



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Nachhaltigkeit in Anästhesie und Intensivmedizin

Janett Kreuziger

Univ.-Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
Medizinische Universität Innsbruck



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Carbon Footprint

- 4-5% aller Treibhausgasemissionen durch Gesundheitswesen global
  - Das ist mehr als Schiffs- und Flugverkehr zusammen (Bhopal, BMJ 2021)
  - In westlichen Industrieländern sogar bis zu ca. 8%
  - 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



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Umweltbelastung durch Operationen

### Anästhesie

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

### Chirurgie

- Verpackungen
- Single use vs.
- Sterilisationsverfahren

### Räumlichkeiten

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

Anderes: Bauen  
Transport

3



**PNAI**

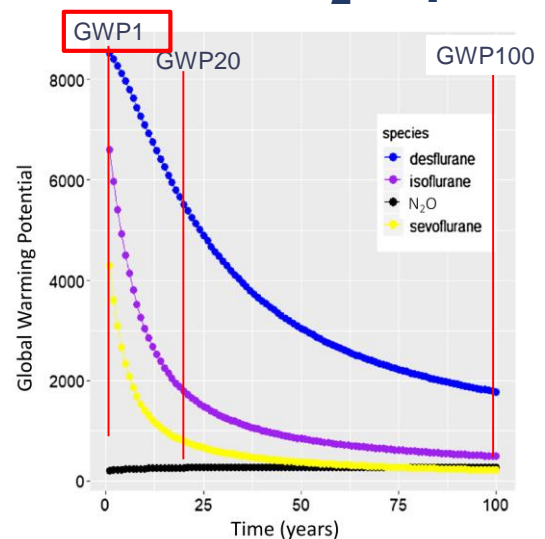
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile = F(C)KW Klimawirksamkeit in CO<sub>2</sub>-equiv

### Überdauern in der Atmosphäre

- Lachgas **114 Jahre**
- FCKWs 50-100 Jahre
- CO<sub>2</sub> 5-200 Jahre
- Desfluran 9-21 Jahre
- Isofluran 2,6-6 Jahre
- Sevofluran 1,1-5,2 Jahre
- Halothan 1-7 Jahre

(Varughese Anesth&Analg 2021,  
Schuster Anästh Intensivmed 2020)





**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile = F(C)KW Wahl des Anästhetikums

### Ein Vergleich dreier universitärer Zentren

- USA/Kanada: hauptsächlich **Desfluran + Lachgas**  
→ **63/51% des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes** der Kliniken
- Großbritannien: nur **Sevofluran** → **4% des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes** der Klinik (MacNeill, Lancet Planet Health 2017)
- Deutschland (Augsburg): nur noch Sevofluran, auch bei Adipösen mit BMI>40 → keine relevanten Nachteile (Bolkenius, Dt. Ärzteblatt 2021)



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile Anästhetika – 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 )

|                  | 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    |

6



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile Anästhetika – Scavenger-Systeme

- Zentral und dezentral
- Zentrale Auffang-Anlagen: Pneumatik Berlin, Blue Zone, Kanada



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



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile Anästhetika – Scavenger-Systeme

- Zentral und dezentral
- dezentral: Contrafluran, Luckenwalde (Dtl.), Blue Zone, Kanada, Sagetech Medical, Devon, UK



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



**SAGETECH**  
MEDICAL

**ZeoSys**  
Medical GmbH  
Wir schützen  
Mensch und Umwelt





**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – erste Daten

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,



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – Grundlegend

## Verhältnis von $Mac_{awake}$ und $Mac_{50}$ üblicher Inhalationsanästhetika

|            | $Mac_{50}$ 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 % |

Chortkoff et al. Anesth Analg 1995; Jones et al, Anesth Analg 1990, Gross et al. Anesth Analg 1988, Gaumann et al. BJA 1992; Dwyer et al. Anesthesiology 1992; Katoh et al. Anesth Analg 1993



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – Voraussetzung

- Bestell-, Lagerungs- und Abholungslogistik
- Personalschulung
- Klärung Lachgas und AGFS
- Zulassung für recycled drug vorhanden, Kooperation mit Baxter
- Kombination mit jedem Respirator möglich (keine neue Zulassung!)
- Technischer Dienst muss mitmachen
- Gerät muss im „**Passivmodus**“ sein



