



ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT  
FÜR ANÄSTHESIOLOGIE, REANIMATION  
UND INTENSIVMEDIZIN



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Nachhaltigkeit in Anästhesie und Intensivmedizin

Dr.med.univ. Lukas Schindler

Stv. Leiter der Plattform Nachhaltigkeit in Anästhesie und  
Intensivmedizin der ÖGARI

09.01.2025



UNIVERSITÄTSKLINIK FÜR ANÄSTHESIE,  
ALLGEMEINE INTENSIVMEDIZIN UND SCHMERZTHERAPIE  
MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN

# CO<sub>2</sub>-Fußabdruck - Gesundheitswesen



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

- 4-5% aller Treibhausgasemissionen durch Gesundheitswesen global
  - mehr als Schiffs- und Flugverkehr zusammen (Bhopal, BMJ 2021)
  - westliche Industrieländer bis zu ca. 10% (Österreich 7%)
  - Ca. ein Viertel aus Anästhesie und Intensivmedizin (Review Bolkenius, Dt. Ärzteblatt 2021)
- Katarakt-OP in Indien 6 kg CO<sub>2</sub>, in Großbritannien 180 kg CO<sub>2</sub>
  - Bei gleichen Komplikationen und Outcome (Bhopal, BMJ 2021)
- In USA 5 Mio. Tonnen Abfall aus Krankenhäusern jährlich
  - 30% stammen allein aus Operationsbereich

# Umweltbelastung durch Operationen

## Anästhesiologie

- Inhalationsanästhetika
- iv. Medikamente
- Verpackungen
- Single-use
- Geräte
- Sterilisationsverfahren

## Chirurgie

- Verpackungen
- Single-use vs.
- Sterilisationsverfahren

Anderes: Bauen  
Transport

## Räumlichkeiten

- OP-Klimaanlage
- Kühlen
- Heizen
- Anfeuchten
- Laminar flow

# Inhalationsanästhetika = F(C)KW - Klimawirksamkeit



- Global Warming Potential (**GWP**)
  - Bsp: 1g Sevofluran = 130g CO<sub>2</sub> (GWP100)
- Atmosphärische Lebensdauer:  
sehr unterschiedlich

**Tabelle 1**

Global Warming Potentials und atmosphärische Lebensdauern von inhalativen Anästhetika (nach Sulbaek Anderson et al. 2012 [17]).

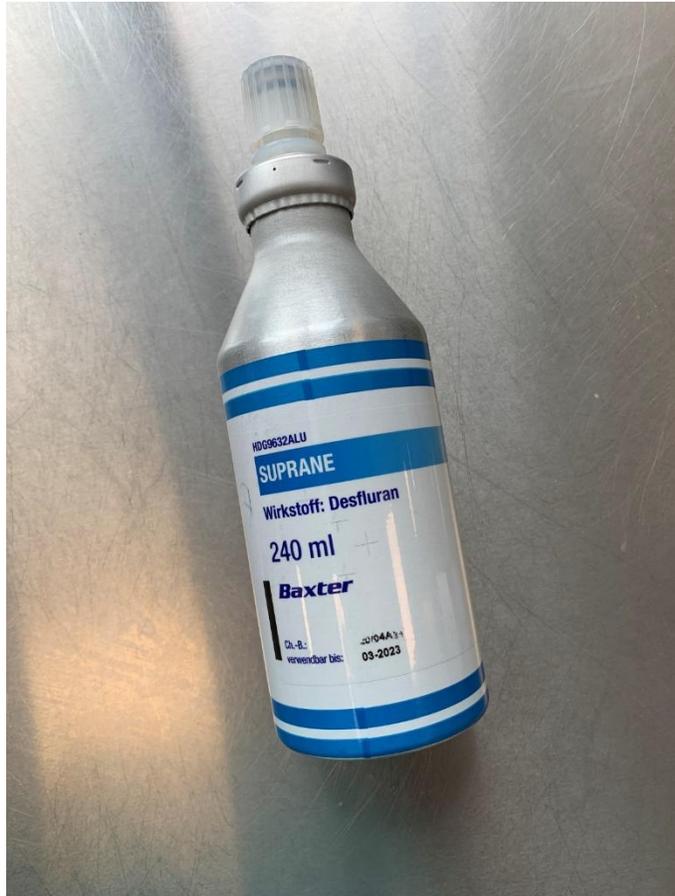
	<b>GWP100</b>	<b>GWP20</b>	<b>atmosphärische Lebensdauer (in Jahren)</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	1	1	30–95 (23)
<b>N<sub>2</sub>O</b>	298	289	114
<b>Sevofluran</b>	130	440	1,1
<b>Desfluran</b>	2540	6810	14
<b>Isofluran</b>	510	1800	3,2
<b>Halothan</b>	50	190	1,0
<b>Enfluran</b>	680	2370	4,3

# Inhalationsanästhetika = F(C)KW

## - Wahl des Anästhetikums



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN



= 900 kg CO<sub>2</sub>



= 80 Jahre

(© Dr. Julian Vaith, Hamburg)

# Inhalationsanästhetika = F(C)KW - *Wahl des Anästhetikums*



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Ein Vergleich dreier universitärer Zentren (MacNeill, Lancet Planet Health 2017)

- **USA/Kanada:** hauptsächlich **Desfluran** + Lachgas
  - USA **63% des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes** der Kliniken
  - Kanada **51% des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes** der Kliniken
- **Großbritannien:** nur **Sevofluran** → **4% des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes** der Klinik
- **Deutschland (Augsburg):** nur noch Sevofluran, auch bei Adipösen mit BMI>40 → keine relevanten Nachteile (Bolkenius, Dt. Ärzteblatt 2021)



# Inhalationsanästhetika

## - FGF-/Verbrauchsreduktion

- Fast linearer Zusammenhang zwischen Medikamentenverbrauch und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Anästhesie (Sherman J, Anesthesiology News 2017) (Özelsel, Can J Anesth 2019)

Vergleich des GWP1 einer sechs-stündigen Anästhesie im steady state mit verschiedenen volatilen Anästhetika in Abhängigkeit vom Frischgasfluss mit einer Autofahrt in Kilometern (Verbrauch 7 L/100 km)

Frischgasfluss (FGF)	0,3 L/min	0,5 L/min	1,0 L/min	2,0 L/min
Sevofluran 2,2 %	512	853	1.707	3.413
Isofluran 1,2 %	436	727	1.454	2.908
Desfluran 6,7 %	2.865	4.775	9.552	19.103

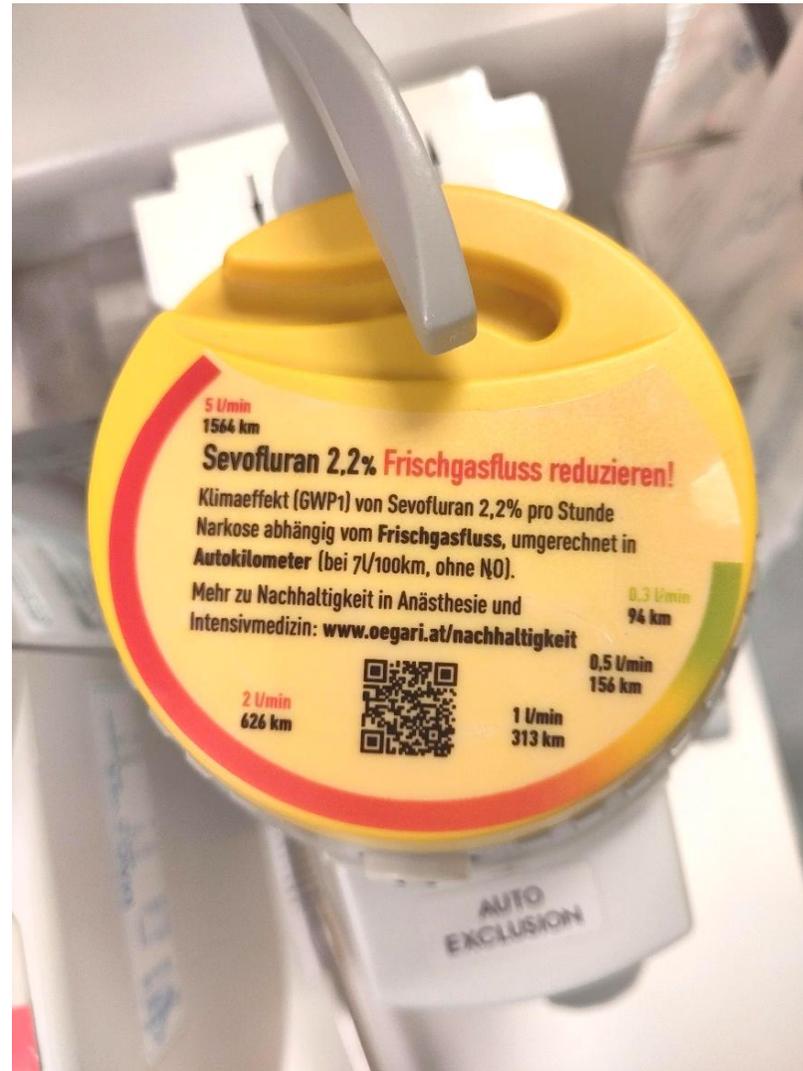
*Note: Red arrows and 'x5' labels indicate that the consumption at 2.0 L/min is 5 times higher than at 0.3 L/min for Sevofluran and Isofluran, and 7 times higher for Desfluran.*

# Inhalationsanästhetika

## - FGF-/Verbrauchsreduktion



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN



# Volatile Anästhetika - Scavenger-Systeme

## zentral VS dezentral



ZeoSys Medical GmbH

- Zentrale Auffang-Anlagen:  
Pneumatik (Berlin), Blue Zone (Kanada)



**P** pneumatik berlin  
medical systems  
Worldwide Partner for Medical Technologies

Home Über uns Produkte Projekte Service Partner Kontakt

Deckenstative  
Medienbrücken  
Anaesthesie  
Medizinische Gase

Produkte » Anaesthesiesysteme  
**Anästhesie-Restgasfilter**  
Diese Seite wird derzeit überarbeitet.



