

## Das Ende des Gasmanns – und der „Gasfrau“?

### Zusammenfassung

Auch die Anästhesiologie muss sich die Frage stellen, wie umweltverträglich ihre Verfahren sind. Im Folgenden werden (in Ergänzung zu dem Artikel von Stefan Müller und Hinnerk Wulf in diesem Heft) die globalen Aspekte der Klimaauswirkungen der Inhalationsanästhetika und die Arbeitsplatzbelastung durch diese Substanzen erläutert und bewertet. Daraus abgeleitet werden die Pro-Argumente für eine Anästhesieführung ohne klimaschädliche Treibhausgase herausgearbeitet und ein möglicher Weg dorthin skizziert. Die Argumente einer Gegenposition werden im folgenden Artikel von Kai Zacharowski im Sinne einer Pro-Con-Debatte dargestellt, wie sie auch in anderen Ländern gerade beginnt [1].

### Summary

Anaesthesiology also needs to answer the question as to how environmentally friendly its methods really are. In the following, (as a supplement to the article of Stefan Müller and Hinnerk Wulf in this copy) we will explain and evaluate the global aspects of climate impacts due to inhalation anaesthetics and the occupational exposures that ensue from these substances. Hence we will elaborate reasons in favour of an anaesthesia management doing without climate-damaging greenhouse gases and outline a potential path that could lead into that direction. Reasons favouring an opposite opinion are presented in the following

## Time to say goodbye to inhalational anaesthesia?

H. Wulf



www.ai-online.info

► **Zitierweise:** Wulf H: Das Ende des Gasmanns – und der „Gasfrau“? Anästh Intensivmed 2023;64:428–432. DOI: 10.19224/ai2023.428

article by Kai Zacharowski in terms of a pro-con debate as is just now beginning in other countries as well [1].

### Einleitung

Zweifelsohne hat sich das Selbstverständnis und das Image des/der Anästhesisten/in im Laufe der letzten Jahrzehnte gewandelt. Wir haben die Metamorphose vom Narkosearzt/ärztin zum perioperativen Mediziner/in durchlaufen und sind als Anästhesiologen/innen in Anästhesie, OP-Management, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Palliativ- und Schmerztherapie engagiert und führend, also bei weitem nicht mehr nur „der Gasmann“ (bzw. „die Gasfrau“)<sup>1</sup>.

Die Bezeichnung „Gasmann“ ist natürlich der Tatsache geschuldet, dass für mehr als ein Jahrhundert Anästhesie fast ausschließlich als Inhalationsanästhesie durchgeführt wurde (und in einigen wenigen Institutionen auch heute noch fast ausschließlich in dieser Form praktiziert wird).

Es ist nicht nur wegen der viel umfassenderen Aufgabenbereiche der modernen Anästhesiologie, sondern auch aus anderen Gründen vermutlich an der Zeit, die Ära der reinen Gasmänner und ihrer

### Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

### Schlüsselwörter

Inhalationsanästhetika – TIVA – Nachhaltigkeit – CO<sub>2</sub>-Bilanz – Green-anaesthesia – Treibhausgase

### Keywords

Inhalation Anaesthetics – TIVA – Sustainability – Carbon Footprint – Green Anaesthesia – Greenhouse Gases

<sup>1</sup> Im weiteren Text wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit zumeist die männliche Form gewählt, da der Terminus „Gasmann“ etabliert ist, der Terminus „Gasfrau“ jedoch trotz aller Gleichstellungsbemühungen im OP-Jargon noch weitgehend üblich geblieben ist.



Inhalationsanästhetika abzuschließen. Inhalationsanästhetika sind Treibhausgase (und schädigen z. T. die Ozonschicht) und sind damit, schlicht gesagt, nicht mehr zeitgemäß. Schließlich wird die Klimaerwärmung uns alle treffen und auch spezielle Auswirkungen auf das Gesundheitssystem haben, z. B. durch Zunahme von bislang nur in den Tropen bekannten Infektionserkrankungen (Dengue-Fieber), von hitzewellenbedingter Kreislaufmorbidity und -mortalität bei unseren Patienten/innen (und uns) – oder sei es nur durch den erforderlichen Einbau von bislang meist fehlenden Klimaanlage in unseren Patienten- und Arztzimmern!