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## 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-<br>gerätehersteller | möglich                      | möglich mit Umrüstsatz                                   | nicht möglich |
|---------------------------------|------------------------------|--|---------------|
| <b>Dräger</b>                   | Primus, Fabius, Zeus, Apollo | Perseus, Atlan   | -             |
| <b>GE</b>                       | -                            | Avance, Aisys, Aestiva, Aespire, Carestation 600/650/750 | -             |
| <b>Löwenstein</b>               | Leon/Leon Plus               | -  | -             |
| <b>Mindray</b>                  | Alle Modelle                 | -  | -             |
| <b>Getinge</b>                  | -                            | Flow-i   | -             |
| <b>Dameca Philips</b>           | -                            | -  | Alle Modelle  |



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – Energie

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



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Volatile - Dezentrales Auffangen und Recycling – Energie

| Druckluftverbrauch pro AGFS-Anschluss [l/min] | Kumulativer Jahresverbrauch wenn 24 h/7 d angesteckt [m³/a] | Druckluftproduktion [kWh/m³] | Jahres-Energieverbrauch pro AGFS-Anschluss [kWh] | Jahres-Kosten bei 0,30 €/kWh |
|---|---|------------------------------|--|------------------------------|
| 14<br>x 60 min x 24 h x 365 d                 | 7.358   | 0,19 (Info Dräger/Essen)     | 1.398  | 420                          |
|   |   | 0,33 (Feldkirch 2021-22)     | 2.428  | 729                          |
|   |   | 0,55 (Feldkirch 2019-21)     | 4.047  | 1.215                        |
| 20  | 10.512  | 0,19                         | 1.997  | 600                          |
|   |   | 0,33                         | 3.469  | 1.041                        |
|   |   | 0,55                         | 5.782  | 1.735                        |
| 40  | 21.024  | 0,19                         | 3.995  | 1.199                        |
|   |   | 0,33                         | 6.938  | 2.082                        |
|   |   | 0,55                         | 11.563   | 3.469                        |
| 80  | 42.048  | 0,19                         | 7.990  | 2.397                        |
|   |   | 0,33                         | 13.876   | 4.163                        |
|   |   | 0,55                         | 23.127   | 6.939                        |



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Raumluftanlagen – Heizen und Kühlen

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

|             | Energy (MWh/year) |           |                    | CO <sub>2</sub> e (kg/year) |           |           |
|-------------|-------------------|-----------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
|             | Uni-Kliniken in   | Vancouver | Minneapolis Oxford | VGH                         | UMMC      | JRH       |
| 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**

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

MacNeill, Lancet  
Planet Health 2017



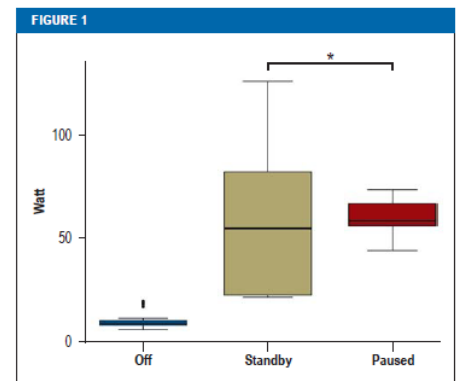
**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Anästhesiemaschinen im Standby

- **Hoher Energiebedarf** der Anästhesiemaschinen im **standby- und paused-Modus**
- Maschinen nach dem Dienstbetrieb – wo möglich – ganz ausschalten
- **Energieeinsparpotential:**
- **Pro Maschine rund 500 kWh/Jahr**

(Anselm F, Schick A 2022)



**FIGURE 1**  
Power consumption in watt of anesthesia machines in different modes. Box plots represent the 25th–75th percentiles with medians (horizontal line), n = 285, \*p < 0.01 versus off

