

*E1: Anästhesien mit volatilen Anästhetika und/oder Lachgas sollten so geführt werden, dass möglichst wenige Anästhetika in die Umwelt abgegeben werden. Dies bedeutet die konsequente Nutzung von Minimal-Flow-Anästhesien.*

### Hintergrund

Im Steady-State einer Allgemeinanästhesie verdoppeln sich die Emissionen der VA bei einer Verdopplung der Flussrate (5, 6), was durch entsprechende Berechnungen verdeutlicht werden kann. Eine Narkose-Aufrechterhaltung im Minimal-Flow ist daher in jedem Fall sinnvoll (11).

Durch Zusatz von N<sub>2</sub>O nehmen die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen einer Sevofluran-Anästhesie um das mehr als 15fache zu, bei Desfluran verringern sich die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen durch Zusatz von Lachgas hingegen geringfügig.

### Ist-Analyse

Ansprechpersonen: Chefärzt\*innen, anästhesiologisches Team

- Wie üblich ist die Durchführung von Minimal-Flow-Anästhesien? Ein Survey kann hilfreich sein.
- Was für Gründe bestehen für/gegen deren konsequente Anwendung?
- Besteht Schulungsbedarf?

### Berechnungen

Der Verbrauch von VA und deren Emissionen bei unterschiedlichem Frisch Gas Flow (FGF) im Steady-State kann berechnet werden (6).

Detaillierte Rechenschritte sind unten dargestellt. Zur einfachen Veranschaulichung, welche Emissionen pro Anästhesiestunde bei gegebenen Settings entsteht, sei hier auf 2 Apps verwiesen:

1) <https://anaesthetists.org/Home/Resources-publications/Environment/Guide-to-green-anaesthesia/Anaesthetic-gases-calculator>

2) IOS: <https://apps.apple.com/us/app/yale-gassing-greener/id1152700062>

Android: [https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.yale.yalegassinggreener&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.yale.yalegassinggreener&hl=en_US)

Diese Berechnung gilt jedoch nur im Steady-State. Wie hoch der Verbrauch von Inhalationsanästhetika beim An- oder Abfluten ist, lässt sich kaum berechnen.

### Umsetzung

- Schulungen zur optimalen und sicheren Anwendung der Minimal-Flow-Anästhesie organisieren, in Weiterbildung verankern.
- Konsequente Umsetzung von Minimal-Flow Konzepten, auch beim An- und Abfluten.
- SOP zu Minimal-Flow-Anästhesien erstellen.

**Berechnungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch VA bei verschiedenen Flussraten (6):**

$$\text{Verbrauch volatile Anästhetika [L/h]} = 60\text{min/h} * \text{FGF [L/min]} * 1\text{MAC [\%]}$$

$$\text{Verbrauch volatile Anästhetika [kg/h]} =$$

$$[\text{Verbrauch volatile Anästhetika [L/h]} / 24 [\text{L/mol}]] * \text{molekulare Mass [g/mol]} / 1000$$

$$\text{Emissionen [kg CO}_2\text{e/h]} = \text{Verbrauch volatile Anästhetika [kg/h]} * \text{GWP}_{100}$$

### **Berechnungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch VA bei Kombinationsanästhesien (6):**

Hierbei kann ein Gasgemisch von 60% N<sub>2</sub>O und 40% Sauerstoff angenommen werden. Der Verbrauch der volatilen Anästhetika reduziert sich bei Zusatz von Lachgas um circa 60%. Für Kombinationsanästhesien müssen die Emissionen durch Lachgas und durch das volatile Anästhetikum addiert werden.

$$\text{Verbrauch Lachgas [L/h]} = 60\text{min/h} * \text{FGF [L/min]} * 0,6$$

$$\text{Verbrauch volatile Anästhetika [L/h]} = 60\text{min/h} * \text{FGF [L/min]} * 1\text{MAC [\%]} * 0,4$$

$$\text{Verbrauch Lachgas [kg/h]} =$$

$$[\text{Verbrauch Lachgas [L/h]} / 24 [\text{L/mol}]] * \text{molekulare Mass [g/mol]} / 1000$$

$$\text{Verbrauch volatile Anästhetika [kg/h]} =$$

$$[\text{Verbrauch volatile Anästhetika [L/h]} / 24 [\text{L/mol}]] * \text{molekulare Mass [g/mol]} / 1000$$

$$\text{Gesamtemissionen [kg CO}_2\text{e/h]} =$$

$$\text{Verbrauch Lachgas [kg/h]} * \text{GWP}_{100} + \text{Verbrauch volatile Anästhetika [kg/h]} * \text{GWP}_{100}$$