**Blue-Zone Technologies**  
SUSTAINABLE ANESTHESIA RECOVERY™

# Volatile Anästhetika - *Scavenger-Systeme*



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## zentral VS dezentral

Blue Zone (Kanada)



**Blue-Zone Technologies**  
SUSTAINABLE ANESTHESIA RECOVERY™

Sagotech Medical  
(Devon, UK)



**SAGOTECH**  
MEDICAL

Contrafluran™  
(Luckenwalde, DE)





# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – Voraussetzungen

- Lachgasabschaltung
- Kooperation mit Technischer Dienst
- Kombination mit jedem Respirator möglich (keine neue Zulassung!)
  - Gerät muss im „**Passivmodus**“ sein
- Bestell-, Lagerungs- und Abholungslogistik
- Personalschulung
- **recycled Sevofluran in Österreich erhältlich**



# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – *Technisches*



## Übersicht über Modelle und Hersteller von Anästhesie-Respiratoren in Österreich und die Möglichkeit zur Umstellung in den **passiven Modus**

Anästhesie- gerätehersteller	möglich	möglich mit Umrüstsatz	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

# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – *Effektivität Daten*



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

CORRESPONDENCE

## Efficiency of inhaled anaesthetic recapture in clinical practice

Jonas Hinterberg<sup>1</sup>, Theresa Beffart<sup>1</sup>, Andrea Gabriel<sup>1</sup>, Marc Holzschneider<sup>1</sup>,  
Tim M. Tartler<sup>2</sup>, Maximilian S. Schaefer<sup>1,2</sup> and Peter Kienbaum<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Anaesthesiology, University Hospital Düsseldorf, Düsseldorf, Germany and <sup>2</sup>Center for Anesthesia Research Excellence, Department of Anesthesia, Critical Care and Pain Medicine, Beth Israel Deaconess Medical Center, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

charcoal canisters by 2509 g. Charcoal desorption yielded 1727 g of desflurane, indicating that 25% of the administered desflurane was recaptured and could potentially be processed for reuse,

# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – *Effektivität Daten*



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

Anaesthesia 2024

doi:10.1111/anae.16289

Original Article

## Efficiency of CONTRAfluran™ in reducing sevoflurane pollution from maintenance anaesthesia in minimal flow end-tidal control mode for laparoscopic surgery

Harold Mulier,<sup>1,2</sup> Michel M. R. F Struys,<sup>3,4</sup>  Hugo Vereecke,<sup>2,3</sup>  Steffen Rex,<sup>1,5</sup>   
An Teunkens<sup>1,5</sup>  and Alain F. Kalmar<sup>2,6</sup> 

Adult patients (age  $\geq 18$  y) scheduled for general or bariatric laparoscopic surgery requiring tracheal intubation

Sevoflurane captured in CONTRAfluran

Proportion

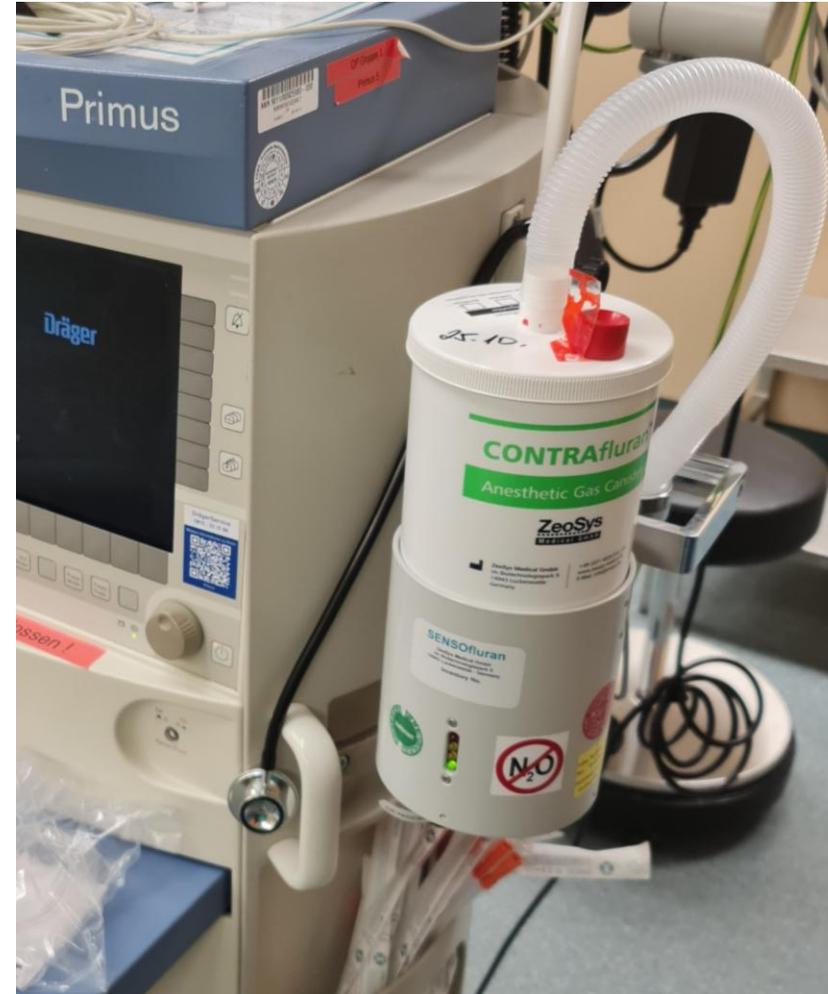
45% (42–48%)

# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – *Energie*



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

- Größter Klimaeffekt: ohne AGFS  
→ hohe **Energieersparnis**



# Volatile

## - **Energieverbrauch** durch AGFS

- Hoher Energieaufwand durch Herstellung medizinischer Druckluft
  - Verbrauch: **~20 L/min** pro eingesteckter AGFS
  - Energie: 1500 – 11.000 kWh pro AGFS/Jahr
  - Energie-Einsparungen: **-70% möglich**  
(Betriebszeit AGFS von Montag bis Freitag von 07:00-17:00)



Über Nacht/übers Wochenende  
**AGFS ausstecken!**  
(und über Narkosegerät hängen –  
Sichtbarkeit!)



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN



# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – *Energie*



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

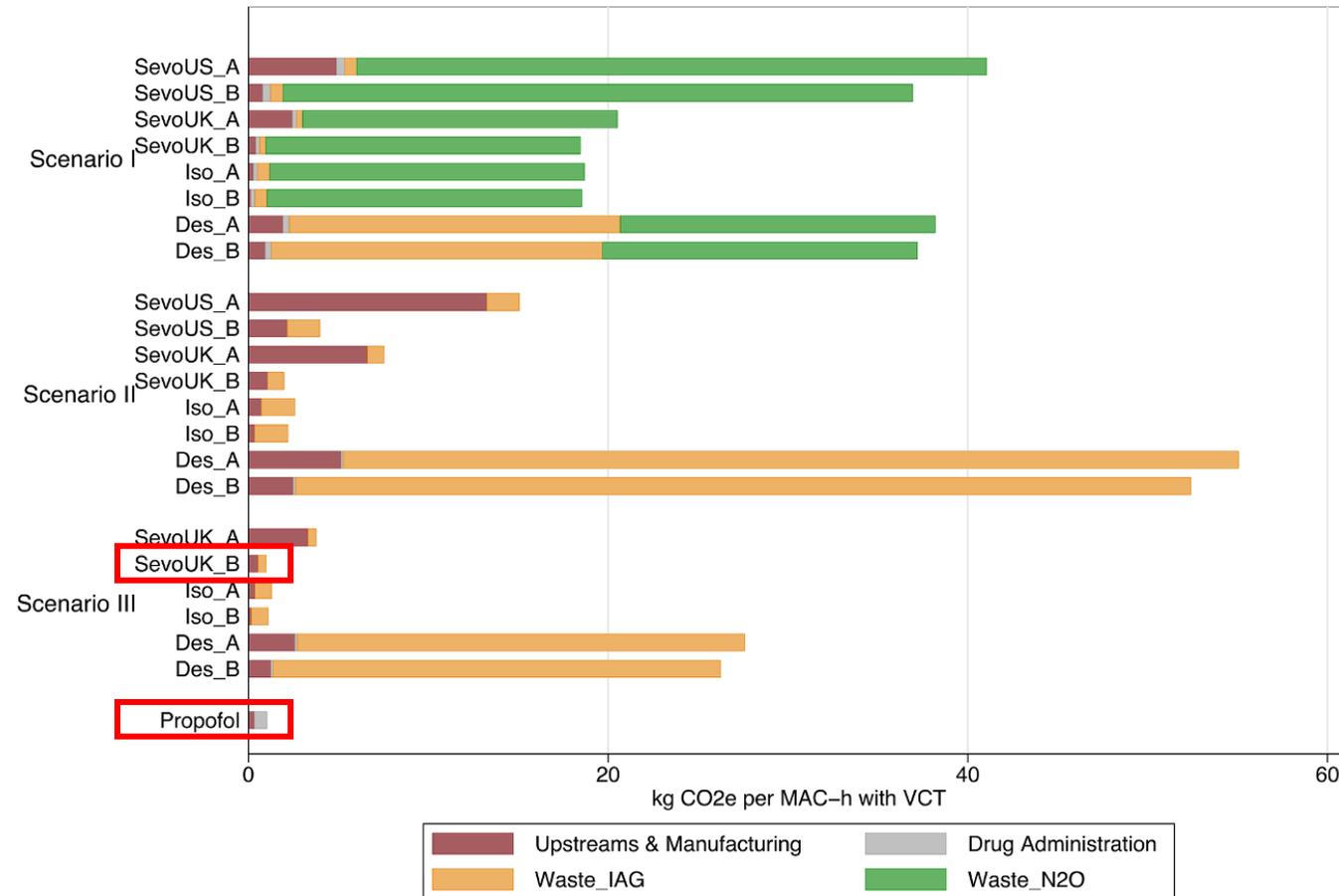
Druckluftverbrauch pro AGFS-Anschluss [l/min]	Kummulativer Jahresverbrauch wenn 24 h/7 d angesteckt [m³/a]	Druckluftproduktion [kWh/m³]	Jahres-Energieverbrauch pro AGFS-Anschluss [kWh]	CO <sub>2</sub> -Äquivalente österreichischer Durchschnitts-Strom (230 g/kWh) in kg/Jahr pro AGFS-Anschluss
14	7.358	0,19 (Info Dräger/Essen) 0,33 (Feldkirch 2021-22) 0,55 (Feldkirch 2019-21)	1.398 2.428 4.047	321 558 931
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">x 60 min x 24 h x 365 d</div>				
20	10.512	0,19 0,33 0,55	1.997 3.469 5.782	459 798 1.330
40	21.024	0,19 0,33 0,55	3.995 6.938 11.563	920 1.596 2.659
80	42.048	0,19 0,33 0,55	7.990 13.876 23.127	1.838 3.191 5.319

# TIVA oder volatile Anästhesie nachhaltiger? Bis wann?



Sevofluran-Narkose  $\approx$  TIVA, wenn...

- 1) Narkosegasrecyclingrate  $>70\%$   
(derzeit 25-50%)
- 2) FGF von  $<0,5$  L/min
- 3) Propofol + Spritzen-  
Herstellung ohne  
erneuerbare Energie



Hu et al (2021)



# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!

