller möglich. Die Grundlage bildet die europäische Medizinprodukteverordnung (medical device regulation, MDR) und das österreichische Medizinprodukte-Gesetz (MPG).
 - **Kosten**: Für die Umstellung in den passiven Modus werden je nach Gerät und Hersteller unterschiedlich hohe Kosten von 50€ bis ca. 1400 € pro Gerät berechnet
 - **Lachgas**: muss deaktiviert werden, CONTRAfluran™ ist nicht für den Lachgasbetrieb geeignet, wenn keine AGFS verwendet wird. Hierfür gäbe es die SENSOfluran connect™ Einheit mit Verwendung von AGFS. Bei der

Deaktivierung von Lachgas kann eine Umstellung in der Software der Narkosemaschinen notwendig sein (Umstellungskosten), um Fehlalarme zu deaktivieren

- **Neue Logistik:** Die Filter kommen in Kartons zu je sechs Stück mit sechs verschließbare Zip-Beutel und sechs roten Stoppel (diese sollen nicht verloren gehen, um die vollen Filter dann wieder zu verschließen). Sobald ein Filter mit volatilen Anästhetika gesättigt ist, soll dieser mit einem roten Verschlussstopfen verschlossen und aufrecht in eine dieser Folien und zurück in den Original-Karton kommen. Es darf nicht zu Verwechslungen der neuen und der verbrauchten Filter kommen. Sobald der Karton mit sechs verbrauchten Filtern voll ist, kann ein Rücksendetikett²⁰ auf der Homepage von Zeosys oder Baxter erstellt werden. Der Karton wird von der Post/DHL abgeholt oder kann abgegeben werden. Je nach Größe der Abteilung bzw. der Anzahl der Operationen und Lagermöglichkeiten können natürlich auch mehr Kartons gesammelt und dann versendet werden. Die Lagertemperatur darf nicht unter -5 oder über +35 °C liegen und die Luftfeuchtigkeit darf laut Herstellerangaben maximal 70% betragen.
- **Filter Tausch:** Nach entsprechender Schulung des gesamten Personal ist der Tausch durch die Anästhesie-Pflege oder Anästhesie-Ärzt:innen während laufenden Betriebs möglich und dauert in etwa so lange wie der Tausch des CO₂-Absorbers (Atemkalk-Kartusche).
- **Wartung:** Diese sollte einmal jährlich pro Gerät (120€) erfolgen und kann im Zuge der jährlichen Wartung beim Narkosegerätehersteller durchgeführt werden. Dazu muss eine Platine der Sensoreinheit (SENSOfuran™) getauscht werden. Diese ist ebenfalls auf der Homepage von Zeosys zu bestellen.²¹ Der Tausch kann jedoch auch von anderem geschultem Personal (es gibt auch ein Installationsvideo²¹) durchgeführt werden, was ca. 10 min in Anspruch nimmt.
- **Reinigung:** Der Hersteller empfiehlt für die Reinigung: „Bei der Reinigung sowohl des CONTRAfluran™ Narkosegasfilters als auch der SENSOfuran™ Füllstandskontrolle ist

unbedingt darauf zu achten, auf alkoholhaltige Reinigungs- und Desinfektionsmittel zu verzichten. Wir empfehlen Mittel auf Basis von Wasserstoffperoxid (1-1,5%).“²²

Wir empfehlen noch die Übersichtsarbeit aus 2022 der deutschen Kolleg:innen zum Thema „Umweltfreundliche Absorption von Narkosegasen“, welche ebenfalls erste Erfahrungen mit dem oben genannten System beschreiben.²³

7. Rechtliche Aspekte

Eine ISO (International Organization of Standardization)-Norm ist eine international gültige Vereinbarung über Standards, aber kein Gesetz bzw. gesetzliche Vorschrift. In verschiedenen Bereichen, z.B. der Auto- und Eisenbahnindustrie gibt der Gesetzgeber vor, dass bestimmte Mindestqualitäten einzuhalten sind — hier wird dann meist auf ISO-Normen abgestellt, da man davon ausgeht, dass die Einhaltung weltweit gesichert ist. Das muss aber nicht so sein, denn z.B. im Bereich der Krankenanstalten gibt es zwar ein Qualitätssicherungsgesetz²⁴ in dem wiederum eine Qualitätssicherungskommission verpflichtend vorgeschrieben ist, aber z.B. die ISO-Norm 9001 (allgemeine Qualitätsmanagement-Norm) oder die ISO-Norm 15224 (Qualitätsmanagement-Norm im Gesundheitsbereich) werden nicht verpflichtend vorgegeben. Viele Krankenanstalten bzw. deren Träger in Österreich haben sich auch nicht zur Einhaltung einer dieser Normen verpflichtet. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Konformität mit ISO-Normen eine Option darstellt, jedoch nicht verpflichtend ist.