### Sind Inhalationsanästhetika klimaschädlich?

Hauptbeitragende der Treibhausgase sind bekanntermaßen CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas (N<sub>2</sub>O). Lachgas schädigt zudem die Ozonschicht. Aber auch die Konzentration der anderen Inhalationsanästhetika (in absteigender Häufigkeit des Einsatzes Sevofluran, Desfluran und Isofluran), die ebenfalls als Treibhausgase wirken, steigt in der Atmosphäre beständig an (während die Halothankonzentration, die hauptsächlich durch den Einsatz im letzten Jahrtausend bedingt war, sehr langsam aber messbar zurückgeht). Sie sind in jährlich steigender Konzentration in der Arktis, der Antarktis und am Jungfraujoch (Schweizer Alpen) nachweisbar [2]. Dieser Effekt ist bedingt durch den zunehmenden Verbrauch weltweit in den OPs, vor allem aber durch die lange Verweildauer in der Atmosphäre. Schon vor über einem Jahrzehnt wurde daraus die Forderung abgeleitet, auf N<sub>2</sub>O zu verzichten und den Frischgasfluss zu reduzieren [3]. Spitzenreiter bezüglich des „Global Warming Potentials“ (GWP) ist zweifelsohne Desfluran („atmosphärische Lebensspanne“ > 10 Jahre) [4]. „Desfluran should Des-appear“ fordern daher nicht wenige [5]. Die EU-Kommission hat dementsprechend im April 2022 einen Vorschlag zur Aktualisierung der „F-Gas-Regulierung“ publiziert, der künftig den Gebrauch von Desfluran bannen oder

erheblich einschränken würde. Auch das NHS im UK sieht ab 2024 einen Bann von Desfluran vor.

Lassen Sie uns hierzu ein paar weitere Fakten („real fakes!“) anschauen. Das Gesundheitssystem wird für etwa 4,4 % des globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes verantwortlich gemacht. In anderen Worten: Wenn das Gesundheitssystem ein Land wäre, stünde es weltweit an 5. Stelle der Nationen bzgl. der CO<sub>2</sub>-Emission (bedingt durch Energieverbrauch, Transport, Herstellung, Nutzung, Abfall und Abgas, wobei der Energieverbrauch wohl auch im Gesundheitssystem den größten Anteil einnimmt). 1 % der Umweltbelastung durch das Gesundheitssystem kommen durch Inhalationsanästhetika (0,6 %) und Dosieraerosole (0,3 %) zustande. Da dies relativ abstrakt klingt, werden häufig plakativere Vergleiche hergestellt: Ein „Gasmann“, der an seinem Arbeitsplatz mit Desfluran (6 %) und Lachgas (50 %) im Low-flow (Frischgasfluss 0,5 l/min) Anästhesien durchführt, verursacht damit jede Woche die CO<sub>2</sub>-Belastung eines Transatlantikfluges [6]. Wählt er einen Frischgasfluss von 2 l/min, kann man dafür jeden Tag vom Nordkap bis nach Kapstadt mit dem Auto fahren [4]. Detailliertere Informationen hierzu finden Sie in dem Beitrag von Stefan Müller in dieser Ausgabe von A&I [7].

Auch wenn die Dimension vermutlich eine andere ist: Fairerweise sollte man berücksichtigen, dass auch der „TIVA-angelist“ nicht klimaneutral arbeitet, denn Propofolherstellung, Transport, Kunststoffspritzenentsorgung, Verwurf ungenutzter Substanz etc. bis hin zur Ausscheidung der Abbauprodukte in die Kanalisation (und die Weltmeere) sind bezüglich der Umweltbelastung zu berücksichtigen. Allerdings ist die Treibhausgasbelastung durch Desflurananästhesien wohl ca. 70-mal höher als durch TIVA [6,8].

Sicherlich gibt es im Gesundheitssystem noch viele andere umweltbelastende Effekte, beginnend mit dem sehr hohen Energieverbrauch unserer Krankenhäuser, den Verpackungsmüllorgien bei Sterilgutverpackungen bis hin zur oft

noch fehlenden Mülltrennung, sodass häufig alle Einmalverpackungen, die aus dem OP kommen, als „infektiöser Müll“ entsorgt werden<sup>2</sup>. Viele der Themen sind jedoch auch sehr ambivalent: Sollen wir häufiger auf (wiederverwertbare) Einmalprodukte verzichten? Wie umweltbelastend ist die Aufbereitung wiederverwendbarer Geräte? Wie wägen wir Patientensicherheit (Infektionsschutz durch Einmalprodukte) gegen Umweltaspekte ab?

