

# Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Narkosegasfiltersysteme

**15. Krankenhaus-Umwelttag NRW – digital – 09.11.2021**

**Dr. med. Stephanie Snyder-Ramos**

**Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin**

**Klimamanagerin Krankenhaus Salem Heidelberg**

**Ev. Stadtmission Heidelberg**

# Gliederung

- Rolle der Krankenhäuser im Klimawandel
- KLIK green-Projekt (und Tipps zur Realisierung von Klimaschutzmaßnahmen)
- KLIK green im Krankenhaus Salem
- Einsatz von Narkosegasfiltern im OP
- Ausblick



# Rolle der Krankenhäuser im Klimawandel

- Anthropogen induzierte THG-Emissionen verursachen rasanten Klimawandel
- Gesundheitssektor: an 5. Stelle der CO<sub>2äq</sub>-Emissionen in BRD (5-10% der globalen TGH-Emissionen)
- 1 Krankenhausbett verbraucht so viel Energie wie 3-4 Einfamilienhäuser
- Klimadruck zunehmend → globaler Anstieg an Krankheiten, Unfällen, Konflikten; Verlust an Biodiversität
- Planetary Health: Health care without harm; Klimaschutz = Patientenschutz
- Klimakrise ist ein „medizinischer Notfall planetaren Ausmaßes“ (Prof. Gabrysch, Charité)  
d.h. Mediziner besonders (mit)verantwortlich für Klimaschutz

ABER: Was tun? Wie Klimaschutz und Heilkunst miteinander verbinden?



# Projekt KLIK green

„KLIK green“ = Klimamanagement im Krankenhaus“

- Im Rahmen des Klimaplanes der Bundesregierung zur Senkung der CO<sub>2äq</sub>-Emissionen
- Laufzeit bis April 2022
- Ziel: 100.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente zu sparen - mit bereichsübergreifende Klimaschutzmaßnahmen
- Qualifizierung von Klinikmitarbeitern zu Klimamanagern (über fachliche Schulungen und Themen-Workshops)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Projekt KLIK green

- Festlegung von allgemeinen Klimaschutzzielen (auch in Klinikleitlinien)
- Identifizierung, Planung und Umsetzung von konkreten Maßnahmen zum Klimaschutz/ CO<sub>2äq</sub>-Reduktion
- Bereiche: Schwerpunkt gering-investive Maßnahmen im Energiesektor; sowie Ressourcenverbrauch, Beschaffung, IT, Mobilität, Abfallvermeidung, Speisenversorgung, Nutzerverhalten, Gebäude etc.
- Gründung Green-Teams: interdisziplinäre Multiplikatoren, unterstützen Realisierung der Maßnahmen
- Unterstützung durch KLIK green: Personelles Coaching, Telefonsupport, Hilfe bei Recherche und Anträgen von Fördermitteln, fachliche Expertise, Netzwerke zwischen Klimamanagern, Maßnahmen-Datenbank im Internen Bereich u.v.m.

# Projekt KLIK green

KLIK-Datenbank: umgesetzte Maßnahmen (Screenshot KLIK green Webseite [www.klik-krankenhaus.de](http://www.klik-krankenhaus.de))



The screenshot displays the KLIK green website's search interface. At the top, the KLIK GREEN logo is prominently featured against a blue sky background. Below the logo, a navigation bar includes links for 'Startseite', 'Das Projekt', 'Termine & Aktuelles', 'Presse', 'KLIK-Netzwerk', 'KLIK-Datenbank' (which is highlighted), and 'Klima- & Gesundheitsschutz'. The main content area is divided into a left sidebar and a central search section. The sidebar contains the text 'Informationen zur KLIK-Datenbank' and a section titled 'Suche nach Maßnahmen' with the instruction 'Maßnahmen eingeben'. The central search section, titled 'Suche', contains several search criteria: 'Kategorie', 'Bettenzahl', 'Versorgungsart', 'Trägerschaft', 'Investition', 'Jahr der Maßnahme', and 'Suchbegriff'. Each criterion is followed by a dropdown menu labeled 'Bitte wählen' or a text input field. At the bottom of the search section, there are two buttons: 'Anzeigen' (highlighted in green) and 'Zurücksetzen'. Below the search section, the text '344 Treffer' indicates the number of results found.

# Projekt KLIK green

- Quartalsberichte zu Maßnahmen an KLIK green
- Bilanzierung der CO<sub>2äq</sub> durch KLIK green

Fazit: **Klimaschutz und Health Care sind vereinbar =  
Krankenhaus macht Klimaschutz**



**ANMELDESTAND ERREICHT**



**Kliniken beteiligen sich am Projekt**



*Mehrwert für Kliniken:*

- Beitrag zum Klimaschutz
- Kostenreduktion (Energiekosten bis -10%)
- Gute Außenwirkung/ PR
- Vorbildfunktion
- Zertifizierung: BUND-Gütesiegel möglich



# Tipps zur Realisierung von Klimaschutzmaßnahmen

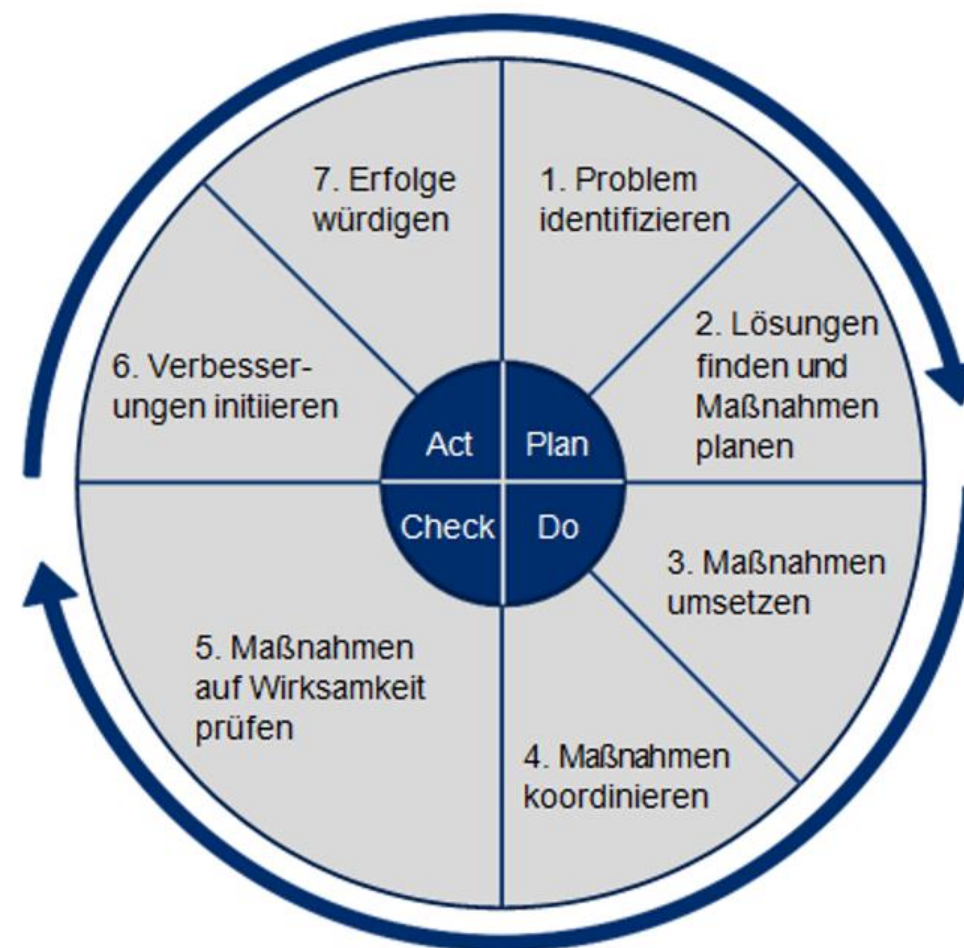
Maßnahmen festlegen/ formulieren nach dem **SMART-Prinzip**:





