

**Öffentliches Dokument**

## 1. Kurzbeschreibung

Klinikinterne Regelung zur nachhaltigen Anästhesie.

## 2. Verbindlichkeit

Alle Mitarbeiter des ärztlichen, pflegerischen und Anästhesie-Funktionsdienstes. In begründeten Ausnahmefällen darf von diesem Standard abgewichen werden.

## 3. Standards

### Allgemeine Anmerkungen

Die Folgen der anthropogenen Klimakatastrophe gefährden neben unser Lebensgrundlage auch die Gesundheit jedes Einzelnen. Das Gesundheitssystem ist weltweit für ca. 5 % der Treibhausgasemission (THG-Emission) verantwortlich. In Deutschland ist der Einfluss des Gesundheitssystems durch den hohen Grad an Technisierung, Fokus auf Individualmedizin und hohe Hygieneanforderung/-ansprüche mit ca. 8 % sogar noch höher. Gut die Hälfte aller THG-Emission hat die Anästhesie und Intensivmedizin zu verantworten (Koch and Pecher 2020).

Um die Nachhaltigkeit in der Anästhesie zu verbessern folgen wir dem Positionspapier der DGAI und des BDA (Schuster 2020). Daraus sind die 5 Rs - Reduce, Reuse, Recycle, Rethink, Research hervorzuheben. Unser Fokus liegt zur Zeit auf Reduktion unnötiger Verbräuche und Wiederverwendung bzw. Recycling.

### Narkoseführung

#### Einleitung

Für die allgemeine Einleitung ist bei der Präoxygenierung/Denitrogenisierung der Frischgasfluss an das Atemminutenvolumen anzupassen, um einen unnötigen Verbrauch von Sauerstoff zu vermeiden (z.B. ASA1, 80 kg, AF 12 /min, Vt 6-8 ml/kg KG, AMV = 5760 - 7680 ml, somit wäre ein Frischgasfluss von 6 - 10 l/min anzustreben). Dies gilt insbesondere für die inhalative Einleitung mit Sevofluran. Ein unnötig hoher Frischgasfluss führt hier bei undichter Maske zu einer erheblichen Kontamination des OPs, vermeidbaren Umweltschäden und nicht zuletzt insbesondere bei Kinder zu Überdosierungen und Atemstillständen.

In besonderen Situationen, wie einem erwartet schwierigen Atemweg, einer (Not-)Sectio, einem inkooperativen Patienten, Bartträger usw. kann von dieser Empfehlung abgewichen werden.

#### Inhalative Anästhesie

Aufgrund seines vielfach höheren Global Warming Potential (GWP) und seiner Stabilität in der Atmosphäre sowie fehlenden klinischen Vorteilen ist Desfluran seit dem Frühjahr 2022 nicht mehr Bestandteil unser Arzneimittelliste (Schuster 2020; Hendrickx et al. 2022). Die Restbestände sollen im ZOP1 verbraucht werden. Danach werden auch dort die Verdampfer entfernt.

Erstellt:	Gibb, Sebastian - 07.03.2023	07.03.2023	ID: 81803
Inhaltlich geprüft:			Version: 001/04.2023
Formal geprüft:			Wiedervorlage: 03.04.2025
Freigegeben:			Seite 1 von 6

**Öffentliches Dokument**

*Global Warming Potential (GWP) volatiler Anästhetika für 20 und 100 Jahre (Schuster 2020).*

Volatiles Anästhetikum	GWP <sub>100</sub>	GWP <sub>20</sub>	atmosphärische Lebensdauer (in Jahren)
CO <sub>2</sub>	1	1	30 – 95 (23)
N <sub>2</sub> O	298	289	114
Sevofluran	130	440	1,1
Desfluran	2540	6810	14
Isofluran	510	1800	3,2

*Niedrigflussnarkosen*

Während der Aufrechthaltung der Anästhesie ist so möglich ein metabolic-flow von 0,25 - 0,35 l/min anzustreben. Dabei muss die Sauerstoffversorgung des Patienten gewährleistet werden. Der Sauerstoffbedarf innerhalb der Anästhesie wird grob mit 3,5 ml/kg KG angegeben. Klinische Messungen ergaben Werte von im Schnitt 135 ml/min/m<sup>2</sup> (ca. 200-250 ml/min; Jakobsson et al. (2020)).

Neben der Schonung der Umwelt reduziert ein geringerer Frischgasfluss die Austrocknung der Atemwege sowie den Wärmeverlust über die Atemluft. Gefahren sind Hypoxie und unzureichende Narkosetiefe (Brattwall et al. 2012).