Die gesetzliche Grundlage für die Verwendung von Medizinprodukten ist das Medizinproduktegesetz²⁵, das primär die Hersteller von Medizinprodukten betrifft und die Rahmenbedingungen für die Sicherheit, Funktionstüchtigkeit und Qualität von Medizinprodukten, die Herstellung und das Betreiben von Medizinprodukten sowie deren Zubehör reguliert und die Medizinproduktebetreiberverordnung²⁶, die das Errichten, Betreiben, Anwenden und Instandhalten von Medizinprodukten, also die Anwender von Medizinprodukten im Gesundheitsbereich betrifft. Kurz zusammengefasst müssen Medizinprodukte je nach Risiko in vier Gruppen unterteilt werden, die sich an der Verletzlichkeit des menschlichen Körpers und dem korrespondierenden Risikopotential bzw. dem Risikopotential des Medizinproduktes orientieren. Beatmungsgeräte, ihr Zubehör und

Überwachungsgeräte gehören zur Gruppe IIb (von max. III), für deren Zulassung eine umfangreiche Überprüfung durch eine unabhängige „benannte Stelle“ = „notified body“ (anerkannte Körperschaft) erfolgt. Die Richtlinien hierfür werden innerhalb der EU einheitlich festgelegt und notified bodies müssen über eine Zentrale in Brüssel ermächtigt werden. Hat nun ein Medizinprodukt eine Freigabe durch einen notified body erhalten — so wie dies für das CONTRAfluran/SENSOfuran™ -System, sowie unsere Respiratoren der Fall ist, so kann das System und auch die Kombination des Systems mit einem anderen Medizinprodukt verwendet werden. Dies gilt auch unabhängig davon, ob irgendwelche (ISO-) Normen dem theoretisch entgegenstehen würden, was nach Kenntnis der Autor:innen jedoch nicht der Fall ist. Es braucht folglich keine zusätzliche gesetzliche Norm oder Zulassung, um das CONTRAfluran/SENSOfuran™ -System mit einem bestimmten Respirator zu betreiben.

Die ÖGARI weiß jedoch um die Unsicherheiten diesbezüglich und strebt daher eine unabhängige Risikobewertung sowie ein technisches Gutachten über den Einbau und Betrieb des CONTRAfluran/SENSOfuran™ -Systems an, um die Einführung und damit nachhaltigeres Arbeiten in unserem Fachgebiet zu erleichtern.

8. Aufbau Anästhesiearbeitsplatz-Beispiele

Zu beachten ist die Notwendigkeit einer weiteren Schuko-Steckdose für die Sensoreinheit/Füllstandskontrolle – diese kann dann mittels universeller Halterung an eine beliebige Geräteschiene angebracht werden.

Zur Veranschaulichung eines möglichen Aufbaus eines Anästhesiearbeitsplatzes mit Narkosegasrecycling zeigen wir Ihnen Referenzbilder aus dem Landeskrankenhaus Feldkirch.

Beispiel mit Dräger Primus®



Abb. 2 Installation der SENSOfuran™ Füllstandskontrolle mit eingestecktem CONTRAfluran™ Filter an einer Dräger Primus® Narkosemaschine. **A:** Vorderseite, **B:** Rückseite.