# Tipps zur Realisierung von Klimaschutzmaßnahmen

Maßnahmen umsetzen:  
nach dem PDCA-Prinzip



# Tipps zur Realisierung von Klimaschutzmaßnahmen

## Maßnahmen finanzieren:

1. Amortisierung: Refinanzierung nach gewisser Zeit (z.B. LED) = kostenneutral
2. Direkte Einsparung: z.B. Einführung Niedrigflusssnarkose; Überschuss für neue Maßnahme blocken = „Selbstläufer“, unabhängig von externer Finanzierung
3. Fördermittel beantragen (Stadt, Länderebene, Bundesebene; z.B. Webseite KLIK green, Fördermittel-Kompass der BAFA – [www.bafa.de](http://www.bafa.de), Stiftungen etc.

# KLICK green im Krankenhaus Salem



- Teilnahme bei KLICK green seit März 2020
- Klimaschutz in Krankenhaus-Leitlinie aufgenommen
- Projektteilnahme kommuniziert (Klinikinternes Heft, Fortbildungen, Patientenbroschüre, Chefarzt- und Stationsleitungskonferenzen, Zeitungsartikel etc.)
- Aufstellung eines Maßnahmenkatalogs (in Anlehnung an die Agenda der Global Green and Healthy Hospitals, GGHH)

<https://www.krankenhaus-salem.de>; [www.greenhospitals.net](http://www.greenhospitals.net)

## GGHH Agenda Goal Communities



Leadership



Chemicals



Waste



Energy



Water



Transportation



Food



Pharmaceuticals



Buildings



Purchasing

# KLiK green im Krankenhaus Salem



## Maßnahmenkatalog für KH Salem (nach Bereichen):

1. Geschäftsführung: Arbeitsgruppe Green-Team, Klimaschutz in Leitlinien, Homepage und Öffentlichkeitsarbeit
2. Chemikalien: Narkosegas-Recycling, Reinigungsmittel, Sondermüll
3. Abfall: Müllvermeidung und -trennung, Reduktion Lebensmittelabfälle
4. Energie: LED-Leuchten, Optimierung Klima- und Lüftungsanlagen, Austausch ineffizienter Komponenten
5. Wasser: Wasser- und Stromverbrauch bei Anschaffung neuer Maschinen beachten



# KLiK green im Krankenhaus Salem

## Fortführung Maßnahmenkatalog:

6. Mobilität: Ladestationen für E-Autos und E-Bikes, Anschaffung Pedelec, Jobticket, ggf. Jobbike
7. Essen: Anteil Bioprodukte und regionale Produkte erhöhen, Reduktion Fleischkost, Bioqualität bei Beilagen (z.B. Nudel)
8. Gebäude: Dämmung Fenster und Fassade (geplant), Wildblumenwiese, Nistkästen, Dachbegrünung
9. Einkauf: Recyclingpapier, bei Beschaffung *aller* Produkte auf Nachhaltigkeit achten (Reduktion von Einmalprodukten, Plastik)
10. Nutzerverhalten: Monatliche Spartipps, Mitarbeiterschulungen, Reminder an Türen, Plakate, Sticker...



# KLik green im Krankenhaus Salem

15 vorrangige Maßnahmen definiert:  
(Auszug aus Quartalsbericht)



Name der Einrichtung: Krankenhaus Salem (Stadtmission Heidelberg)  
Name Klimamanager\*in: Dr. Stephanie Snyder-Ramos  
Anzahl Planbetten 238

## Übersicht der Maßnahmen

| Nr.  | Maßnahmentitel                             |
|------|--|
| M 1  | Monatliche Spartipps (Plakate)             |
| M 2  | Fleischreduktion Patientenessen (Küche)    |
| M 3  | Aktion Fahr-Rad (Mobilität)                |
| M 4  | Recyclingpapier (Beschaffung/ Einkauf)     |
| M 5  | Ökostrom (Energie)                         |
| M 6  | PV-Minianlage (Energie)                    |
| M 7  | Narkosegasfilter (Technik)                 |
| M 8  | Narkosegas-Sparmaßnahmen (Nutzerverhalten) |
| M 9  | Monatliche Spartipps (Fortbildungen)       |
| M 10 | Mülltrennung                               |
| M 11 | Atemkalkrecycling                          |
| M 12 | Renovierung Außenfassade                   |
| M 13 | Klimaanlage Kreissaal 1-3                  |
| M 14 | E-Ladesäulen                               |
| M 15 | Schnelldampfkessel für Küche               |



# KLIK green im Krankenhaus Salem

- Auszug aus Quartalsbericht:  
Maßnahme 4: Recyclingpapier



Klimaschutzeffekt von Recyclingpapier: (bezogen auf 2500 Blatt im Vergleich zu herkömmlichem Papier):

**490 l weniger Wasserverbrauch**

**42 kWh weniger Energie**

**31 kg weniger Holz**

**2,5 kg weniger CO<sub>2</sub>äq-Emission**

(Quellen: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; „Blauer Engel“).