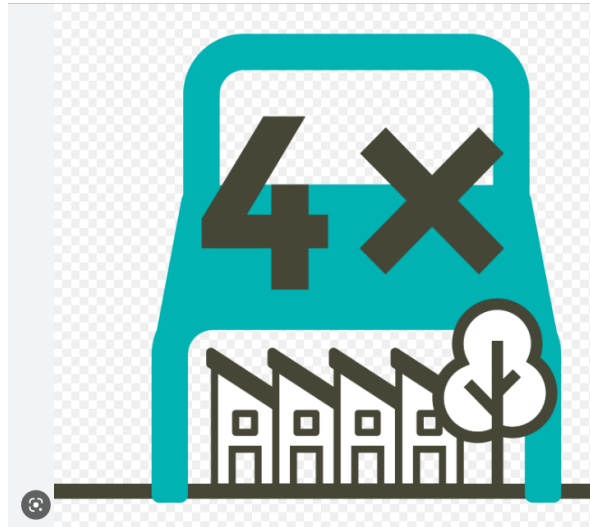




**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Krankenhaus - Energieverbrauch



Zahl des Monats: Ein Klinikbett verbraucht jährlich so viel Energie wie vier Einfamilienhäuser – Abfallmanager Medizin



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## 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.

18



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!

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

| Drug          | PBT number |
|---------------|------------|
| Propofol      | 9          |
| Ondansetron   | 6          |
| Labelolol     | 6          |
| Buprenorphine | 6          |
| Midazolam     | 5          |
| Bupivacaine   | 5          |
| Fentanyl      | 4          |
| Metoprolol    | 4          |
| Ketorolac     | 4          |
| Mepivacaine   | 4          |
| Remifentanyl  | 4          |
| Ropivacaine   | 4          |
| Sugammadex    | 4          |
| Lidocaine     | 3          |
| Atracurium    | 2          |

- Persistenz, Bioakkumulation, Toxizität = PBT-Index

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].

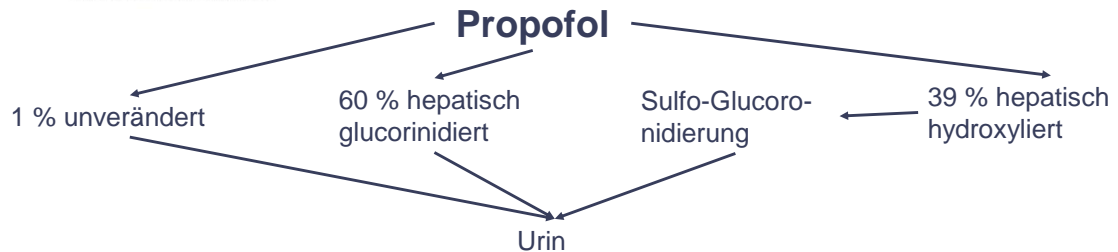
Van Norman, Curr Opin Anesthesiol 2020  
Sherman, Anesth Analg 2012