Die FiO<sub>2</sub> und der Füllungszustand des Beatmungsbeutels bzw. die Leckage des Systems sind zu überwachen. Hilfreich dazu sind die Anzeige des DeltaVT, Ökonometer(-trend) und des O<sub>2</sub>-Uptaketrend. Eine Beispielmonitorkonfiguration ist im Anhang abgebildet.

Der Einfluss des Frischgasfluss auf die CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>eq) bei einer einstündigen Anästhesie mit Sevofluran (1,8 et%) sind in folgender Tabelle dargestellt:

*CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>eq) in Abhängigkeit von der Flussrate für eine Stunde Anästhesie mit Sevofluran mit 1,8 et% im Steady-State. Zusätzlich die Strecke, die bei identischen CO<sub>2</sub>eq mit einem durchschnittlichen PKW gefahren werden könnte. Laut Umweltbundesamt produziert ein durchschnittlicher benzingetriebener PKW 153 g CO<sub>2</sub>eq je km.*

Frischgasfluss	CO <sub>2</sub> eq [kg]	km
0,20	0,6	4,1
0,25	0,8	5,1
0,30	0,9	6,1
0,35	1,1	7,2
0,50	1,6	10,2
1,00	3,1	20,5
2,00	6,3	41,0

*Ausleitung*

Für die Ausleitung gilt, dass das Ende der OP antizipiert und rechtzeitig die Zufuhr des volatilen Anästhetikums beendet werden sollte. Ein Stopp der Sevofluranzufuhr nach Naht, führt zur unnötigen Verschwendung des im Kreisteil befindlichen Sevoflurans.

Entsprechend der o.g. Hinweise zur Einleitung soll auch bei der Ausleitung der Frischgasfluss an das Atemminutenvolumen angepasst werden.

Erstellt:	Gibb, Sebastian - 07.03.2023	07.03.2023	ID: 81803
Inhaltlich geprüft:			Version: 001/04.2023
Formal geprüft:			Wiedervorlage: 03.04.2025
Freigegeben:			Seite 2 von 6

## Öffentliches Dokument

### TIVA

Propofol hat ein vernachlässigbares GWP. Allerdings führt es zur Verunreinigung der Gewässer und (Langzeit-)schädigung von Lebewesen in diesen Gewässern (Mankes 2012). Es macht bis zu 50 % des Medikamentenverwurfes eines Krankenhauses aus. Insofern ist eine vorherige Planung der evtl. notwendigen Menge obligat. Eine entsprechende Tabelle findet sich im Anhang.

### Anästhesiegasfortleitungssystem

Die Anästhesiegasfortleitungssysteme (AGFS) sind mit den Pumpen für die Druckluft- und Vakuumerzeugung gekoppelt. Gemeinsam sind die Generatoren und Pumpen ca. 3 % des gesamten Energiebedarfs am Campus (nicht nur der Universitätsmedizin) verantwortlich. Gut die Hälfte entfällt auf die AGFS. Mit Ausnahme des Kreißsaals und des Vitalraumes sind alle Narkosegeräte nach Ende der Regelarbeitszeit und der letzten OP vom AGFS zu trennen.

Der Wiederanschluss Narkosegerätes an das AGFS liegt in Verantwortung des Anästhesisten und ist im Rahmen des DGAI KURZcheck zu prüfen.

### Monitoring

Im Allgemeinen sind nur 3 EKG Elektroden zu verwenden. Bei einem Patienten mit kardialen Risikoprofil werden weiterhin 5 Elektroden geklebt und die ST-Strecken überwacht.

Die großen Überwachungsmonitore an den Narkosegeräten und in der Holding Area sollen nach dem Ende des Regeldienstes heruntergefahren werden.

### Literatur

Brattwall, Metha, Margareta Warrén-Stomberg, Fredrik Hesselvik, and Jan Jakobsson. 2012. "Brief Review: Theory and Practice of Minimal Fresh Gas Flow Anesthesia." *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien D'anesthésie* 59 (8): 785–97. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9736-2>.

Hendrickx, Jan F. A., Ole John Nielsen, Stefan De Hert, and Andre M. De Wolf. 2022. "The Science Behind Banning Desflurane: A Narrative Review." *European Journal of Anaesthesiology | EJA* 39 (10): 818–24. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001739>.

Jakobsson, Julia, Carl Norén, Eva Hagel, Sigridur Kalman, and Erzsébet Bartha. 2020. "Peri-Operative Oxygen Consumption Revisited." *European Journal of Anaesthesiology* 38 (1): 4–12. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000001302>.

Koch, S., and S. Pecher. 2020. "Neue Herausforderungen für die Anästhesie durch den Klimawandel." *Der Anaesthetist* 69 (7): 453–62. <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00770-1>.