## Umsetzungsplan

## Maßnahme 4



Krankenhaus Salem (Stadtmission Heidelberg)

|   |  |
|---|--|
| <b>Maßnahmetitel:</b>                       | Recyclingpapier (Beschaffung/ Einkauf) |
| <b>Bereich:</b>                             | Beschaffung                            |
| <b>Investitionsart:</b>                     | Gering-investiv                        |
| <b>Beginn (inkl. Planung):</b>              | Aug 20                                 |
| <b>Ende:</b>                                | 01.04.2022                             |
| <b>Förderprogramm</b><br>(falls vorhanden): | keines                                 |

### Beschreibung der Maßnahme:

Einführung des Recyclingpapiers seit 18.08.2020 im Krankenhaus Salem, Verwaltung und in Villa Menge. Zuvor 2-wöchige Testphase auf einzelnen Stationen. Umstellung auf Recycling-Briefumschläge sowie Verpackungspapiere und Hygienepapiere noch ausstehend. Bis auf kleine Bereiche (Buchhaltung und offizielle Schreiben) wird das Recyclingpapier gut akzeptiert und eingesetzt. Parallel kann herkömmliches weißes Kopierpapier per Sonderbestellung bezogen werden. Klimaschutzeffekt von Recyclingpapier: (bezogen auf 2500 Blatt im Vergleich zu herkömmlichem Papier): 490 l weniger H<sub>2</sub>O, 42 kWh weniger Energie, 31 kg weniger Holz, 2,5 kg weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß. (Quellen: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; „Blauer Engel“).

### Zielsetzung:

Ersatz Frischfaserpapier durch Recyclingpapier. Kosten fast gleich (10 ct mehr pro 500 Blatt). Ca. 2,5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro 2500 Blatt Papier einsparbar gegenüber Frischfaserpapier (Quelle IFEU HD, Blauer engel). Verbrauch herkömmliches Papier 2018: 519 Karton (1 Karton=2500 Blatt), 2019: 530 Karton.

| Beteiligte Personen | Vor- und Nachname:         | Funktion:      |
|---------------------|----------------------------|----------------|
|                     | Dr. Stephanie Snyder-Ramos | KM             |
|                     | Herr Meurer                | Leiter Einkauf |

|   |                              |         |
|---|------------------------------|---------|
| <b>Geplante Kosten</b> (bei gering- und investiven Maßnahmen):            |                              |         |
| <b>Reale Kosten</b> (bei gering- und investiven Maßnahmen):               |                              |         |
| <b>Geplante Kostenersparnis:</b>  | 0,00                         |         |
| <b>Reale Kostenersparnis:</b>   | 0,00                         |         |
| <b>Amortisationszeit</b> (bei gering- und investiven Maßnahmen):          |                              | Jahre   |
| <b>Ressource:</b>   | Frischfaserpapier (in Blatt) |         |
| <b>Geplante eingesparte/ersetzte Menge:</b>                               | 1.325.000,00                 | Stück/a |
| <b>Reale eingesparte/ersetzte Menge:</b>                                  |                              |         |
| <b>Ersetzt durch folgende Ressource:</b>                                  | Recyclingpapier              |         |
| <b>Menge:</b>   | 1.325.000,00                 | Stück/a |
| <b>Beigefügte Dokumente:</b>  | IFEU Heidelberg              |         |
| <b>Vermeidung von CO<sub>2</sub>äq-Emissionen</b> (vom BUND auszufüllen): | 1,06                         | t/a     |

# KLik green im Krankenhaus Salem

- Auszug aus Quartalsbericht:  
Maßnahme 11: Atemkalkrecycling



## Umsetzungsplan      Maßnahme 11



Krankenhaus Salem (Stadtmission Heidelberg)

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>Maßnahmentitel:</b>                       | Atemkalkrecycling |
| <b>Bereich:</b>                              | Abfall            |
| <b>Investitionsart:</b>                      | Gering-investiv   |
| <b>Beginn (inkl. Planung):</b>               | ca. Mai 2021      |
| <b>Ende:</b>                                 |                   |
| <b>Förderprogramm<br/>(falls vorhanden):</b> | keines            |

### Beschreibung der Maßnahme:

Die Narkosegeräte sind ein halbgeschlossenes System, bei dem das ausgeatmete CO<sub>2</sub> über einen Atemkalkfilter aus dem Kreissystem ausgefiltert wird. Der Atemkalk ist nach ein paar Tagen ausgetauscht werden und gehört zur Sondermüllklasse 18 01 06 (Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche beinhalten). Die Entsorgung ist kostenintensiv und aufwendig. Dräger bietet eine Atemkalkentsorgung an, bei der Kalk hygienisch und umweltverträglich aufbereitet wird. Die Clic-Kartuschen werden wiederverwendet und der Atemkalk für z.B. landwirtschaftliche Bodenverbesserung verwendet. Momentan wird eine Kosten-Nutzen-Rechnung mit der Firma Dräger aufgestellt und den Kosten für den Sondermüll gegenüber gestellt.

### Zielsetzung:



# KLICK green im Krankenhaus Salem

## Einführung des Konzepts

### Klimafreundliche Narkose:

- nachhaltiger Gebrauch von Narkosegasen (Niedrigflussnarkosen)
- Narkosegasfilter

## Umsetzungsplan

## Maßnahme 7

Krankenhaus Salem (Stadtmission Heidelberg)

|  |                            |
|--|----------------------------|
| <b>Maßnahmentitel:</b>                       | Narkosegasfilter (Technik) |
| <b>Bereich:</b>                              | Ressourcenverbrauch        |
| <b>Investitionsart:</b>                      | Gering-investiv            |
| <b>Beginn (inkl. Planung):</b>               | 20.07.2020                 |
| <b>Ende:</b>                                 | 01.04.2022                 |
| <b>Förderprogramm<br/>(falls vorhanden):</b> |                            |

### Beschreibung der Maßnahme:

Einsatz mobiler Narkosegasfilter am Narkosegerät für Desflurane und Sevoflurane. Recycling von Narkosegasen ist relevant wegen CO<sub>2</sub>-Ersparnis bei Produktion und Emission. Beginn der dreimonatigen Probezeit ab dem 20.07.2020 (über Firma ZeoSys). Einsatz in 7 OPs. Verbräuche 2018: 672 Flaschen Desflurane, 9 Flaschen Sevoflurane; 2019: 696 Flaschen Desflurane, kein Sevo. Reduktion der Narkosegasemission um 100%. Reduktion der wegfallenden Zentralen Absaugung (Kalkulation ausstehend). Verwendung von Niedrigflussnarkose (Reduktion der Narkosegase um ca. 1/3). Ca. 5000 Vollnarkosen pro Jahr.