- Ca. **30 bis 50%** des aufgezogenen bzw. geöffneten **Propofols** werden weltweit **verworfen**

**Table 1.** Drug Use, Fiscal 1998

Drug	Amount not administered (mg)	Annual efficiency index, % ( $\pm$ SD) <sup>a</sup>
Atracurium	132,800	29 (10)
Midazolam	28,235	53 (17)
Propofol	1,028,388	49 (4)
Rocuronium	79,619	61 (10)
Succinylcholine	788,796	33 (3)
Sodium thiopental	2,005,635	31 (5)

<sup>a</sup> Mean monthly efficiency indices  $\pm$  SD.

Gillerman, Anesth Analg (2000)

**Table 2.** Contribution of Study Drugs to Total Pharmaceutical Use, Fiscal 1998

Drug	Cost of unadministered pharmaceuticals (\$)	Cost index <sup>a</sup> (%)
Atracurium	10,954	2
Midazolam	25,511	4
Propofol	80,863	16
Rocuronium	12,545	2
Succinylcholine	2,953	0
Sodium thiopental	32,839	5
Total	165,666	26

<sup>a</sup> Percent of total departmental drug costs (\$640,987) wasted.



# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!

**Table 1.** PBT index of anesthetic drugs<sup>a</sup>

Drug	PBT number
Propofol	9
Ondansetron	6
Labetolol	6
Buprenorphine	6
Midazolam	5
Bupivacaine	5
Fentanyl	4
Metoprolol	4
Ketorolac	4
Mepivacaine	4
Remifentanil	4
Ropivacaine	4
Sugammadex	4
Lidocaine	3
Atracurium	2

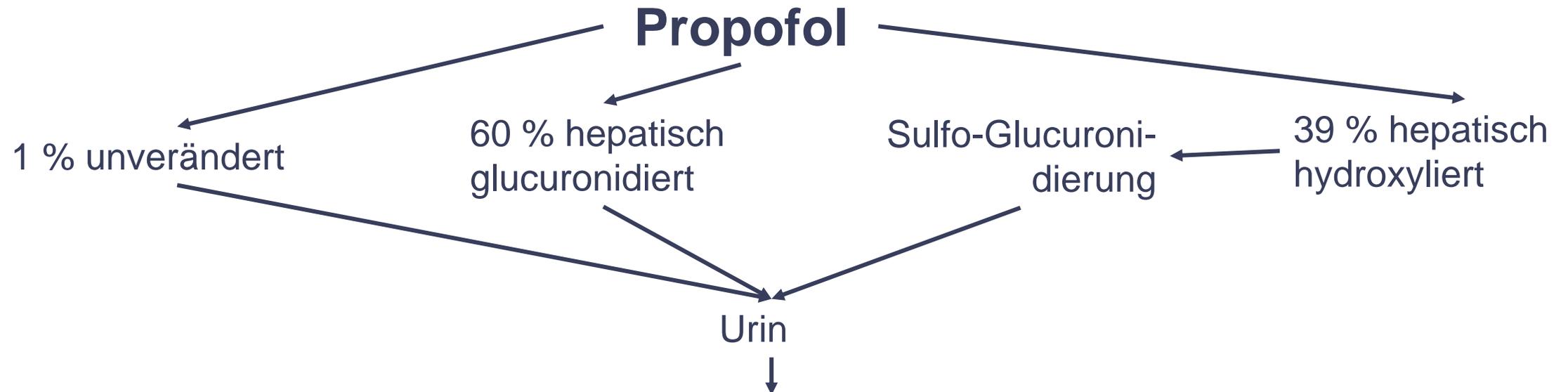
PBT, Persistence, Bioaccumulation, Toxicity.

<sup>a</sup>This table summarizes information in [ref #32]. It differs slightly from data published in the ASA 'Greening the Operating Room' [ref #4].

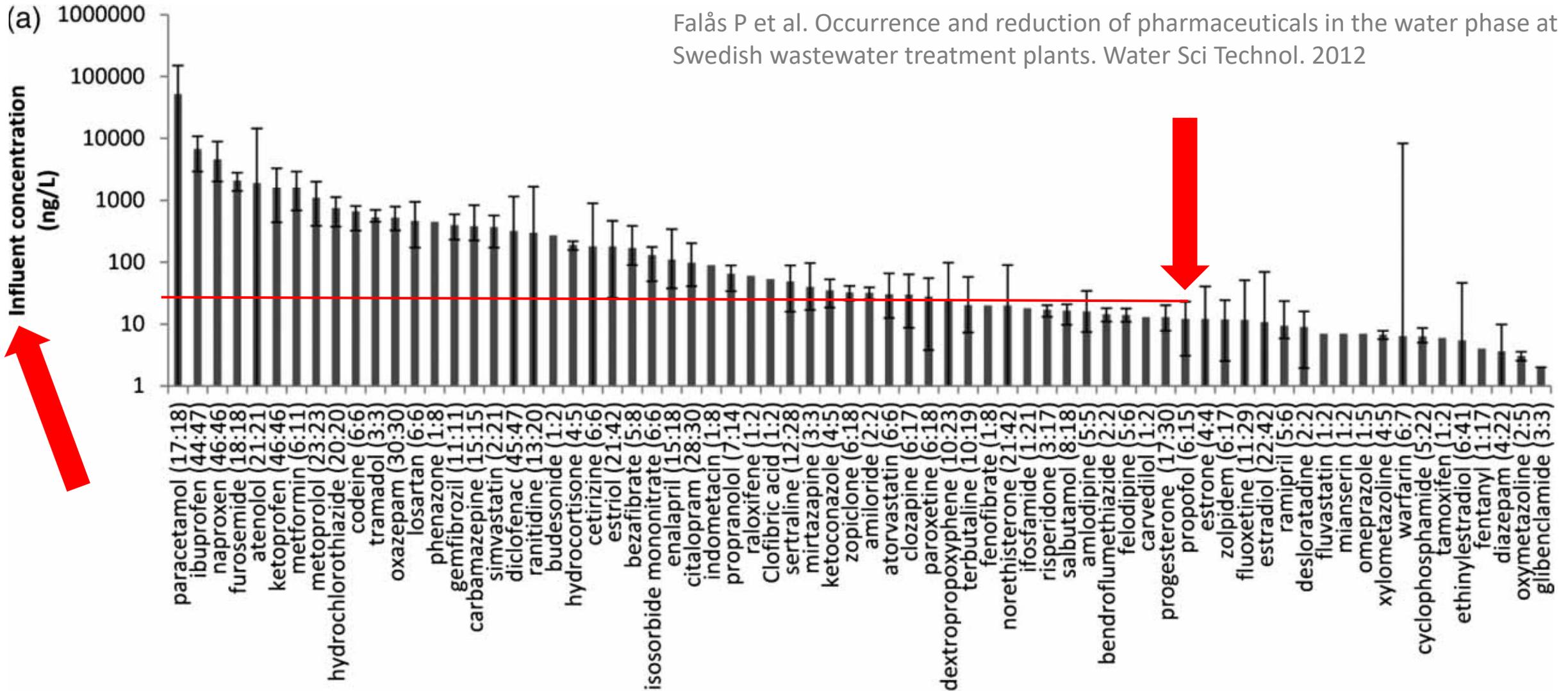
- Persistenz, Bioakkumulation, Toxizität = PBT-Index

Van Norman, Curr Opin Anesthesiol 2020  
Sherman, Anesth Analg 2012

# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!

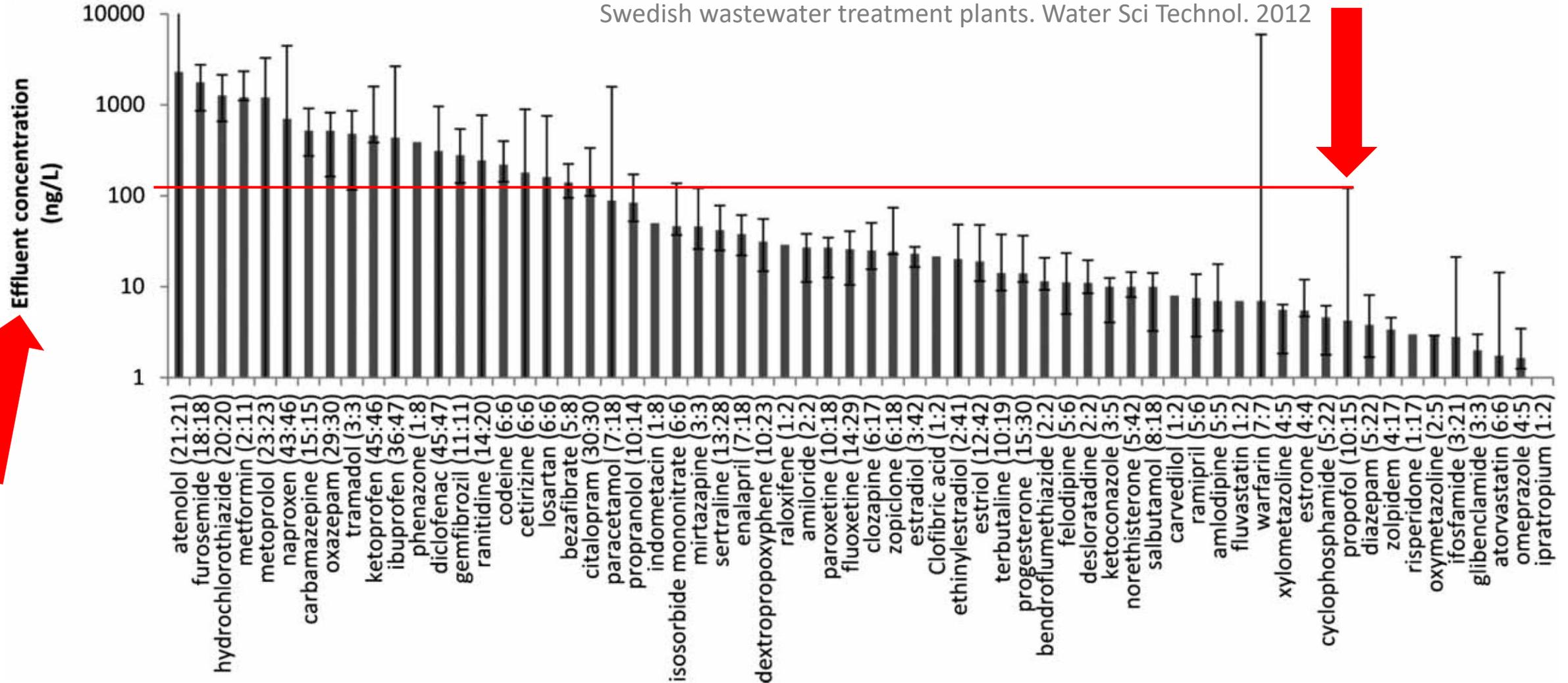


**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

Falås P et al. Occurrence and reduction of pharmaceuticals in the water phase at Swedish wastewater treatment plants. Water Sci Technol. 2012