**PNAI**

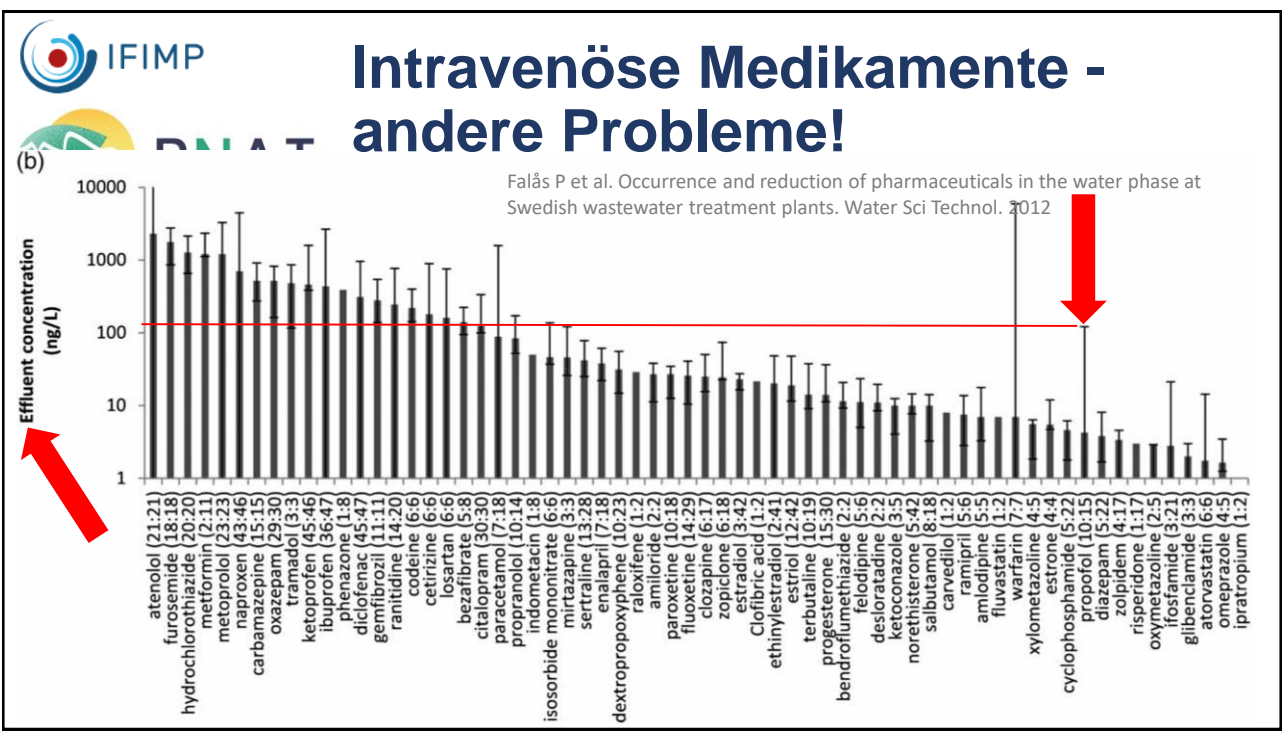
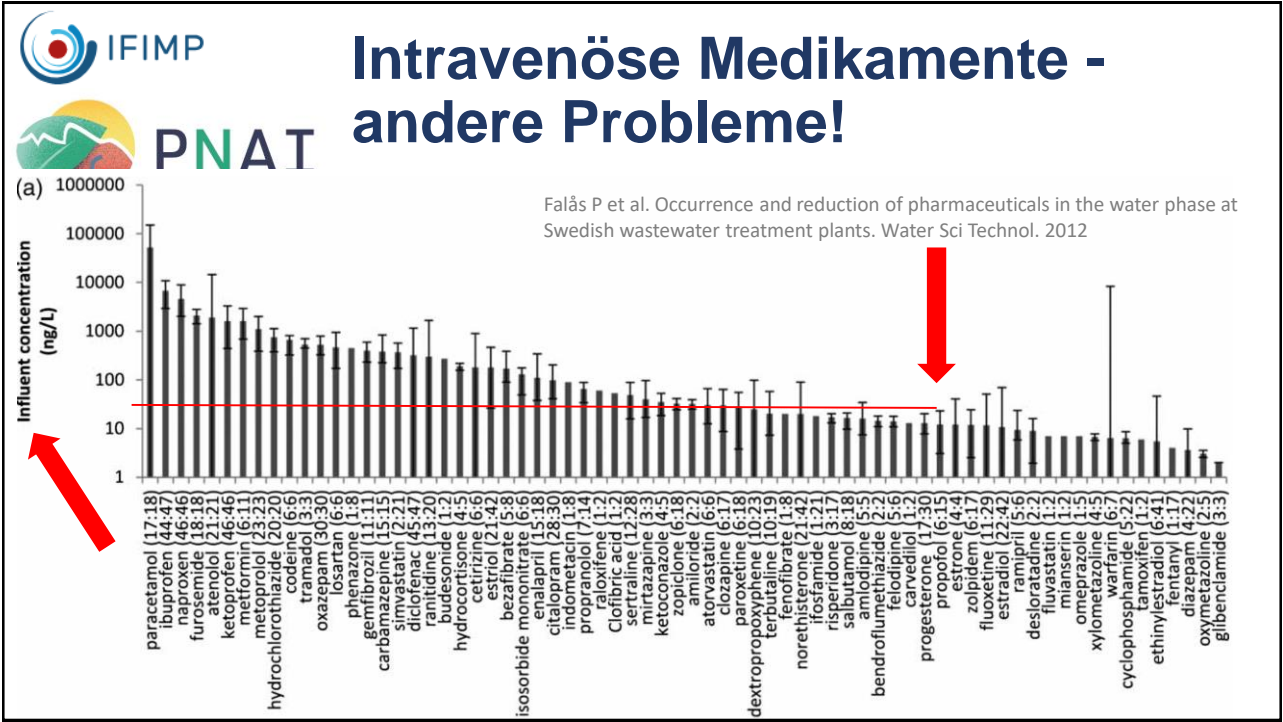
PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