### Zielsetzung:

Auffangen und somit Vermeidung der Emission von Narkosegasen; Recycling von Narkosegasen (bisher nur Desfluran). NEU: Projekt seit 21.7.2020 umgesetzt; Narkosegasverbrauch (Neuanschaffung) um 31% durch Niedrigflussnarkose zurückgegangen; 0% Emission von CO<sub>2</sub>-Äqu. mehr (sonst ca. 60 kg CO<sub>2</sub>-Äqu. pro Vollnarkose mit Volatila);

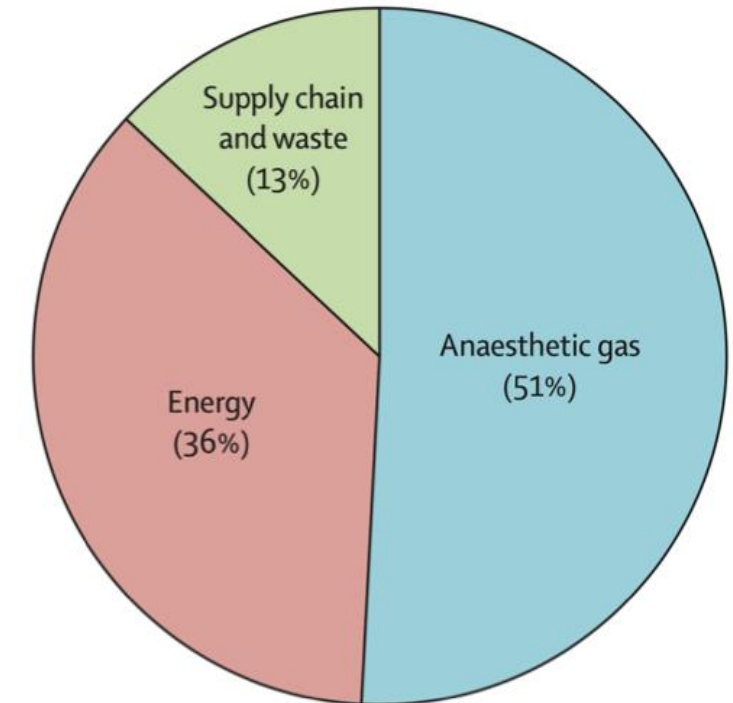
| Beteiligte Personen | <b>Vor- und Nachname:</b>  | <b>Funktion:</b>    |
|---------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Dr. Stephanie Snyder-Ramos | KM                  |
|                     | Herr Fichtner              | Leiter Haustechnik  |
|                     | Dr. Christian Lissou       | Chefarzt Anästhesie |

|   |                          |       |
|---|--------------------------|-------|
| <b>Geplante Kosten</b> (bei gering- und investiven Maßnahmen):          |                          |       |
| <b>Reale Kosten</b> (bei gering- und investiven Maßnahmen):             |                          |       |
| <b>Geplante Kostenersparnis:</b>  |                          |       |
| <b>Reale Kostenersparnis:</b>   |                          |       |
| <b>Amortisationszeit</b> (bei gering- und investiven Maßnahmen):        |                          | Jahre |
| <b>Ressource:</b>   | Narkosegas               |       |
| <b>Geplante eingesparte/ersetzte Menge:</b>                             |                          |       |
| <b>Reale eingesparte/ersetzte Menge:</b>                                |                          |       |
| <b>Ersetzt durch folgende Ressource:</b>                                | Recycling von Narkosegas |       |
| <b>Menge:</b>   | 5 Flaschen Gas/d         |       |
| <b>Beigefügte Dokumente:</b>  |                          |       |
| <b>Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen</b> (vom BUND auszufüllen): |                          | t/a   |

# KLIK green im Krankenhaus Salem

- Relevante CO<sub>2</sub>äq-Quellen in der **Anästhesie**:
  - Müll/ Verpackungen, Materialien und Lieferketten, Energiemanagement UND:
  - Größter Posten: Narkosegase! → 50% aller CO<sub>2</sub>äq-Emissionen im OP
- Deshalb Reduktion hier äußerst effektiv → großes Einsparpotential und deshalb die erste Klimaschutzmaßnahme im KH Salem:

Einführung der Narkosegasfilter



# Problematik der Narkosegase

- Atmosphärische Verweildauer:

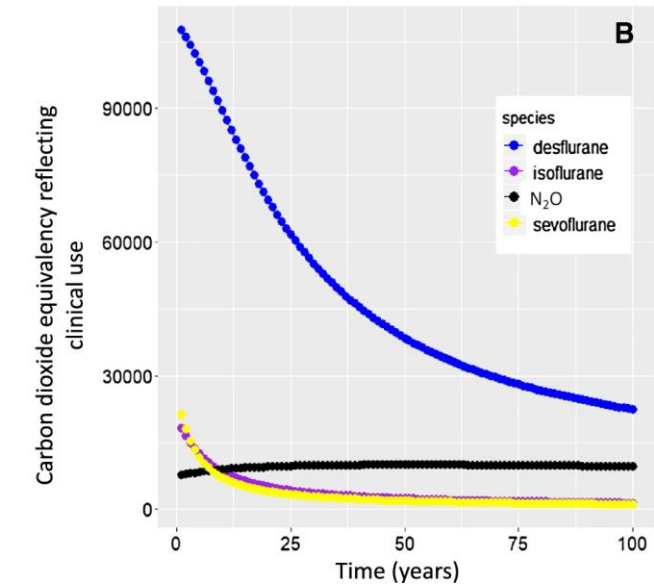
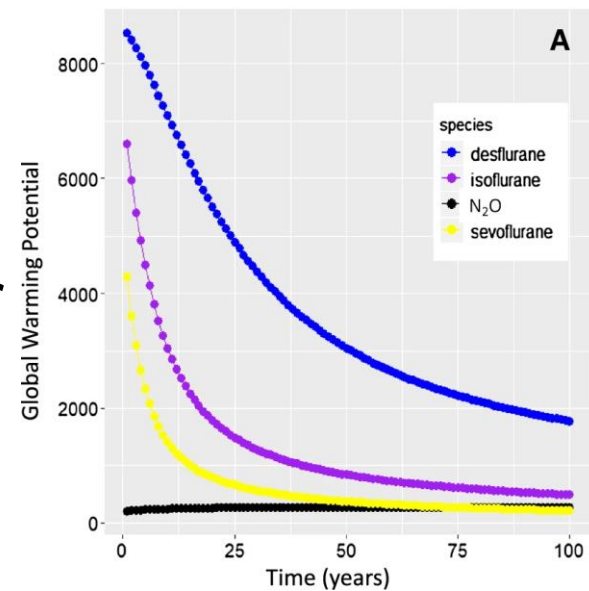
**Sevofluran: 1,1 Jahre**

**Desfluran: 14 Jahre**

d.h. Treibhauseffekt nicht nur für die Dauer der Narkose sondern über Jahre!