(b)



# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

lkb.at, © Georg Hermann



↓  
**Deglucuronidierung**

↓  
Propofol

↓  
Umwelt

Favetta P et al. Propofol metabolites in man following propofol induction and maintenance. Br J Anaesth. 2002

# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



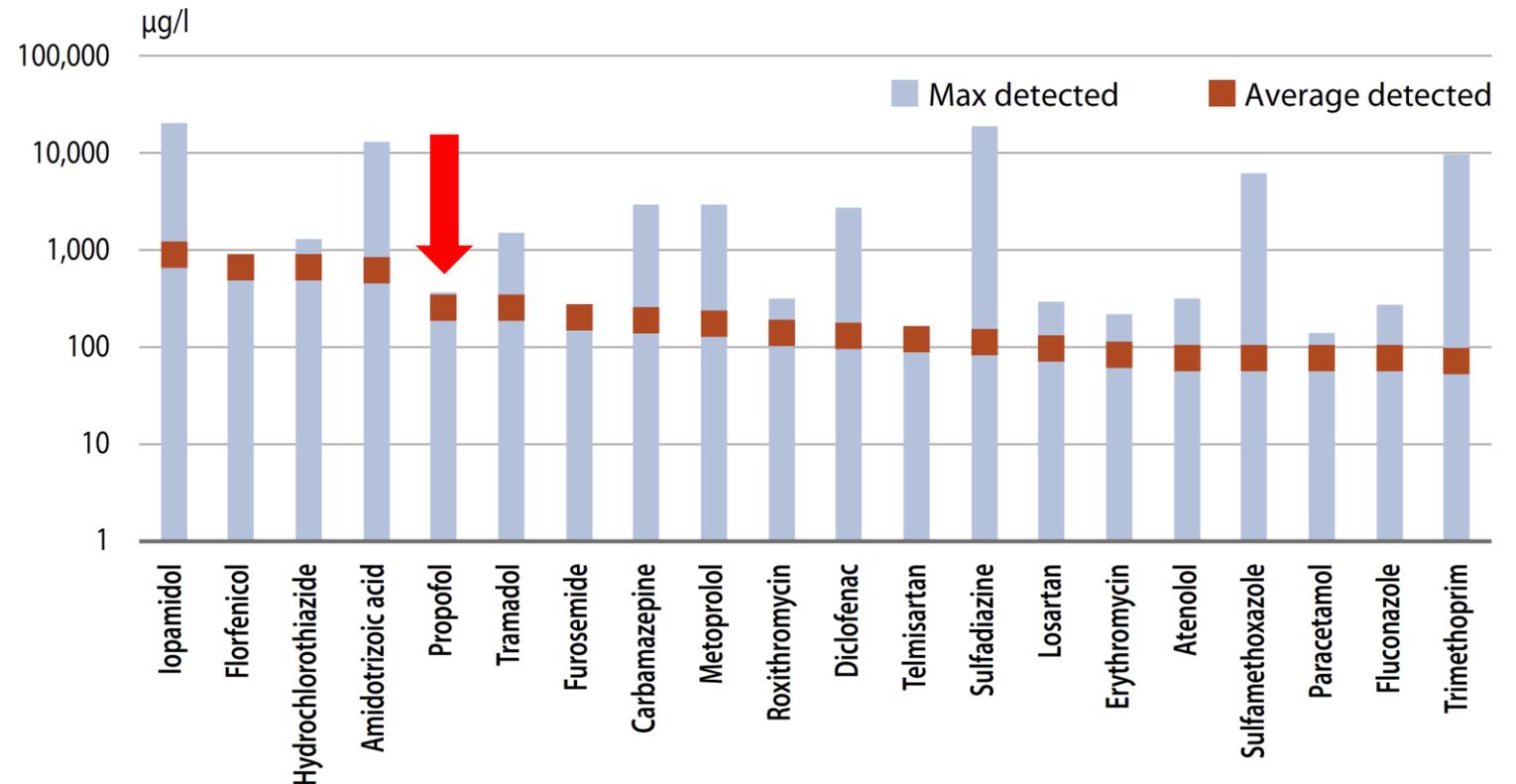
**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN



UNESCO Report (2017)

**Figure 9.** The top 20 pharmaceuticals measured in highest concentrations in river water samples  
■ indicates the average concentration of the measurements and ■ indicates the maximum measured concentration.  
 Source: Original data.

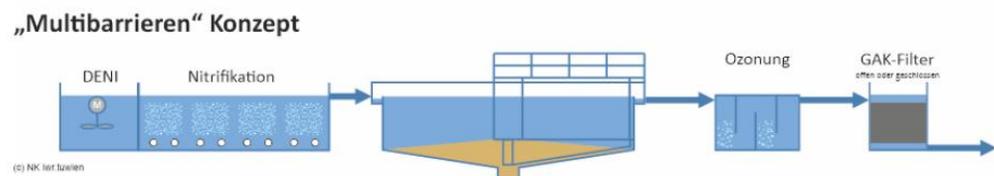
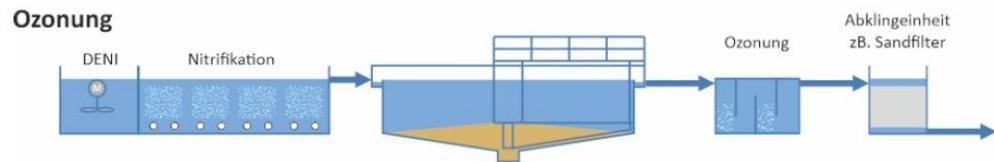
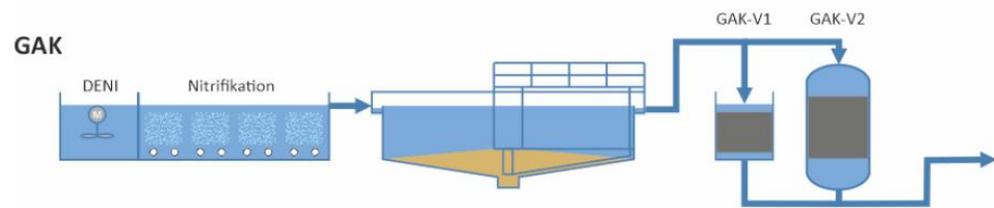
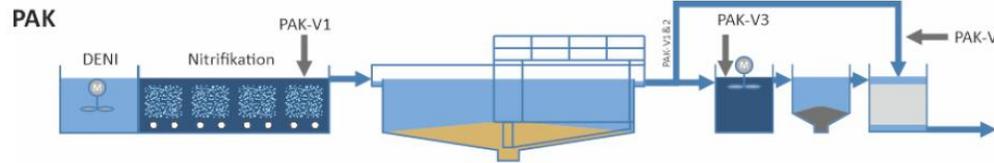


Medikament	Metabolisierung und Wirkung (Kostrubiak, J Med Systems 2020)
Propofol	Hepatische Glucuronidierung (Quinole), häufig verworfen, hohe Konzentration im Abwasser, <b>Bioakkumulation, Wachstumsstörungen bis tödlich für Algen/Tang, Krebstiere, Süßwasserfische</b> , keine Photolyse, kein Abbau in Kläranlage, Halbwertszeit im Wasser >1 Jahr → hoher negativer Umwelteffekt
Cefazolin	Unmetabolisierte renale Ausscheidung, hohe Konzentration im Abfallwasser, <b>Phototransformation in toxische, teratogene Produkte</b> → aufwändige seltene Photolyse und Adsorption in der Kläranlage
Paracetamol	95% renal abgebaut, 5% unverändert ausgeschieden, <b>(neuro)toxisch und endokrinologisch wirksam auf fast alle Species</b> (Bakterien, Algen, Makrophyten, Krebstiere, Säugetiere, Fische), schneller Spontanabbau in Umgebung (15 d) Pseudopersistenz durch hohen Eintrag
Sugammadex	Renal unverändert ausgeschieden, bindet besonders Östrogen und Progesteron, <b>derzeit kein Studien zur Persistenz und Toxizität</b> in Abwässern und Böden
Lidocain	90% hepatisch metabolisiert (MEGX, Xylidine), alles renal ausgeschieden, <b>nur teilweise abgebaut in Kläranlagen</b> (Ozonifizierung, Adsorption), wird in Oberflächengewässern gefunden, wahrscheinlich Spontanabbau in unklarer Zeit, bisher nicht im Grundwasser

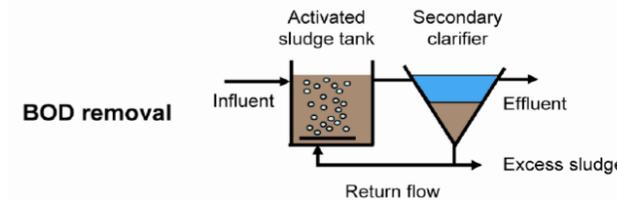
# Kläranlagen

## Kläranlagen

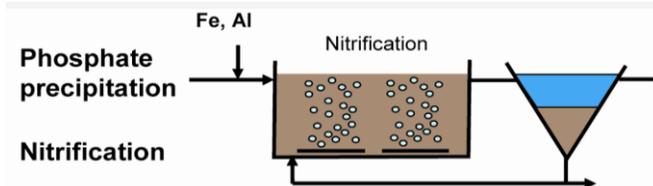
(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)