Beispiel mit Dräger Perseus®

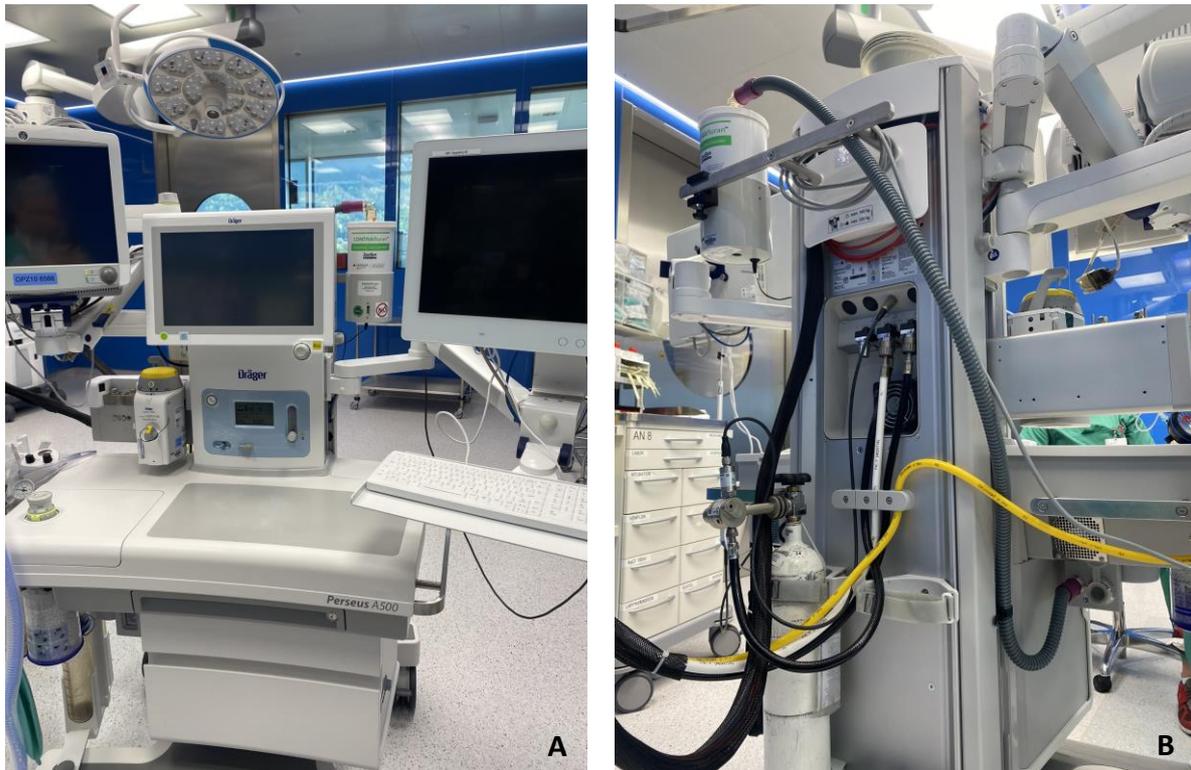


Abb. 3 Installation der SENSOfuran™ Füllstandskontrolle mit eingestecktem CONTRAfluran™ Filter an einer Dräger Perseus® Narkosemaschine. **A:** Vorderseite, **B:** Rückseite.

9. Literatur

1. Kreutziger J, Schindler L. *ÖGARI Positionspapier: Nachhaltigkeit in Anästhesie Und Intensivmedizin.*; 2023. Accessed May 18, 2023.
<https://www.oegari.at/arbeitsgruppen/plattform-nachhaltigkeit-in-anaesthesie-und-intensivmedizin>
2. Sherman J, Berry JM. *Reducing Inhaled Anesthetic Waste and Pollution Hyperoxic Vasoconstriction View Project Creative Writing in Anesthesiology View Project.*; 2017.
<https://www.researchgate.net/publication/316437261>
3. Durchschnittlicher Treibstoffverbrauch Wien. Accessed June 9, 2023.
<https://www.data.gv.at/katalog/dataset/durchschnittlicher-treibstoffverbrauch-wien#resources>
4. Mostad D, Klepstad P, Follestad T, Pleym H. Desflurane consumption with automated vapour control systems in two different anaesthesia machines. A randomized controlled study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2021;65(7):895-901.
doi:10.1111/aas.13825
5. Kalmar AF, Van Der Vekens N, De Rydt F, Allaert S, Van De Velde M, Mulier J. Minimizing sevoflurane wastage by sensible use of automated gas control technology