- Sinnvoller GWP<sub>20</sub>: **Sevofluran 440**  
**Desfluran 6810**

**10-20J. ≈ gesellschaftlicher/ politischer Handlungszeitraum zur Vermeidung der unkontrollierten Erderwärmung!**



# Problematik der Narkosegase

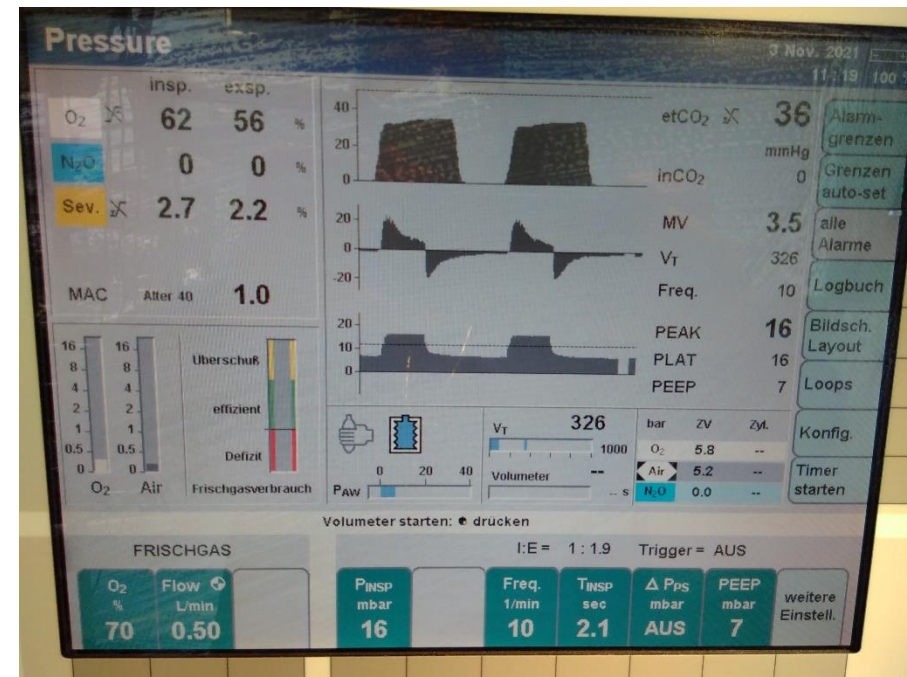
- Klinische  $\text{CO}_{2\text{äq}}$  von Anästhetika während Vollnarkose berechenbar: über MAC, Frischgasfluss, 1 Stunde

- „Auto-km-Äquivalenzwerte“ ausrechnen:

Desflurannarkose 6 Stunden, Flow 0,5 l/min, MAC 6 Vol%  
 entspricht einer *Autofahrt von 898 km !!!* (Flensburg-Basel 973 km) – bei Sevofluran: nur 19,2 km (*Faktor 45*)!

- Pro Vollnarkose mit Narkosegasen:

3,5-118,3 kg  $\text{CO}_{2\text{äq}}$  (ca. 60 kg  $\text{CO}_{2\text{äq}}$  pro Narkose)



Özelsel T et al.: Journal Club AINS 2020; 9: 15-6; Özelsel et al. Can J Anesth 2019; 66: 1291-5; [https://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2009/01\\_Heller-Brueckner.pdf](https://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2009/01_Heller-Brueckner.pdf), Richter H et al.: Anästh Intensivmed 2020; 62: 154-61; Schuster M et al.: Anästh Intensivmed 2020; 61: 329-39



# Problematik der Narkosegase

- Deutschland: 86% der Fluorkohlenwasserstoff-Emissionen durch Krankenhäuser  
77.000 t CO<sub>2äq</sub>/ Jahr  
Pro Anästhesist 17,1 t CO<sub>2äq</sub>/ Jahr
- Weltweit: Jährlich 3 Mio. t CO<sub>2äq</sub> (2014) – davon 80% von Desfluran verursacht

Fazit: Alle Narkosegase sind direkte und potente Treibhausgase und haben einen substantiellen Einfluss auf die globale anthropogene Klimaerwärmung!

Dilemma: Ohne Narkosegase geht es nicht – was tun?

Özelsel T et al.: Journal Club AINS 2020; 9:15-6; [https://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2009/01\\_Heller-Brueckner.pdf](https://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2009/01_Heller-Brueckner.pdf);  
Richter H et al.: Anästh Intensivmed 2020; 62: 154-61



# Narkosegasfilter: Auffangen und Recycling von Narkosegasen

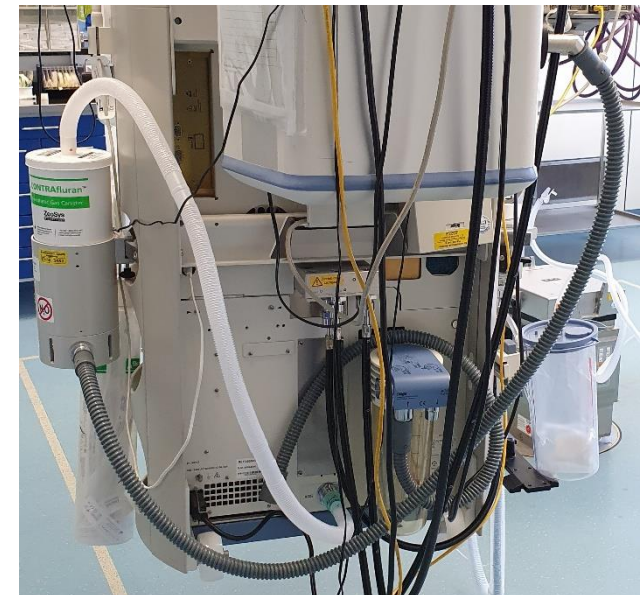
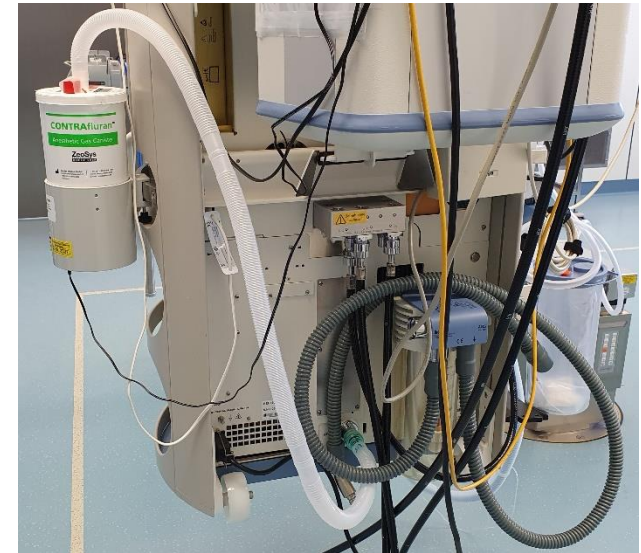
- Mobiles System (Filter am Narkosegerät): ZeoSys-Medical; Tel: 03 371 4039 914 (Hr. Dr. Ewers), oder über Fa. Baxter
- Filter = CONTRAfluran®
- Sensor mit Füllanzeige = SENSOfuran®