(c) NK tier.tu.wien

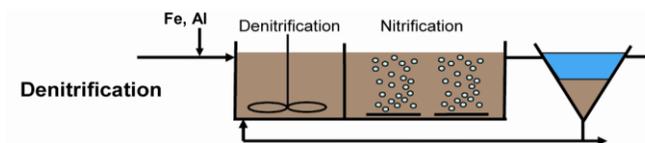


Biological oxygen demand:  
 Entfernung organischen  
 Materials durch Absetzen

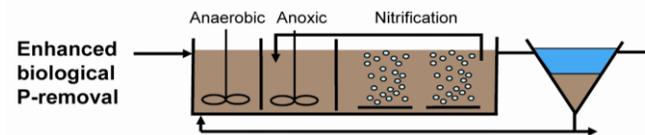


Entfernung Phosphate  
 und Zusatz Nitrit

Zersetzung organischer Kohlenstoffverbindungen



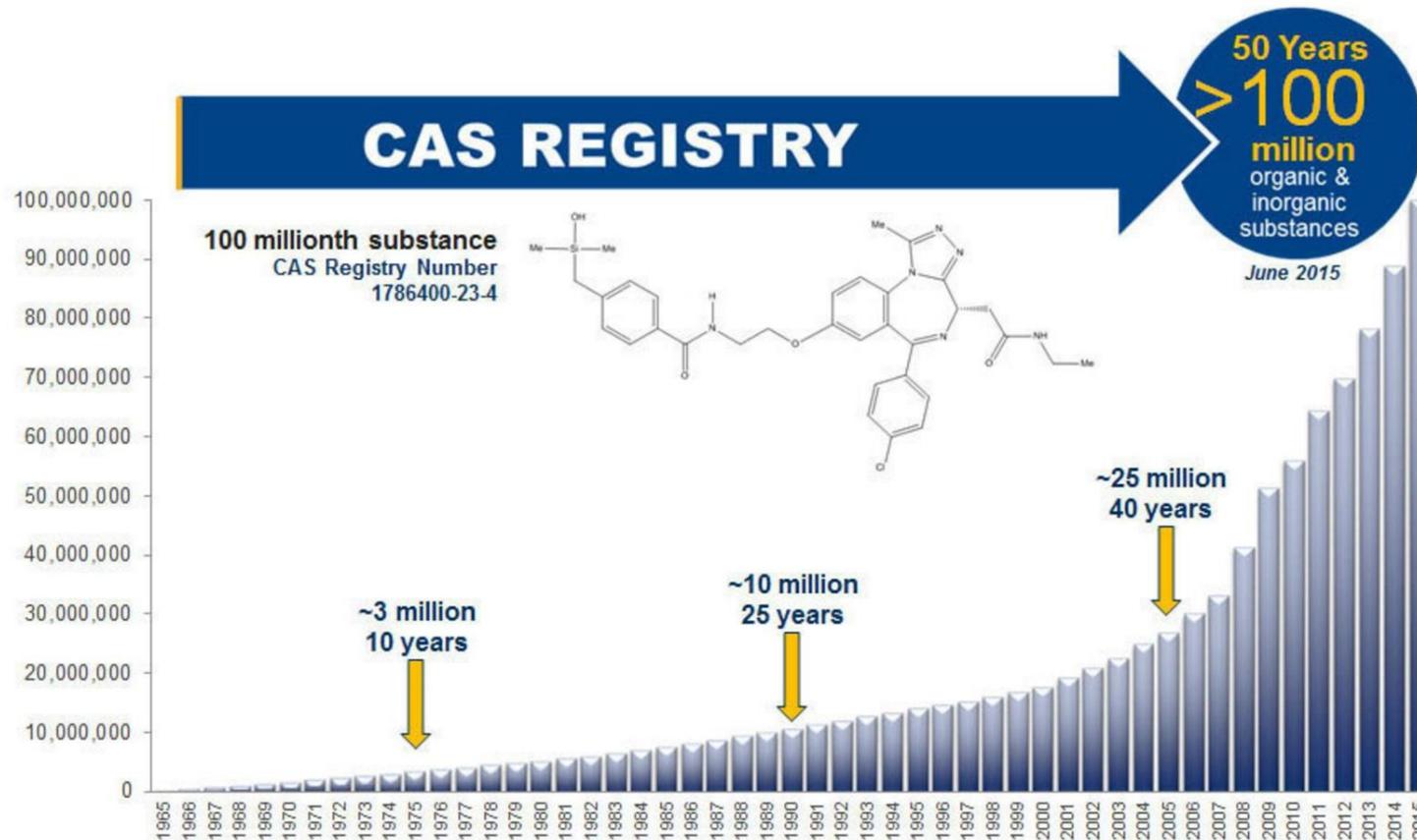
Entfernung Nitrit,  
 biologische  
 Nachreinigung



Nachbereitung  
 Klärschlamm

# Kläranlagen - Herausforderungen

(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)





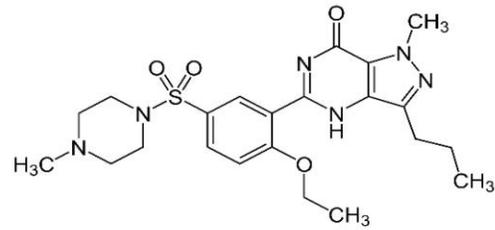
**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

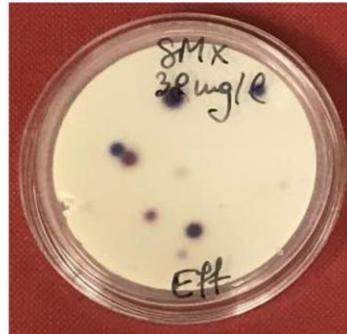
(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)

# Kläranlagen - Herausforderungen

## Die neuen Herausforderungen - CECs



Organische Spurenstoffe



Antibiotika Resistenz

- **CEC – “Contaminants of emerging concern”**

- Chemikalien und andere “Substanzen”, für die es keine regulatorischen Standards gibt und die nicht in einem Routinemonitoring enthalten sind.
- In der aquatischen Umwelt “entdeckt” (meist auch als Folge verbesserter chemischer Analytik)
- Können in den analysierten Umweltkonzentrationen negative / ungewollte Effekte für Wasserlebewesen (und Menschen) haben
- CECs sind nicht notwendiger Weise “neue” Substanzen, ihr Auftreten sowie ihre potentiellen Auswirkungen werden jedoch erst “jüngst” untersucht.



Microplastik



eNP – Engineered Nanoparticles



**PNAI**

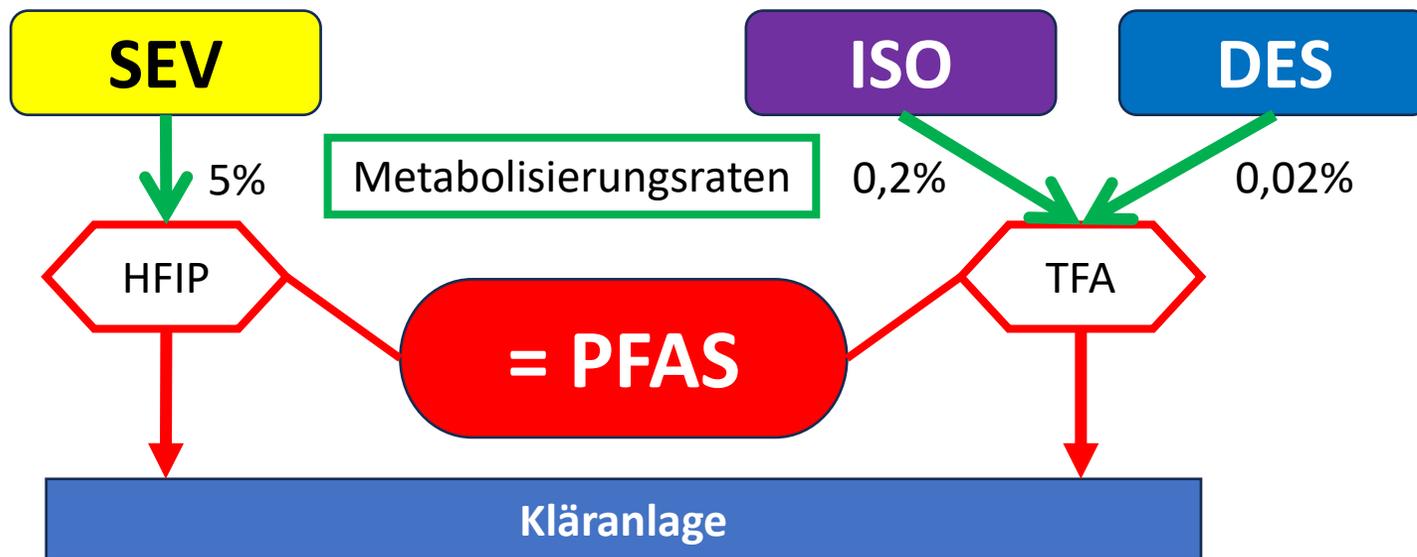
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

**NEU Ende 2024**

# Kläranlagen

## - *Abbau volatiler Anästhetika*

- Abbauprodukte moderner volatiler Anästhetika



**HFIP** = HexaFluoroIsoPropanol

**TFA** = TriFluorAcetat (Trifluoressigsäure)

### Environmental Effects of Propofol Versus Sevoflurane for Maintenance Anesthesia

Alain Frederic Kalmar, MD, PhD,\*† Steffen Rex, MD, PhD,‡§ Hugo Vereecke, MD, PhD,†||  
An Teunkens, MD, PhD,‡§ Geertrui Dewinter, MD, PhD,‡§ and Michel M.R.F. Struys, MD, PhD||†

#### CONCLUSIONS

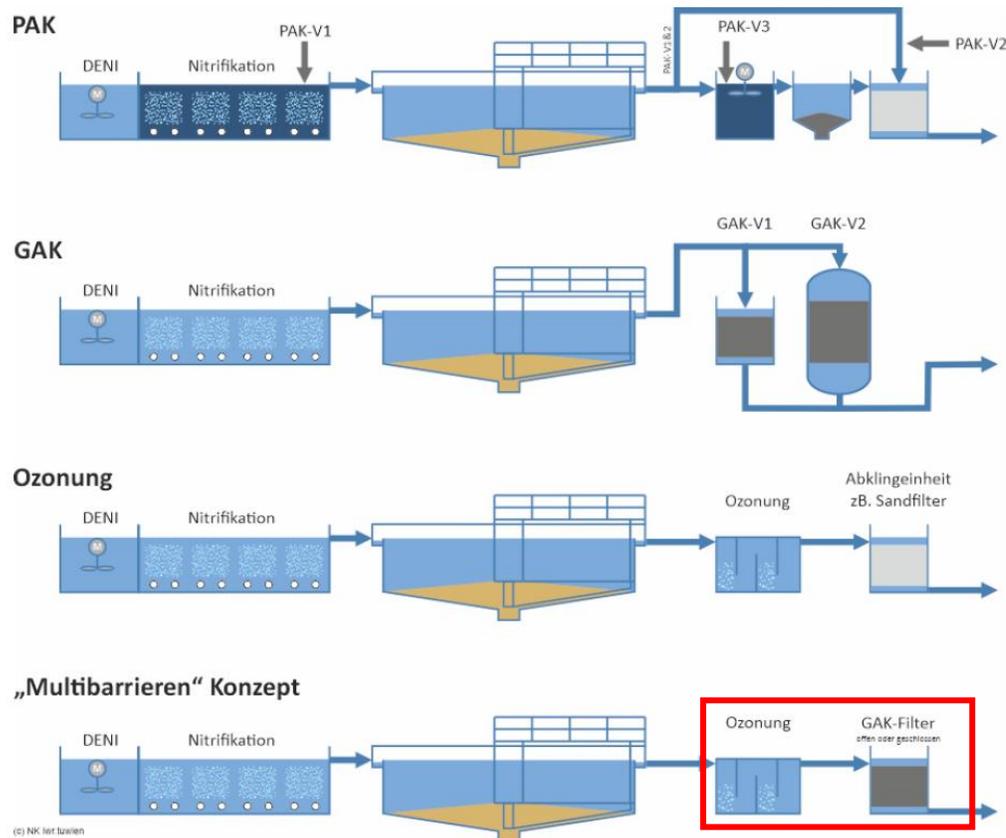
Since volatile anesthetics cause local water pollution from excreted metabolites and global pollution from precipitated PFAS to a greater extent than propofol, **ecotoxicity should no longer be considered a valid argument against TIVA.** This is particularly important given that 1 MAC-hour with sevoflurane requires 20 to 120 times more API compared to propofol, adding an additional parameter to the ethical consideration between ecological aspects and patient-focused medical decisions.<sup>10</sup> ■