- in the flow-i workstation: an economic and ecological assessment. *J Clin Monit Comput.* 2022;36(6):1601-1610. doi:10.1007/s10877-021-00803-z
6. Zeosys Medical GmbH - Manuals. Accessed June 9, 2023. <https://zeosys-medical.de/service/#Manuals>
 7. Schuster M, Kuster L, Arends S, Brenner T. What is new ... in the energy consumption of the waste anesthetic gas disposal system: Sustainability in anesthesiology. *Anaesthesiologie.* Published online 2023. doi:10.1007/s00101-023-01266-4
 8. Schuster M, Kuster L, Arends S, Brenner T. Erratum zu: Was ist neu ...in der anästhesiologischen Nachhaltigkeit: Energieverbrauch der Atemgas-Fortleitungssysteme. Published online October 2023. doi:10.1007/s00101-023-01345-6
 9. Zeosys Medical GmbH. Accessed June 11, 2023. <https://zeosys-medical.de/>
 10. Baxter ZeoSys Medical Agreement Announcement Press Release German. Accessed June 11, 2023. <https://www.baxter.de/de/de/baxter-newsroom/baxter-gibt-kooperation-mit-zeosys-medical-gmbh-bekannt-um-krankenhaeusern-eine>
 11. Hinterberg J, Beffart T, Gabriel A, et al. Efficiency of inhaled anaesthetic recapture in clinical practice. *Br J Anaesth.* 2022;129(4):e79-e81. doi:10.1016/j.bja.2022.04.009
 12. Chortkoff BS, Crankshaw DI?, Gonsowski CT, Dutton RC, Ionescu P. *Concentrations of Desflurane and Propofol That Suppress Response to Command in Humans.* Vol 81.; 1995. <http://journals.lww.com/anesthesia-analgesia>
 13. Jones RM, Cashman JN, Eger EI, Damask MC, Johnson BH, Jones MR. *Kinetics and Potency of Desflurane (1-653) in Volunteers.* <http://journals.lww.com/anesthesia-analgesia>
 14. Gross JB, Alexander CM. *Awakening Concentrations of Isoflurane Are Not Affected by Analgesic Doses of Morphine.* <http://journals.lww.com/anesthesia-analgesia>
 15. Gaumann DM, Mustaki JP, Tassonyi E. *MAC-AWAKE OF ISOFLURANE, ENFLURANE AND HALOTHANE EVALUATED BY SLOW AND FAST ALVEOLAR WASHOUT Before Induction of Anaesthesia, a Venous Cannula.* Vol 68.; 1992.
 16. [Anesthesiology] Effects of Isoflurane and Nitrous Oxide in Subanesthetic Concentrations. Dwyer (1992).
 17. Katoh T, Suguro Y, Kimura T, Ikeda K. *Cerebral Awakening Concentration of Sevoflurane and Isoflurane Predicted During Slow and Fast Alveolar Washout.;* 1993. <http://journals.lww.com/anesthesia-analgesia>
 18. Katoh T, Suguro Y, Nakajima R, Kazama T, Ikeda K. *BLOOD CONCENTRATIONS OF SEVOFLURANE AND ISOFLURANE ON RECOVERY FROM ANAESTHESIA.* Vol 69.; 1992.
 19. Gowardman J, Moriarty B. Explosion and fire in the expiratory limb of a Fisher and Paykel "three in one" respiratory care system. *Anaesth Intensive Care.* 1998;26(4):427-430.
 20. Zeosys Medical GmbH - Retourenlabel. Accessed June 9, 2023. <https://zeosys-medical.de/human/contrafluran-op-narkosegasfilter/#Retoure>
 21. Zeosys Medical GmbH - Rekalibrierung Sensoreinheit. Accessed June 9, 2023. <https://zeosys-medical.de/service/#Rekalibrierung>
 22. Zeosys Medical GmbH - FAQ. Accessed May 18, 2023. <https://zeosys-medical.de/service/>

23. Kochendörfer IM, Kienbaum P, Großart W, Rossaint R, Snyder-Ramos S, Grüßer L. Environmentally friendly absorption of anesthetic gases: First experiences with a commercial anesthetic gas capture system. *Anaesthesiologie*. Published online 2022. doi:10.1007/s00101-022-01210-y
24. Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Gesundheitsqualitätsgesetz. Accessed June 9, 2023. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003883>
25. Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Medizinproduktegesetz 2021. Accessed June 9, 2023. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011580>
26. Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Medizinproduktebetreiberverordnung. Accessed June 9, 2023. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005279>