# Einsatz von Narkosegasfiltern im OP

## Zwei Typen der Füllstandskontrolle SENSOfuran®:

- Typ 1: Filter (CONTRAfluran®) wird über Faltschlauch mit AGS-Auslass verbunden – unter Umgehung der Zentralen Absaugung, d.h. passiv ohne AGFS-Anschluss
- Typ 2: Mit nachgeschalteten AGFS-Anschluss, d.h. Filter hat zusätzlich Aluminiumauslass, der über einen Faltschlauch an die Zentrale Absaugung angeschlossen wird (kontinuierlicher Flow durch Filter)





# Klinischer Einsatz der mobilen Systeme

## Praktisches Vorgehen:

- Akustisches und optisches Signal (Ampel) bei Filtererschöpfung; Wechsel (Umstecken im laufendem Betrieb); bei Niedrigflussnarkosen ca. alle 3-7 Tage
- Retour der vollen Filter an ZeoSys-Medical
- Schulung der Mitarbeiter (Ärzte, Pflege, Gerätebeauftragter, Versorgungsassistenten, Medizintechnik)





# Klinischer Einsatz der mobilen Systeme

Praktisches Vorgehen: Protokoll für Wechsel, Inbetriebnahme, Besonderheiten



**Protokoll Wechsel ZeoSys-Filter: OP \_\_\_\_\_ 3. Quartal 2020**

**SENSOfluran: Geräte-Nr.: 3337, Serien-Nr.: 00307905**

| Filter: Chargen-Nummer | Datum | Anmerkungen |
|------------------------|-------|-------------|
|                        |       |             |
|                        |       |             |
|                        |       |             |
|                        |       |             |
|                        |       |             |
|                        |       |             |
|                        |       |             |



# Klinischer Einsatz der mobilen Systeme

## Praktisches Vorgehen:

### SOP Nachhaltiger Gebrauch Volatiler Anästhetika

Entspricht Positionspapier mit Handlungsempfehlungen der DGA und des BDA (Schuster et al.):

1. Niedrigflusssnarkosen
2. Desfluran nur noch bei spezieller Indikation
3. Verwendung von Narkosegasfiltern
4. TIVAs und Regionalverfahren erwägen

Schuster M et al.: Anästh Intensivmed 2020; 61: 329-39

## SOP: Nachhaltiger Gebrauch Volatiler Anästhetika

**Volatile Anästhetika (VA):** Desfluran und Sevofluran

**Vorteile:** gut hypnotisch, gut steuerbar, wenig toxisch, kaum metabolisiert

**Nachteile:** starke Treibhausgase: Desfluran 2540-fache und Sevofluran 130-fache Treibhauswirkung von CO<sub>2</sub>; d.h. pro Narkose Emission von ca. 38 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (1,2). Nach Vorgaben des Klimaschutzplans der Bundesregierung (3): bis 2030 CO<sub>2</sub>-Reduktion um 55% und bis 2050 Klimaneutralität zur Begrenzung der Erderwärmung < 2 °C. Außerdem: VA auch „Ozonkiller“.

Deshalb: **Restriktive Verwendung von VA und Verwendung von Narkosegasfilter (ZeoSys)**

### **Vorgehen:**

Soweit es die medizinische Indikation zulässt:

1. Gebrauch von TIVA-Narkose (Propofol statt VA) erwägen
2. Bei indizierter Narkose mit VA:
  - Sevofluran statt Desfluran bevorzugen
  - Einsatz von Low- bzw. Minimalflow-Narkosen (in Abhängigkeit von Leckage des Narkosegeräts und O<sub>2</sub>-Verbrauch des Patienten – 3-4 ml O<sub>2</sub>/kg KG/min)
3. Regionalverfahren möglich?
4. Verwendung des Narkosegasfilters

Leitbild: „Health care without harm“:

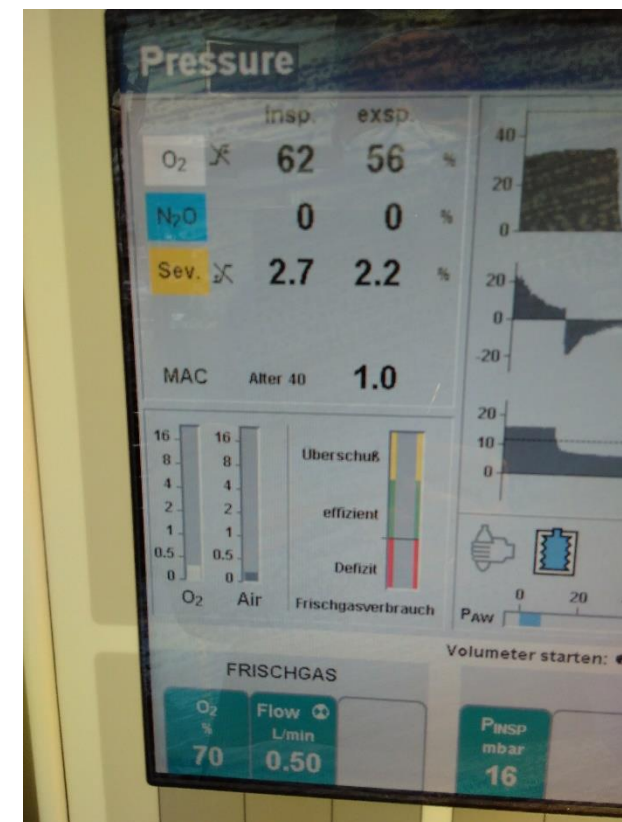
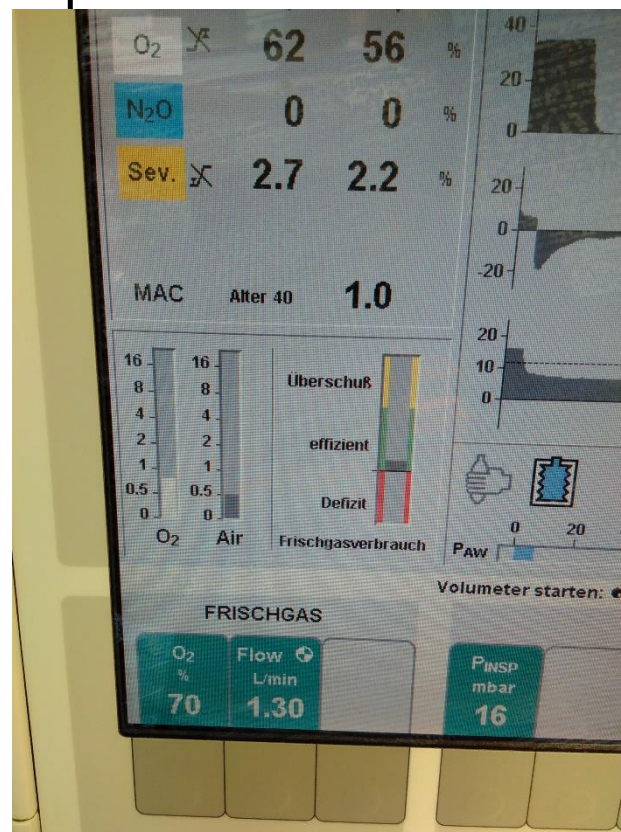
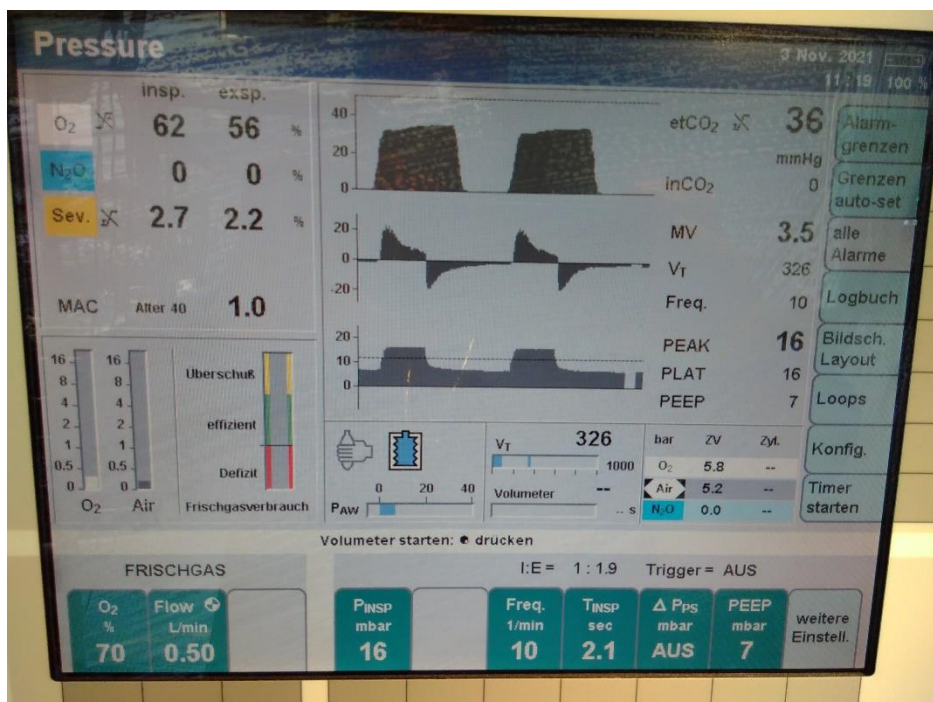
d.h. Verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen zum optimalen Betreuung des Patienten und zum Klimaschutz.



## Niedrigflussnarkose – Nachhaltiger Gebrauch von Narkosegasen



Am Narkosegerät die Frischgaszufuhr niedrig einstellen: Frischgas (Flow) ist der Anteil der zirkulierenden Luft im Beatmungskreislauf (Atemminutenvolumen, MV), der pro Minute erneuert wird:



Schuster M et al.: Anästh Intensivmed 2020; 61: 329-39

# Bilanz Narkosegase und CO<sub>2</sub>-Äquivalente

| 6 Monate                                   | 2018<br>(Juli-Dez.) | 2019<br>(Juli-Dez.) | 2020<br>(Juli-Dez.) | 2021<br>(Jan.-Juni) |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Verbräuche Narkosegase (Flaschen):</b>  |                     |                     |                     |                     |
| Desfluran (240 ml Flasche)                 | 336                 | 348                 | 97                  | 102                 |
| Sevofluran (250 ml Flasche)                | 5                   | 0                   | 54                  | 63                  |
| <b>Gesamt</b>                              | <b>341</b>          | <b>348</b>          | <b>151</b>          | <b>165</b>          |
| <b>Emission CO<sub>2äq</sub> (Tonnen):</b> |                     |                     |                     |                     |
| Desfluran                                  | 298 t               | 309 t               | (86,1 t)            | (91,5 t)            |
| Sevofluran                                 | 0,3 t               | 0                   | (2,6 t)             | (3,0 t)             |
| <b>Gesamt</b>                              | <b>298,3 t</b>      | <b>309 t</b>        | <b>(88,7 t)</b>     | <b>(94,6 t)</b>     |

- CO<sub>2</sub>-Äquivalenz-Rechner: 1 ml Desfluran = 3,7 kg CO<sub>2äq</sub>; 1 ml Sevofluran = 0,19 kg CO<sub>2äq</sub>
- **Differenz 2020 zu 2019/ 2018: über 300 t CO<sub>2äq</sub>/6 Monate** vermieden ( $\Delta$ -57% Gas durch Niedrigflussnarkose = 220 t und 89 t durch Filter); d.h. **rund 600 t CO<sub>2äq</sub>/Jahr!**



# Bilanz Narkosegase, Filter und CO<sub>2</sub>-Äquivalente

| 3 Monate  | 2020<br>(Juli-Sept.) | 2020<br>(Okt-Dez.) | 2021<br>(Jan-März) | 2021<br>(April-Juni) |
|---|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Verbräuche Narkosegas (Flaschen):</b>              |                      |                    |                    |                      |
| Desfluran (240 ml Flasche)                            | 55                   | 42                 | 48                 | 54                   |
| Sevofluran (250 ml Flasche)                           | 18                   | 36                 | 36                 | 27                   |
| <b>Gesamt</b>   | <b>73</b>            | <b>78</b>          | <b>84</b>          | <b>81</b>            |
| <b>Vermiedene Emission CO<sub>2äq</sub> (Tonnen):</b> |                      |                    |                    |                      |
| <b>Gesamt</b>   | <b>49,7 t</b>        | <b>42,7 t</b>      | <b>44,3 t</b>      | <b>49,2 t</b>        |
| <b>CONTRAfluran-Filter (Stück):</b>                   | <b>91</b>            | <b>70</b>          | <b>67</b>          | <b>61</b>            |

- CO<sub>2</sub>-Äquivalenz-Rechner: 1 ml Desfluran = 3,7 kg CO<sub>2äq</sub>; 1 ml Sevofluran = 0,19 kg CO<sub>2äq</sub>
- **Vermiedene CO<sub>2äq</sub>/3 Monate knapp 50 t; d.h. rund 200 t CO<sub>2äq</sub>/Jahr**