Kalmar AF, Anesth Analg (2024)

# Kläranlagen - neue EU-Vorschrift 2024

(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)

## Kläranlagen 4.0



## „weitergehende Abwasserreinigung“

- Wissenschaftliche Befassung seit ~ 2000 (Hormone im Abwasser)
- Gegenwärtige Verabschiedung der aktualisierten EU – kommunalen Abwasserrichtlinie
  - Neben Themen wie Energieautarkie, Verminderung THG-Emissionen, ...
  - Auch Verminderung der Emissionen an organischen Spurenstoffen gefordert
  - Implementierung auf Anlagen
    - > 150.000 EW
    - Einleitung in sensitive Gebiete
- Technologien weiterentwickelt aus TW-Aufbereitung
  - Oxidativ: Ozon
  - Adsorptiv: Aktivkohle

# Krankenhaus - Energieverbrauch



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN



1x Klinikbett verbraucht so viel Energie wie  
4x Einfamilienhäuser pro Jahr



# Raumluftanlagen – Heizen und Kühlen

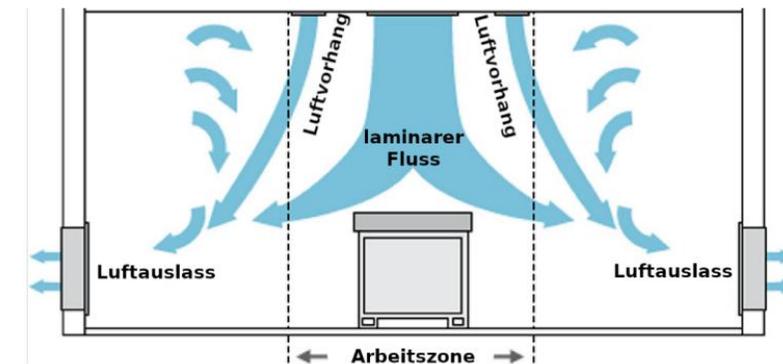
- Pro Op: Laminar Air Flow 3000-9000 m<sup>3</sup> Luft pro Stunde geheizt/gekühlt

Uni-Kliniken in:	Energy (MWh/year)			CO <sub>2</sub> e (kg/year)		
	Vancouver	Minneapolis	Oxford	Vancouver	Minneapolis	Oxford
Heating	2518	2204	6971	514 340	610 702	2 283 426
Cooling	66	357	1312	1523	195 629	787 149
Ventilation	449	1062	2045	10 317	581 938	1 104 386
Lighting*	236	177	313	5423	96 959	169 189
Plug-loads	113	56	..	2591	30 535	..
Total	3382	3856	10 641	534 194	1 515 763	4 344 150

CO<sub>2</sub>e=CO<sub>2</sub>equivalents. VGH=Vancouver General Hospital. UMMC=University of Minnesota Medical Center. JRH=John Radcliffe Hospital. \*At VGH and UMMC, theatre submetering included plug-loads and surgical spotlights, but not overhead lighting; overhead lighting is reported separately based on lighting audits; at JRH, all lighting was captured in theatre submetering, hence only one value is reported for both lighting and plug-loads.

**Table 2: Annual operating theatre energy requirements and greenhouse gas emissions**

Abbildung 1: Grundsatz der turbulenzarmen Verdrängungslüftung (Laminarfluss). Adaptiert nach *Frontiers of Architectural Research* 2013;2:468-75.



MacNeill, Lancet  
Planet Health (2017)

- Absenkung der Leistungen außerhalb der Regelarbeitszeit
- Umstieg auf erneuerbare Energien als Bezugsquellen für Spitäler



# Anästhesiemaschinen **im Standby**

	RUHEZUSTAND	AUSGESCHALTET	DELTA %
DRÄGER PRIMUS	75W	20W	<b>73%</b>
DRÄGER PERSEUS	63W	9W	<b>86%</b>
DRÄGER ATLAN	51W	6W	<b>88%</b>
DRÄGER INFINITY DELTA	34W	14W	<b>58%</b>
DRÄGER ANZEIGEMONITOR	35W	0,4W	<b>99%</b>
Computer (TC neu)	20-37W	3W	<b>85% - 92%</b>

Messungen Dr. A. Antos & Dr. L. Schindler 2022

## Energieeinsparpotential:

- Pro Narkosemaschine rund **500 kWh/Jahr**

(Anselm F, Schick A 2022)

 **Sorry, heute nur Bereitschaft.**

**#ActNow**

 **Einfach mal Abschalten!**

**#ActNow**

# Krankenhaus - Abfallentstehung



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN



# Müllvermeidung/-reduktion



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

	Waste (kg/year*)			CO <sub>2</sub> e (kg/year)		
	Uni-Kliniken in: Vancouver	Minneapolis	Oxford	Vancouver	Minneapolis	Oxford
Municipal solid waste	111 255	105 975	83 060	438 167	423 060	327 122
Hazardous waste	21 933	9 374	81 121	63 028	26 938	233 122
Reusable textiles	178 176	87 120	33 597	53 336	52 248	12 419
Fluid waste	15 526	..	15 525	194	..	194
Sharps	1 793	1 076	9 698	4 913	2 980	44 229
Cytotoxic waste	902	598	..	4 114	2 728	..
Recycling†	30 991	10 154	4 620	85 264	26 913	11 445
Domestic waste	..	..	993	..	..	2 327
Transport‡	1 855	1 818	1 404	1 421	1 393	1 727
<b>Total</b>	<b>360 576</b>	<b>214 297</b>	<b>228 615</b>	<b>650 436</b>	<b>536 260</b>	<b>632 574</b>

10-20% des Gesamtfußabdruckes bzgl. CO<sub>2</sub>-Äquivalenten allein durch Müll

(MacNeill, Lancet Planeth Health 2017)

Bis zu 30% der 5 Mio Tonnen Abfall aus Hospitälern in den USA nur aus dem OP,

¼ davon aus der Anästhesie

(Babu, Neurosurgery 2019)

# Müllvermeidung im OP - *(Verbrauchs-) Materialien*

- Life Cycle Assessment (LCA)

- Wunsch: Herstellerangabe (CO<sub>2</sub>equivalente)

- Mehrweg- VS Einwegprodukte

- Mehrweg nachhaltiger: Larynxmaske, Laryngoskope + Spatel
- Einweg nachhaltiger: Beatmungsmaske, Schlauchsysteme
- **Mehrwegtextilien**: ↓60-80% Energie, Treibhausgase, Wasser, Müll
- Fertig abgepackte **Sets** (ZVK, Regionalanästhesie, ... )



LCA, Philips Innovation Services

# Einweg und Mehrweg - Narkoseschläuche

## Dräger



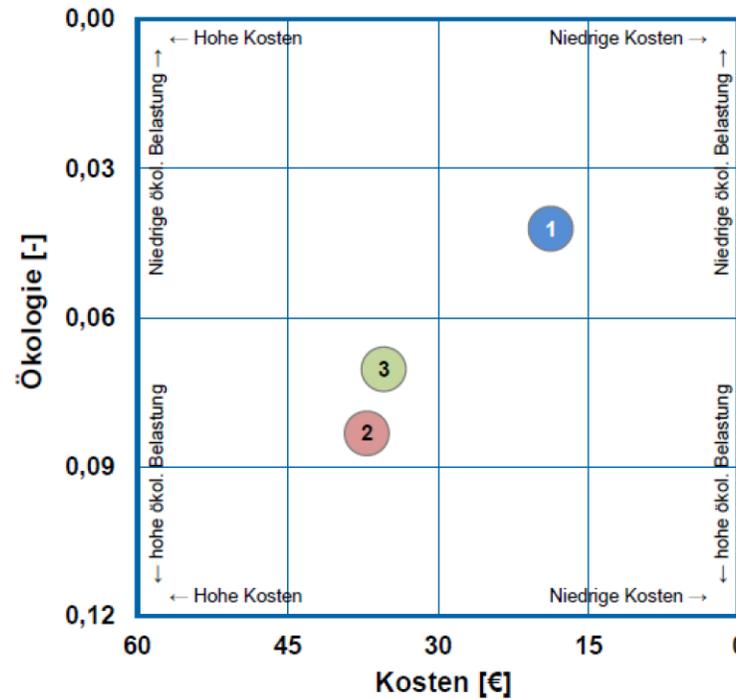
Punkt 01

Schlauchsysteme  
(Anästhesie-Set)



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

### Ökoeffizienzanalyse:



- 1 Einwegprodukt
- 2 Mehrwegprodukt, verpackt im Container sterilisiert
- 3 Mehrwegprodukt, verpackt in Folie sterilisiert

- **Einweg: bessere Ökoeffizienz als Mehrweg**
  - Kosten Einweg: ca. 47 – 50 % geringer als Mehrweg
  - Umweltbelastung: Einweg ca. 40 – 49 % geringer als Mehrweg
  - Aufbereitungszyklen Mehrweg: 200
  - EW/MW Einsatz: über 7 Tage bei vier Operationen am Tag

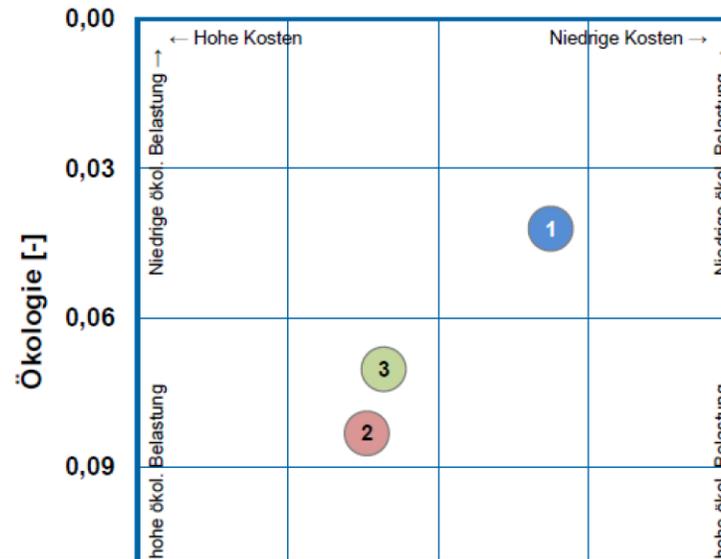
# Einweg und Mehrweg - Narkoseschläuche

## Dräger



Punkt 01

### Ökoeffizienzanalyse:



- 1 Einwegprodukt
- 2 Mehrwegprodukt, verpackt im Container sterilisiert
- 3 Mehrwegprodukt, verpackt in Folie sterilisiert