Mankes, Russell F. 2012. "Propofol Wastage in Anesthesia." *Anesthesia and Analgesia* 114 (5): 1091–92. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824ea491>.

Schuster, Martin. 2020. "Positionspapier mit konkreten Handlungsempfehlungen\* der DGAI und des BDA: Ökologische Nachhaltigkeit in der Anästhesiologie und Intensivmedizin."

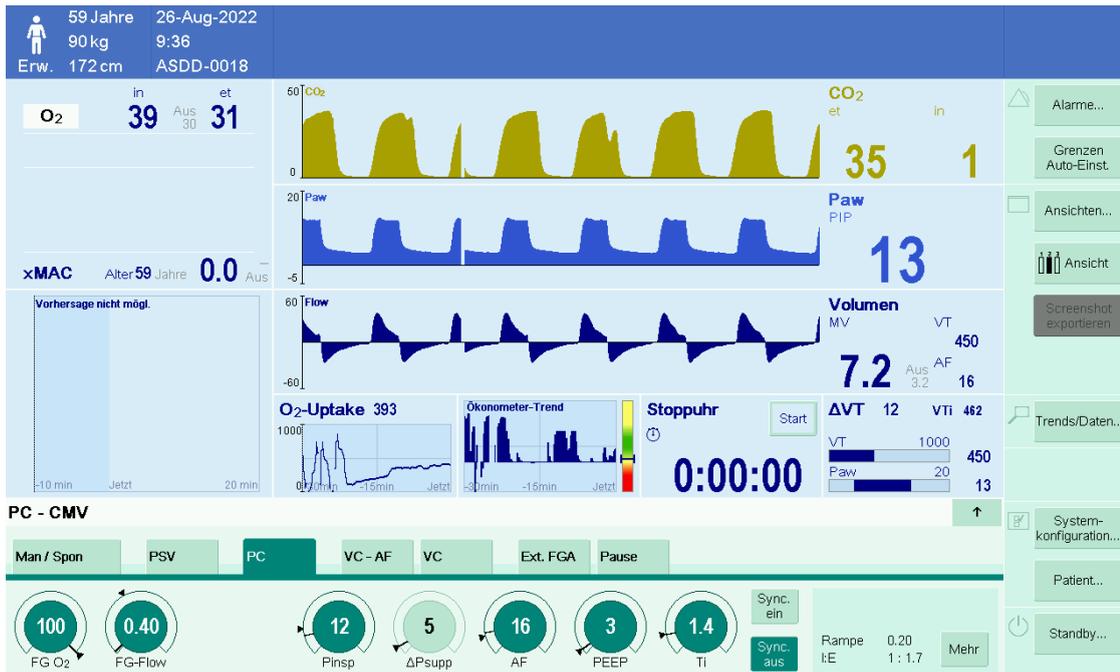
Erstellt:	Gibb, Sebastian - 07.03.2023	07.03.2023	ID: 81803
Inhaltlich geprüft:			Version: 001/04.2023
Formal geprüft:			Wiedervorlage: 03.04.2025
Freigegeben:			Seite 3 von 6

Öffentliches Dokument

Schuster M, Richter H, Pecher S, Koch S, Coburn M: Positionspapier mit konkreten Handlungsempfehlungen\*: Ökologische Nachhaltigkeit in der Anästhesiologie und Intensivmedizin, August, 329–39. <https://doi.org/10.19224/ai2020.329>.

Anhang

Bildschirmkonfiguration



Erstellt:	Gibb, Sebastian - 07.03.2023	07.03.2023	ID: 81803
Inhaltlich geprüft:			Version: 001/04.2023
Formal geprüft:			Wiedervorlage: 03.04.2025
Freigegeben:			Seite 4 von 6