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

lkb.at, © Georg Hermann





# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



lkb.at, © Georg Hermann

**Deglucuronidierung**

Propofol

Umwelt

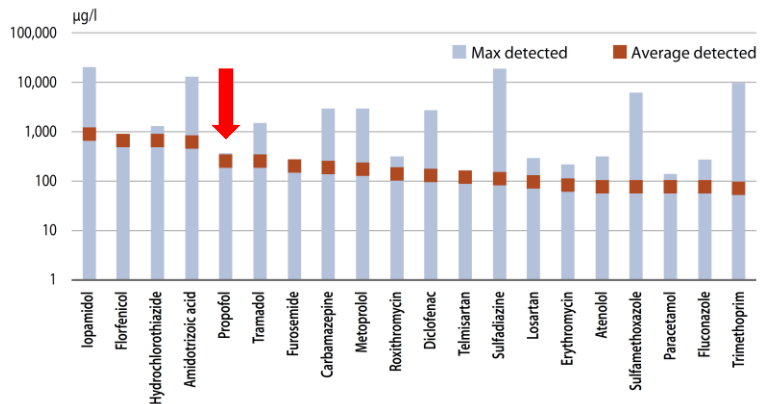
Favetta P et al. Propofol metabolites in man following propofol induction and maintenance. Br J Anaesth. 2002





# Intravenöse Medikamente - andere Probleme!



**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                                    |

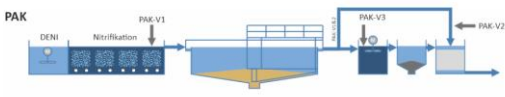



PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

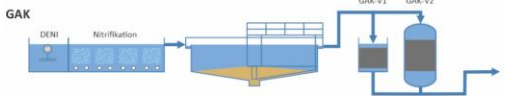
# Kläranlagen – neue EU-Vorschrift

(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)