- Einweg: bessere Ökoeffizienz als Mehrweg
- Kosten Einweg: ca. 47 – 50 % geringer als Mehrweg
- Umweltbelastung: Einweg ca. 40 – 49 % geringer als Mehrweg

## ➤ Fazit gesamt:

Klares „Pro Einweg“ aus ökologischer, ökonomischer sowie hygienerelevanter Sicht



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Einweg und Mehrweg - Narkoseschläuche



**PNAI**  
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# ÖGGSV

## Österreichische Gesellschaft für Sterilgutversorgung

Empfehlung E 12

Dezember 2021

### Aufbereitung von Kreissystemen von Narkosebeatmungsgeräten

*Bei Einhaltung dieser Maßnahmen kann das Narkoseschlauchsystem beim aktuellen Wissensstand bis zu 7 Tagen eingesetzt werden, sofern es seine übrige Funktionalität, z.B. Dichtigkeit, weiterhin erfüllt und es der Hersteller in der Gebrauchsanweisung gestattet. Des Weiteren gelten uneingeschränkt die Empfehlungen zur Prävention der nosokomialen Pneumonie.*



**PNAI**

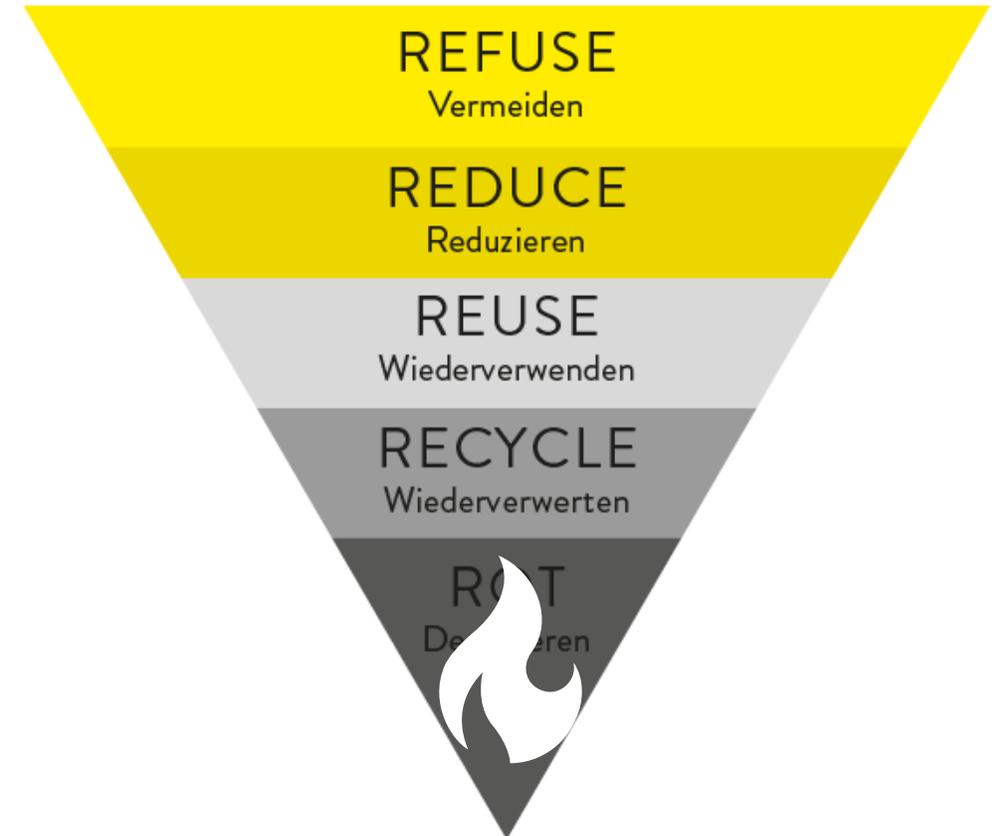
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Müllvermeidung

- **5R:** Grundsatz
- **Mülltrennung** auch im OP inkl. Anästhesie
  - Müll pro OP: 7,6-16,4 kg
  - Blutige/kontaminierte Bestandteile = immer Restmüll
  - Regelmäßige **Schulungen** des Personals für korrekte Mülltrennung
- **Medikamentenmanagements/-verwurf**
  - Fertigspritzen: z.B. Atropin, Adrenalin

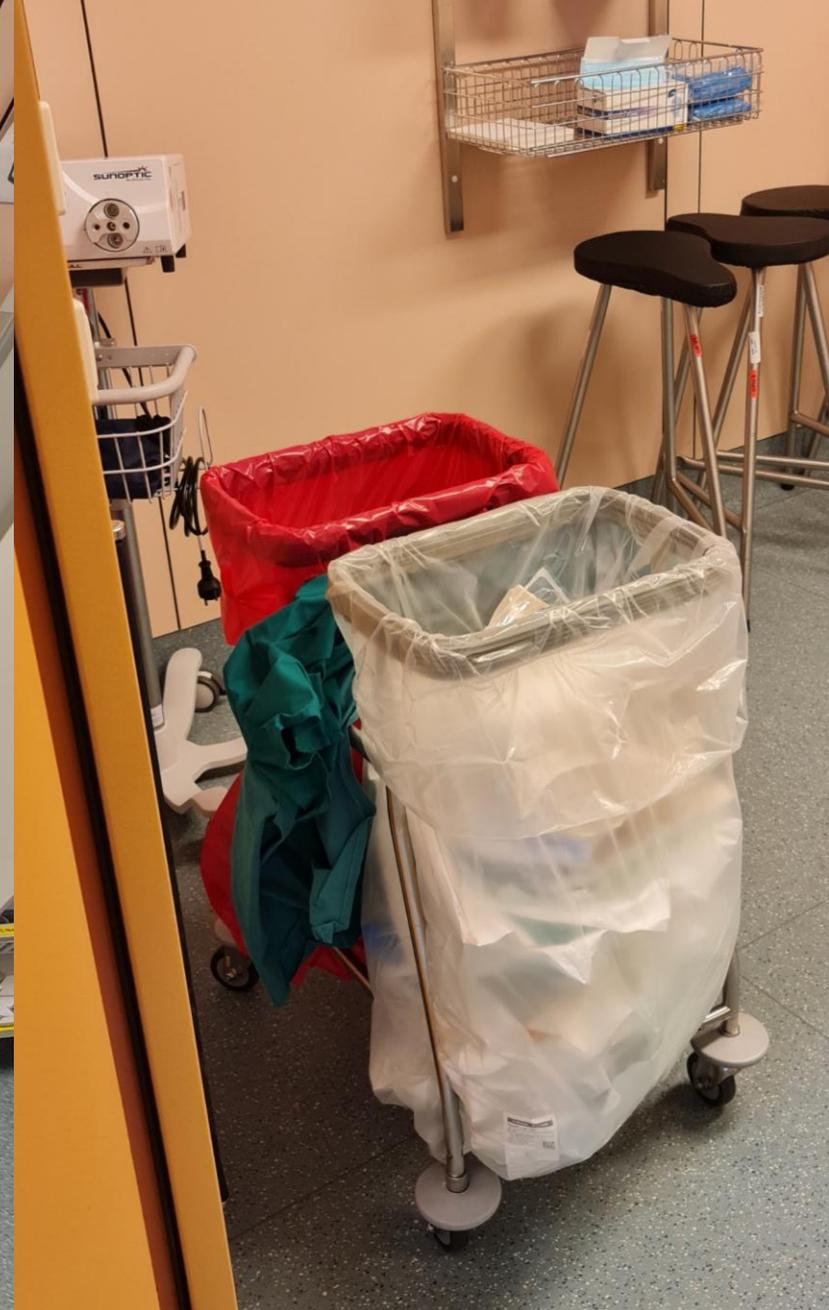


<https://www.aguettant.de/>



<https://mueller-steinag.ch/nachhaltigkeit/fokusbereich-umwelt/>

- Ein Ort mit Notfallmedikamenten für mehrere OPs?



## Verpackungen

Folien, Kunststoffflaschen,  
Sterilgutverpackungen



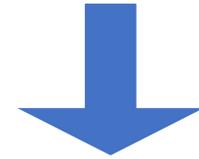
## Papier/Karton

Medikamentenschachteln  
(Albumin, Fibrinogen, Cofact)



## Weißglas

Infusionsflaschen



## Sharp

Verletzungsgefährliche  
Abfälle: Kanülen, Skalpelle,  
Nadeln



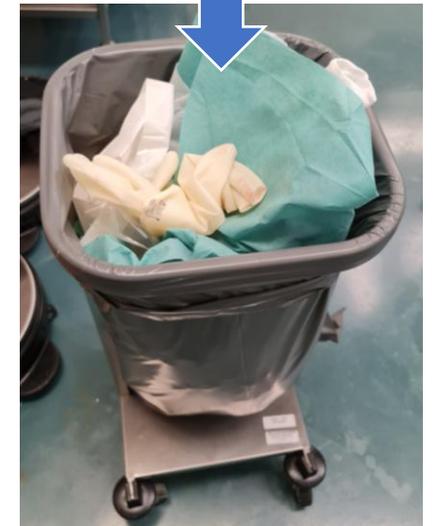
## Metall

Alufolie, Getränkedosen,  
Verschlüsse



## Abfall

Einwegartikel: Spritzen,  
Schlauchsysteme, Handschuhe;  
**blutige** Verpackungen





**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Zusammenfassung

## • Inhalationsanästhesie

- **Frischgasfluss** so niedrig wie möglich
- **kein Desfluran und Lachgas**
- wenn möglich: **Volatile auffangen und recyceln**

## • iv-Medikamente

- Verwurf reduzieren
  - so wenig wie möglich standardisiert aufziehen
  - Bedarfsorientierte Perfusormischungen
- **Fertigspritzen** für Notfälle



# Zusammenfassung

## • Fertigsets

ZVK, Regionalanästhesie, Blasenkatheter

- auf nicht notwendige Dinge checken
- auf selten genutzte/unnötige Dinge verzichten  
(nur im Bedarfsfall)



# Zusammenfassung

## • Energiesparen

- **AGFS** nach Dienstbetrieb **ausstecken** oder auf AGFS verzichten und Volatile auffangen
- Nicht genutzte Geräte und Licht (Narkosemaschinen, Monitore, Computer, Drucker, ...) ausschalten
- Verwendung Bewegungsmelder



