

*E2: Die Verwendung von Desfluran sollte Fällen vorbehalten bleiben, in denen es medizinisch dringend erforderlich erscheint. Von allen handelsüblichen volatilen Anästhetika hat Sevofluran das geringste Treibhauspotential.*

### Hintergrund

Alle volatile Anästhetika (VA) und Lachgas sind potente Treibhausgase. Sevofluran und Desfluran zählen zu den Fluorkohlenwasserstoffen (FKW). Isofluran, Enfluran und Halothan haben als Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW) zusätzlich ozonschädigende Effekte (2,3,4). Die weltweiten Emissionen durch VA lagen 2014 bei 3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent, 80% davon ließen sich allein auf Desfluran zurückführen (2).

Üblicherweise werden die CO<sub>2</sub>-Äquivalente mittels GWP<sub>100</sub>, also für einen Zeitraum von 100 Jahren berechnet (3,5,6), um die vollständige atmosphärische Lebensdauer von CO<sub>2</sub> zu erfassen (7). Allerdings findet der treibhauswirksame Effekt der inhalativen Anästhetika innerhalb ihrer spezifischen atmosphärischen Lebensdauer statt, welche für die volatilen Anästhetika deutlich kürzer ist (s. Tabelle 1). Bei der Betrachtung der GWP<sub>100</sub> wird daher der klimaschädliche Effekt der volatilen Anästhetika innerhalb der nächsten 10-30 Jahre stark unterschätzt. Eine Betrachtung des GWP für den Zeitraum von 20 Jahren kann sinnvoll sein (GWP<sub>20</sub>), um den Treibhauseffekt darzustellen, der sich innerhalb des relevanten gesellschaftlichen und politischen Handlungszeitraums zur Bekämpfung der Erderwärmung einstellen wird (5).

### Ist-Analyse

Ansprechpersonen: Chefärzt\*innen, Kollegium (ggf. Survey), Apotheke

- Welche Inhalationsanästhetika werden in der Klinik verwendet?
- Jahresverbrauch und Kosten.
- Was sind die Gründe für die Verwendung verschiedener Anästhetika und Anästhesietechniken im anästhesiologischen Team?

### Berechnung der jährlichen CO<sub>2</sub> Emission durch VA

Aus dem Jahresverbrauch der verschiedenen VA lassen sich die Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e) mit Hilfe von folgenden Parametern berechnen (3):

$$\text{Masse [kg]} = \text{Anzahl der Flaschen} * \text{Inhalt [L]} * \text{Dichte [kg/L]}$$

Da VA nur zu einem minimalen Anteil metabolisiert werden, entspricht die jährlich eingekaufte Masse annähernd derjenigen, die bei Verwendung in die Atmosphäre abgegeben wird. Bei Sevofluran bietet es sich an, ein Korrektiv von 5% miteinzuberechnen (8,9):

$$\text{In die Atmosphäre abgegebene Masse Sevofluran [kg]} = \text{eingekaufte Masse [kg]} * 0,95$$

Mit Hilfe der Global Warming Potentiale (GWPs) können daraus nun die hervorgerufenen Emissionen berechnet werden:

$$\text{Emissionen [kg CO}_2\text{e]} = \text{Masse [kg]} * \text{GWP}_{100}$$

	GWP <sub>100</sub>	GWP <sub>20</sub>	Atmosphärische Lebensdauer (Jahre)	Dichte (Kg/l)	Molekulare Masse (g/mol)	Vol% bei 1 MAC
CO <sub>2</sub>	1	1				
Lachgas N <sub>2</sub> O	298	298	114	1,281	44,01	
Sevofluran	130	440	1,1	1,522	200,05	2
Desfluran	2540	6810	14	1,465	168,04	6
Isofluran	510	1800	3,2	1,496	184,49	1,2

Tabelle 1: Ökologische Charakteristika von inhalativen Anästhetika. Global Warming Potentiale (GWP) über 100 bzw. 20 Jahre. Aus: Sulbaek Andersen 2012 (3), Oezelsel 2019 (5)

## Umsetzung

- Schulung des Teams über Treibhausgas effekte der VA und die unterschiedlichen Dimensionen der CO<sub>2</sub>- Emissionen der VA, regelmäßige Thematisierung.
- Konsequente Nutzung von Minimal Flow Anästhesien (siehe auch E1).
- Wenn möglich Recycling Systeme für volatile Anästhetika etablieren (siehe auch E4).
- Desfluran sollte Fällen vorbehalten bleiben, in denen es medizinisch dringend erforderlich erscheint.
- Entsprechendes Vorgehen in SOP verankern.

**E3: Die Verwendung von Lachgas sollte vermieden werden, soweit Lachgas nicht medizinisch dringend notwendig erscheint.**

## Hintergrund

Lachgas (N<sub>2</sub>O) hat aufgrund seiner extrem langen atmosphärischen Lebensdauer (114 Jahren) nach Desfluran den zweitgrößten Klimaeffekt und zudem eine ozonschädigende Wirkung (2,3,4). In der modernen Anästhesie sollte von der Verwendung von N<sub>2</sub>O abgesehen und für die Verwendung in Geburtshilfe und Notfallmedizin nach adäquaten Alternativen gesucht werden (10).

## Ist-Analyse

Ansprechpersonen: Chefärzt\*innen, anästhesiologisches Team, geburtshilfliches Team, ggf. Notaufnahme, Apotheke

- Wo wird Lachgas in der Klinik verwendet? Bei welcher Indikation?
- Wie hoch ist der Jahresverbrauch an Lachgas?
- Sind bei zentralen Lachgasversorgungen Leckagen nachweisbar?
- Welche Alternativen sind möglich?

## Berechnung der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emssion durch die Verwendung von Lachgas;

Die Mengenangabe auf den Flaschen ist in der Regel bereits in Kilogramm aufgeführt. Bei Kenntnis des Jahresverbrauches lassen sich die durch N<sub>2</sub>O verursachten Emissionen berechnen:

Emissionen [kg CO<sub>2</sub>e] = Masse [kg] x GWP<sub>100</sub>

### Umsetzung

- Fortbildungen zu Treibhausgaswirkungen von Lachgas im Team inklusive dem geburtshilflichen Team und ggf. der Notaufnahme organisieren.
- Alternativen zu Lachgas in der Geburtshilfe / Notfallmedizin eruieren.
- Lachgas in der operativen Anästhesie dringend vermeiden.
- Sollte Lachgas unvermeidbar sein, könnte eine Umstellung von der zentralen Gasversorgung auf Lachgaszylinder sinnvoll sein.