Öffentliches Dokument

Medikamente

Dosierempfehlung Propofol

Propofoldosis in mg/kg/h

Körpergewicht in kg	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	5	10	15	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
10	10	20	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
15	15	30	45	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225
20	20	40	60	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
25	25	50	75	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
30	30	60	90	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
35	35	70	105	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525
40	40	80	120	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600
45	45	90	135	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675
50	50	100	150	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
55	55	110	165	275	330	385	440	495	550	605	660	715	770	825
60	60	120	180	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900
65	65	130	195	325	390	455	520	585	650	715	780	845	910	975
70	70	140	210	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980	1050
75	75	150	225	375	450	525	600	675	750	825	900	975	1050	1125
80	80	160	240	400	480	560	640	720	800	880	960	1040	1120	1200
85	85	170	255	425	510	595	680	765	850	935	1020	1105	1190	1275
90	90	180	270	450	540	630	720	810	900	990	1080	1170	1260	1350
95	95	190	285	475	570	665	760	855	950	1045	1140	1235	1330	1425
100	100	200	300	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
105	105	210	315	525	630	735	840	945	1050	1155	1260	1365	1470	1575
110	110	220	330	550	660	770	880	990	1100	1210	1320	1430	1540	1650
115	115	230	345	575	690	805	920	1035	1150	1265	1380	1495	1610	1725
120	120	240	360	600	720	840	960	1080	1200	1320	1440	1560	1680	1800
125	125	250	375	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500	1625	1750	1875
130	130	260	390	650	780	910	1040	1170	1300	1430	1560	1690	1820	1950
135	135	270	405	675	810	945	1080	1215	1350	1485	1620	1755	1890	2025
140	140	280	420	700	840	980	1120	1260	1400	1540	1680	1820	1960	2100
145	145	290	435	725	870	1015	1160	1305	1450	1595	1740	1885	2030	2175
150	150	300	450	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250
	20 ml = 1 Amp Propofol 0,5% genügen													
	20 ml = 1 Amp Propofol 1% genügen													
	40 ml = 2 Amp Propofol 1% genügen [ Aufziehen in 50 ml Spritze]													
	Disoprivan 2% verwenden													

Propofolverbrauch in mg/h

Erstellt:	Gibb, Sebastian - 07.03.2023	07.03.2023	ID: 81803
Inhaltlich geprüft:			Version: 001/04.2023
Formal geprüft:			Wiedervorlage: 03.04.2025
Freigegeben:			Seite 5 von 6

Öffentliches Dokument

Dosierempfehlung Remifentanyl

Körpergewicht (kg)	Dosis				ug/kg/min					
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	
10	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3	
15	0,09	0,135	0,18	0,225	0,27	0,315	0,36	0,405	0,45	
20	0,12	0,18	0,24	0,3	0,36	0,42	0,48	0,54	0,6	
25	0,15	0,225	0,3	0,375	0,45	0,525	0,6	0,675	0,75	
30	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,9	
35	0,21	0,315	0,42	0,525	0,63	0,735	0,84	0,945	1,05	
40	0,24	0,36	0,48	0,6	0,72	0,84	0,96	1,08	1,2	
45	0,27	0,405	0,54	0,675	0,81	0,945	1,08	1,215	1,35	
50	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5	
55	0,33	0,495	0,66	0,825	0,99	1,155	1,32	1,485	1,65	
60	0,36	0,54	0,72	0,9	1,08	1,26	1,44	1,62	1,8	
65	0,39	0,585	0,78	0,975	1,17	1,365	1,56	1,755	1,95	
70	0,42	0,63	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,1	
75	0,45	0,675	0,9	1,125	1,35	1,575	1,8	2,025	2,25	
80	0,48	0,72	0,96	1,2	1,44	1,68	1,92	2,16	2,4	
85	0,51	0,765	1,02	1,275	1,53	1,785	2,04	2,295	2,55	
90	0,54	0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,43	2,7	
95	0,57	0,855	1,14	1,425	1,71	1,995	2,28	2,565	2,85	
100	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	
105	0,63	0,945	1,26	1,575	1,89	2,205	2,52	2,835	3,15	
110	0,66	0,99	1,32	1,65	1,98	2,31	2,64	2,97	3,3	
115	0,69	1,035	1,38	1,725	2,07	2,415	2,76	3,105	3,45	
120	0,72	1,08	1,44	1,8	2,16	2,52	2,88	3,24	3,6	
	1 mg Ultiva	genügen	(aufziehen in 50ml Spritze	Dosiskalkulation 20ug/ml am Perfusor						
	2 mg Ultiva	genügen	aufziehen in 20ml Spritze	Dosiskalkulation 100ug/ml am Perfusor	Ultivadosierung nach Idealgewicht	Körpergröße in cm -100 = Kalkulationsgewicht in kg				
	5 mg Ultiva	aufziehen	in 50 ml Spritze	Dosiskalkulation 100ug/ml am Perfusor	für die meisten Eingriffe ist eine Dosis von	0,2,-0,3 ug/kg/min ausreichend !				

Ultivaverbrauch in mg pro Stunde

Verteiler

- roXtra
- Intranet der Klinik
- Anästhesisten per E-Mail als PDF-Datei
- Ordner im Sekretariat
- Pflegedienstleitung Anästhesie zur weiteren Verteilung im Pflegedienst und Anästhesie-Funktionsdienst

Erstellt:	Gibb, Sebastian - 07.03.2023	07.03.2023	ID: 81803
Inhaltlich geprüft:			Version: 001/04.2023
Formal geprüft:			Wiedervorlage: 03.04.2025
Freigegeben:			Seite 6 von 6