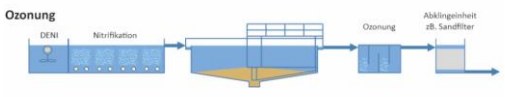
## Kläranlagen



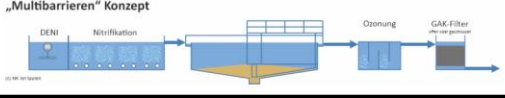
**PAK**



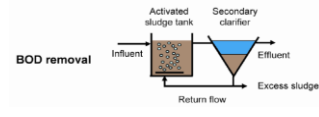
**GAK**



**Ozonung**



**„Multibarrieren“ Konzept**



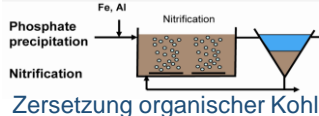
**BOD removal**

Activated sludge tank → Secondary clarifier

Influent → Effluent

Return flow → Excess sludge

Biological oxygen demand: Entfernung organischen Materials durch Absetzen



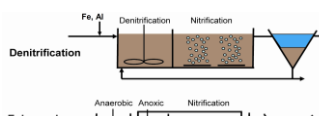
**Phosphate precipitation**

Nitrification

Fe, Al

Entfernung Phosphate und Zusatz Nitrit

Zersetzung organischer Kohlenstoffverbindungen

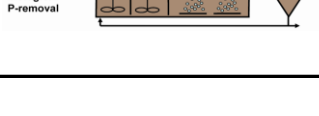


**Denitrification**

Denitrification → Nitrification

Fe, Al

Entfernung Nitrit, biologische Nachreinigung



**Enhanced biological P-removal**

Anaerobic → Anoxic → Nitrification

Nachbereitung Klärschlamm

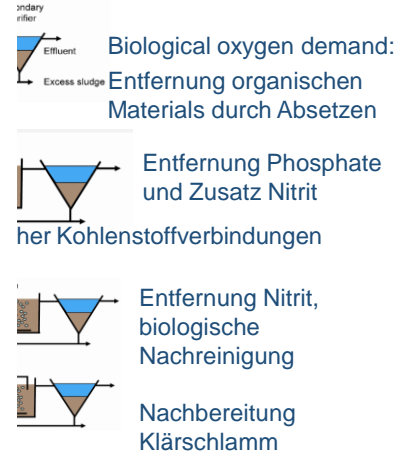
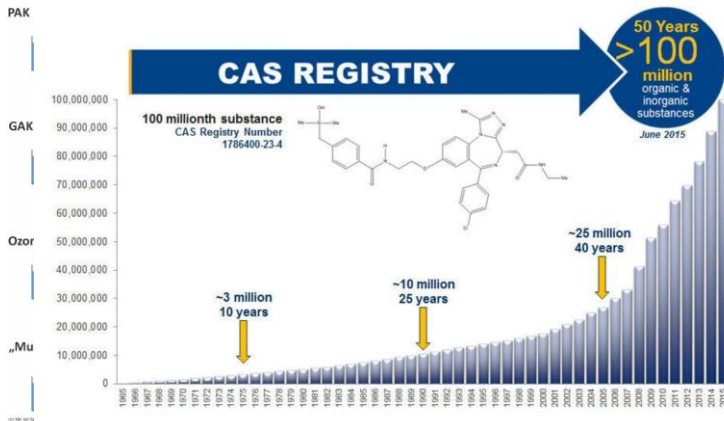




# Kläranlagen – neue EU-Vorschrift

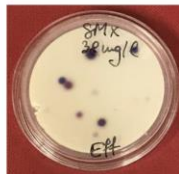
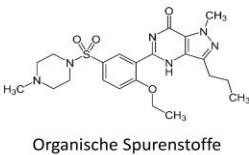
(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)

Kli



# Kläranlagen – neue EU-Vorschrift

(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)



## • 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.



DNAT

Organische Spurenstoffe

# Kläranlagen – neue EU-Vorschrift

TU



## • Organische Spurenstoffe im <math>< \mu\text{/I}</math> Bereich

### – Industriechemikalien

Lösungsmittel; Additive zu Kunststoffen; Reinigungsmittel; Flammenschutzmittel; Korrosionsinhibitoren; Tenside; Konservierungsmittel, ...

### – Konsumenten und Gesellschaft

pharmazeutische Wirkstoffe; Hygieneartikel; Waschmittel; künstliche Süßstoffe; Geruchstoffe; ...

### – Produkte mit gewünscht adverser Wirkung

Pestizide; Antibiotika; Desinfektionsmittel; ...

(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)



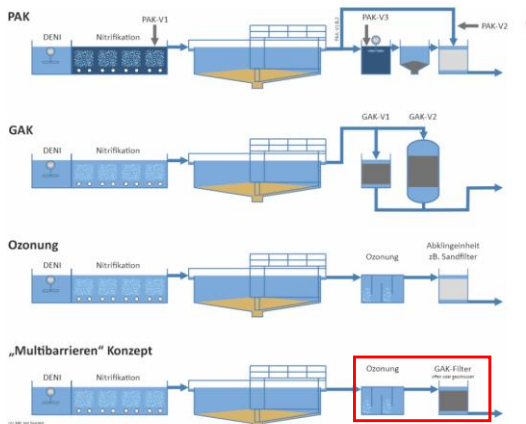
PNAI

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

# Kläranlagen – neue EU-Vorschrift

(© Prof. Kreuzinger, TU Wien)

## Kläranlagen 4.0



## „weitergehende Abwasserreinigung“

- Wissenschaftliche Befassung seit ~ 2000 (Hormone im Abwasser) and:
- Gegenwärtige Verabschiedung der aktualisierten EU – kommunalen Abwasserrichtlinie rate
  - 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 - Abfallentstehung