# Zusammenfassung

## • Abfallmanagement

- Mülltrennung an regionale Anbieter anpassen
- Medikamentenabfälle getrennt sammeln
- Blutige Materialien = Restmüll



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Umsetzung

- Klimabeauftragte oder interdisziplinäre „green teams“
- Kurse und Schulungen für Personal auf allen Ebenen
- Berichte/Newsletter für Erfolgsmeldungen



# Kontakt

- **Plattform für Nachhaltigkeit in Anästhesie und Intensivmedizin in der ÖGARI**
  - <https://www.oegari.at/nachhaltigkeit>
    - Positionspapier der ÖGARI
    - ÖGARI Infokompakt Recycling volatiler Anästhetika (Schindler 2023)
  - [nachhaltigkeit@oegari.at](mailto:nachhaltigkeit@oegari.at)
- **Arbeitsgruppe Nachhaltigkeit in der Anästhesie der Medizinischen Universität Wien / AKH Wien**
  - [grueneanaesthesie@meduniwien.ac.at](mailto:grueneanaesthesie@meduniwien.ac.at)



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

Danke für die  
Aufmerksamkeit

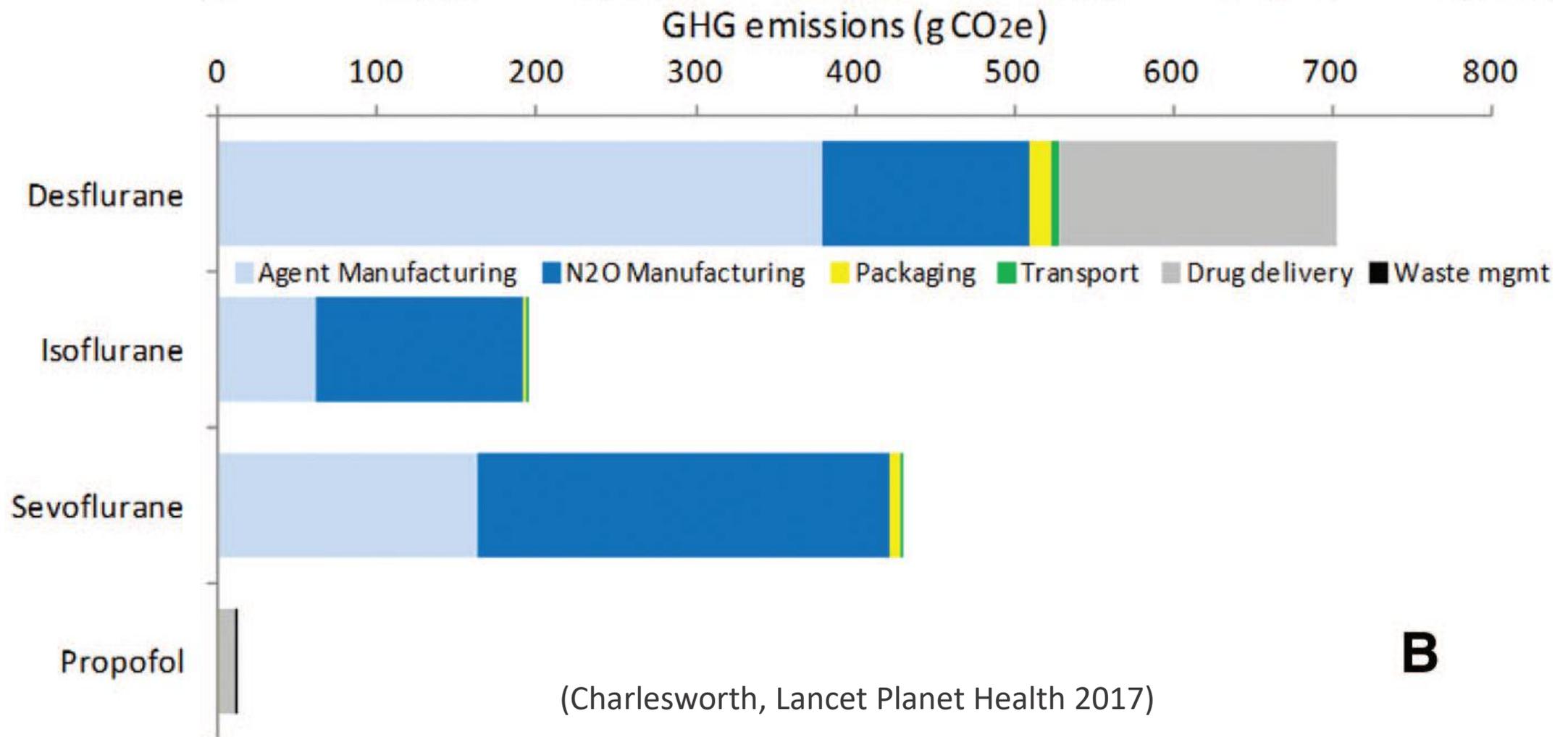
Fragen?



**PNAI**

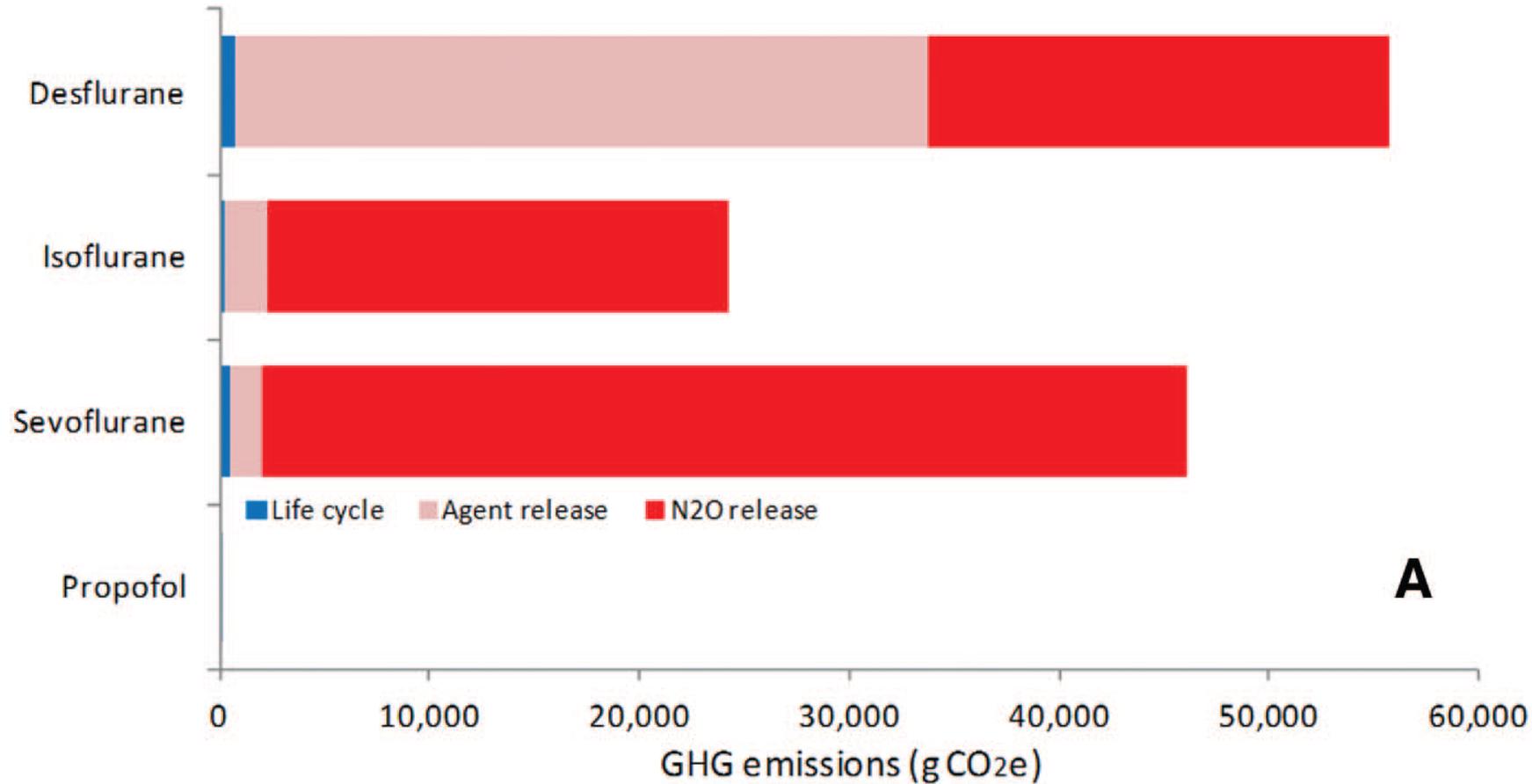
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Volatile – CO<sub>2</sub>-Fußabdruck Herstellung, Transport, Verbrauch



(Charlesworth, Lancet Planet Health 2017)

# Volatile – der gesamte CO<sub>2</sub>-Fußabdruck



Weltweit 2014 **3 Mio Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente** durch Volatile, Tendenz steigend,  
80% nur durch Desfluran (Charlesworth, Lancet Planet Health 2017)



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

- **R = Reduce (Avoid)**
  - **R = Reuse**
  - **R = Recycle**
  - **R = Reprocessing**
  - **R = Rethink/ Research**
- z. B. aufgezogene Medikamentenspritzen, Fertigspritzen, Beatmungsschläuche länger nutzen, Fertigsets restriktiv bestücken, Papierdruck und –nutzung reduzieren
  - Mehr Mehrwegprodukte (Textilien, LAMAs, Laryngoskope, Medi-Schalen, Hygiene beachten), Aufbereitung unter Berücksichtigung der Energiequelle (Kohlekraftwerke)
  - Papier, Karton, Glas, Plastik, Metall, lokale Gegebenheiten klären, Aufklärung der Mitarbeiter und korrekte Trennung notwendig
  - Geräte/Messapparate mit nicht-kritischem (Haut) Kontakt können dauerhaft verwendet/repariert/ gebraucht gekauft werden (Blutdruckmanschetten, Pulsoxyclops)
  - Mehr Forschung, Klimabeauftragte für Kliniken, spezielle Schulungen für Mitarbeiter, regionale Küche, Kongressreisen!



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Was können wir konkret tun?

## • Reuse:

- so häufig wie möglich multiple-use-devices sofern nach life cycle assessment sinnvoll
- Equipmentwahl: Vergleiche der Lebenszeitanalysen/-verbrauchs (vom Hersteller geben lassen)
- ggf. aufbereitete (refurbished) Geräte (Hersteller suchen)
- nur bei Herstellern kaufen, die die Geräte zurücknehmen und recyceln
- **Spenden:** nicht mehr benötigte Geräte und Materialien spenden statt wegschmeißen