# Narkosegasfilter und Kosten

Kostenkalkulation: am Beispiel Krankenhaus Salem – 7 OP-Säle (pro Jahr):

| Ausgaben   | Ersparnisse  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kosten für Filter (20-30 €/ Stück): 3220 €/ Jahr</li> <li>- Grundausstattung mit SENSOfluran-Einheit (400 €/ Stück (Starter kit): 2800 € <i>einmalig</i></li> <li>- Kalibrierung (75 €/ Filter): 525 €</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung Niedrigflussnarkose: 16.631 €/ Jahr (weniger Narkosegasverbrauch)</li> <li>- Abkopplung von zentraler Absaugung: 717 €/ Jahr (weniger Kosten für Druckluftherstellung)</li> <li>- Komplettes Abstellen der Zentralen Absaugung im OP: 3771 €/ OP-Arbeitsplatz</li> <li>- CO<sub>2</sub>-Steuer (ev. künftig fällig): 25 €/ t CO<sub>2</sub> x 600 t CO<sub>2äq</sub> = 15.000 €</li> </ul> |
| <b>Gesamt: - 6545 €</b>  | <b>Gesamt: + 17.348 €</b>  |
| <b>Differenz: 10.803 € Ersparnis</b>   |  |
| <b>Fazit: ökologischer <i>und</i> ökonomischer Benefit!</b>  |  |

## Fazit und Ausblick - Narkosegasfilter

- Positiv: *Klimaschutz*; einfache intuitive Handhabung, unmittelbarer Einsatz, MA-Akzeptanz, kompatibel mit vielen Narkosegeräten, alle Patienten ohne Ausschlusskriterien, Sicherheitsanalysen erfolgt, Recycling von Sevofluran in Kürze, Desfluran noch in Zulassungsverfahren; ggf. Rabatt bei Kauf des recycelten Produkts.
- Negativ: Gewisser logistischer Aufwand der Retours; Sensor des SENSOfuran ist phasenweise störanfällig; „Eigenproduktion“

Fazit: Sicheres, effektives und mindestens kostenneutrales Verfahren!





## Fazit und Ausblick - Narkosegasfilter

Fluorkohlenwasserstoffe werden als klimagefährdende Stoffe eingestuft und weltweiter Verzicht bis 2035 vereinbart (Kyoto-Protokoll, Umwelt Bundesamt); medizinische Indikationen ausgenommen.

Aber: In Zukunft könnte die Filterung der Narkosegase per Gesetz Pflicht werden (politischer Brief über BDA/ DGAI)

Deshalb:

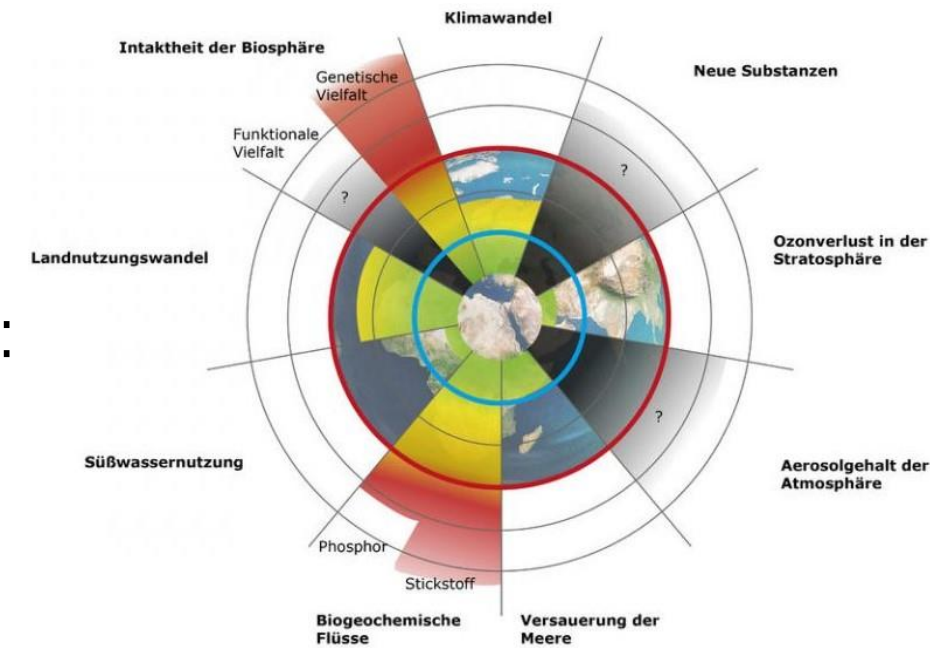
- Narkosegasfilter als effektive und unmittelbare Klimaschutzmaßnahme
- Vorreiter in der Region/ positive Außenwirkung: Green Hospital, klimafreundliche Narkose

**Klimaschutz im Krankenhaus ist umsetzbar = Health care without harm!**



# Fazit und Ausblick – Klimaschutz & Krankenhaus

- Planetary Health: proaktiv statt reaktiv, begrenzter Zeitkorridor vor Erreichen von irreversiblen Kipppunkten! CAVE: Möglichkeit zur Transformation hat „Verfallsdatum“!
- Klimaschutz als gemeinsame und geteilte Verantwortung: KH, GF, Politik, Wirtschaft, Gesellschaft, jeder Einzelne
- Individuell und am Arbeitsplatz: Großes Potential der Mitarbeiter im Gesundheitssektor
- Ärztlicher Auftrag: Patientenschutz = Klimaschutz = Intergenerationenvertrag
- Vision: Zero-Emission Hospital bis 2030!



# Vision: Zero Emission Hospital – bis 2030

**Ausgangssituation:** ca. 11,9 t CO<sub>2äq</sub>/ Krankenhausbett: x 238 Betten = 2832 t CO<sub>2äq</sub>

**Zeitkorridor:** 10 Jahre – d.h. 10%/ Jahr = 283 t/ Jahr

| Jahr        | CO <sub>2äq</sub> -Emission Krankenhaus Salem (t) | Reduktion CO <sub>2äq</sub>   |
|-------------|---|-------------------------------|
| 2021        | 2832  | - 611 t (22%)                 |
| 2022        | 2221  | - 10 %                        |
| 2023        | 1938  | - 10 %                        |
| 2024        | 1655  | - 10 %                        |
| 2025        | 1372  | - 10 %                        |
| 2026        | 1089  | - 10%                         |
| ...         | ...   | ...                           |
| <b>2030</b> | <b>0 t CO<sub>2äq</sub></b>                       | <b>Zero Emission Hospital</b> |





# Danke !



Dr. med. Stephanie Snyder-Ramos  
Fachärztin für Anästhesie  
Intensivmedizin und Anästhesie,  
Klimamanagerin Krankenhaus Salem  
Zeppelinstr. 11-33, 69121 Heidelberg  
[snyder.amos@t-online.de](mailto:snyder.amos@t-online.de)