## Müllvermeidung/-reduktion

|                       | Waste (kg/year*)          |             |        | CO <sub>2</sub> e (kg/year) |        |        |
|-----------------------|---------------------------|-------------|--------|-----------------------------|--------|--------|
|                       | Uni-Kliniken in Vancouver | Minneapolis | Oxford | iH                          | UMMC   | JRH    |
| Municipal solid waste | 111255                    | 105975      | 83060  | 438167                      | 423060 | 327122 |
| Hazardous waste       | 21933                     | 9374        | 81121  | 63028                       | 26938  | 233122 |
| Reusable textiles     | 178176                    | 87120       | 33597  | 53336                       | 52248  | 12419  |
| Fluid waste           | 15526                     | ..          | 15525  | 194                         | ..     | 194    |
| Sharps                | 1793                      | 1076        | 9698   | 4913                        | 2980   | 44229  |
| Cytotoxic waste       | 902                       | 598         | ..     | 4114                        | 2728   | ..     |
| Recycling†            | 30991                     | 10154       | 4620   | 85264                       | 26913  | 11445  |
| Domestic waste        | ..                        | ..          | 993    | ..                          | ..     | 2327   |
| Transport‡            | 1855                      | 1818        | 1404   | 1421                        | 1393   | 1727   |
| Total                 | 360576                    | 214297      | 228615 | 650436                      | 536260 | 632574 |

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 )





**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Müllvermeidung im OP

- **Re-Organisation des Medikamentenmanagements**
  - Fertigspritzen
  - Ein Ort mit Notfallmedikamenten für mehrere OPs?
- **Genauere Auftrennung** zwischen kontaminierten (=blutigen) und nicht-kontaminierten Materialien
- Regelmäßige **Schulungen** des Personals für korrekte Mülltrennung
- **Fertigsets** (ZVK, Regionale, Blasenkath.) „ausmisten“

33



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Müllvermeidung im OP

- Einweg- vs. Mehrweg-Produkte **vs. Hygiene**
- z. B. LAMAs, Beatmungsmasken, Schalen, Atemwegsschläuche (7 d), Laryngoskope und Spatel, Blutdruckmanschetten, Pulsoxy
- Es braucht Lebenszyklus-Analysen (life cycle assessment, LCA) für alle Produkte inkl. Medikamente und Geräte

34

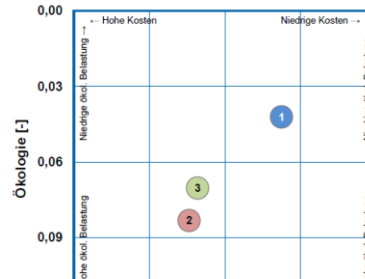


## Einweg und Mehrweg



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



## Müllvermeidung im OP

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.

Das **Schlauchsystem und der Handbeatmungsbeutel** werden sofort im Anschluss an die jeweilige Narkose gewechselt, wenn folgende Situation einschließlich des Verdachts darauf vorliegt:

- meldepflichtige Infektionskrankheit mit Übertragungsmöglichkeit durch das Schlauchsystem und den Handbeatmungsbeutel, z.B. Tuberkulose, akute Virushepatitis, Masern
- Infektion und/oder Kolonisation mit einem dokumentationspflichtigen multiresistenten Erreger, z.B. MRSA, VRE, ESBL
- Infektion der oberen bzw. tiefen Atemwege



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Zusammenfassung

### • Inhalationsanästhesie

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

### • iv-Medis

- so wenig wie möglich standardisiert aufziehen
- **Fertigspritzen** für Notfälle

37



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Zusammenfassung

### • Energiesparen

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

38



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Mitmachen

- Klimabeauftragte oder „green teams“ in Abteilungen und Krankenhäusern
- Kurse und Schulungen für Personal auf allen Ebenen
- Berichte für Erfolgsmeldungen
- Kreativteams mit lokalen Ideen
  - Verkehrskonzepte, vegetarische Küche, Medikamentenkonzepte, online-Medizin

39



**PNAI**

PLATTFORM NACHHALTIGKEIT IN  
ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

## Wer sich engagieren möchte

- **Plattform für Nachhaltigkeit in Anästhesie und Intensivmedizin**
- <https://www.oegari.at/nachhaltigkeit>
- [nachhaltigkeit@oegari.at](mailto:nachhaltigkeit@oegari.at)
- Positionspapier der ÖGARI



Fragen?  
Anregungen?