Eine sehr gute Übersicht zu möglichen Maßnahmen im Krankenhaus findet sich bei KLUG, Allianz für Klimawandel und Gesundheit [9]. Wenn man die ambitionierten deutschen und europäischen Klimaziele erreichen will, müssen alle Bereiche dazu ihren Beitrag leisten. Demnach sollte auch die Anästhesiologie bis 2030 erfolgreich sein. Dies alles legt nahe, angesichts der Verweildauer der Inhalationsanästhetika in der Atmosphäre ab sofort auf den Einsatz von Inhalationsanästhetika – zumindest aber auf Desfluran und Lachgas – sehr weitgehend oder komplett zu verzichten, jedenfalls solange keine praxistauglichen, effektiven und wirklich klimaschonenden Recyclingsysteme etabliert sind.

Die derzeitigen Recyclingsysteme für Desfluran – u. a. mit vielsagenden Handelsnamen wie „CONTRAfluran“ – sind leider noch sehr problembehaftet (z. B. Fehlfunktionen mit Austritt von Anästhesiegasen, Fehlalarme bei Anwendung alkoholischer Desinfektionsmittel etc.). Vor allem aber werden durchschnittlich nur 25 % des eingesetzten Desfluran aufgefangen (u. a. vermutlich, weil ein großer Teil erst im Aufwachraum abgeatmet wird) [10]. Bislang ist soweit ersichtlich in Deutschland noch kein einziger Milliliter absorbiertes Desfluran wieder am Patienten eingesetzt worden – also kein Recycling, sondern lediglich „getrennte Entsorgung“. Vielmehr müsste derzeit die absorbierte Substanz zur Wiederaufbereitung über den Atlantik wieder zurück zu den Produktionsstätten (z. B. nach Puerto Rico) geflogen werden, um dann wieder zurück zu uns zu gelangen – wohl eher keine gute „Öko-Bilanz“.

## Sind Inhalationsanästhetika verzichtbar?

Von den Inhalationsanästhetika scheint einzig Xenon keinen Treibhausgaseneffekt zu besitzen. Allerdings ist die Herstellung energieaufwendig und Xenon ist zudem erheblich teurer und nicht in ausreichenden Mengen verfügbar und damit auf absehbare Zeit keine Alternative für den Ersatz von Desfluran, Sevofluran und Isofluran in der täglichen Routine.

Für die Allgemeinanästhesie ist die intravenöse Anästhesie (TIVA) eine bereits fest etablierte Alternative. Bei einer ganzen Reihe von Operationen steht die Regionalanästhesie (Öko-Schlagwort: „Regionale Produkte“) als Option an-

statt einer Allgemeinanästhesie zur Verfügung. Einige Kliniken haben bereits bewiesen, dass z. B. auch Kinderanästhesien, die traditionell als besonderes Indikationsgebiet für Inhalationsanästhesien gelten, sehr gut ausschließlich als TIVA durchgeführt werden können.<sup>3</sup>

Hinzu kommt, dass die Absaugvorrichtungen für Inhalationsanästhetika wahre „Energiefresser“ sind. Aber auch abseits der Klimaeffekte gibt es gute Argumente, auf Inhalationsanästhetika in unseren OPs weitgehend zu verzichten. Die Arbeitsplatzbelastung durch abgeatmete Inhalationsanästhetika für das Personal ist – trotz Bemühungen um wirksame Absaugvorrichtungen – nachweisbar, nicht nur in den OPs, sondern vor allem auch in den Aufwächerräumen. Besondere

Relevanz hat dies für alle schwangeren Anästhesistinnen, Chirurginnen und Assistenzpersonal, die weiter im OP tätig sein möchten. Die meisten zuständigen Regierungspräsidien bzw. Behörden genehmigen dies unter der Voraussetzung, dass auf Inhalationsanästhetika verzichtet wird. Das Ende der „Gasfrau“ ist also auch aus diesen Gründen längst eingeläutet.

Zu bedenken bleibt dann allenfalls, dass man auch bei Lieferengpässen Alternativen zu Propofol im Köcher haben muss, um handlungsfähig zu bleiben. Allerdings scheint hier mit Remimazolam demnächst eine Alternative zu Propofol auch in Europa für die Anästhesie zugelassen zu werden.

2 Beachtlicherweise sind allerdings die Inhalationsanästhetika der einzige spezifisch adressierte Punkt im Health Care's Global Climate Footprint Report, herausgegeben von Health Care Without Harm (HCWH), eine internationale NGO (Non-Governmental Organization).

3 Im Marburger Universitätsklinikum arbeiten seit langem alle OPs ohne Lachgas. Einer der Zentral-OPs mit 10 OP-Sälen wurde ohne Lachgasleitungen gebaut und wird seit 15 Jahren komplett ohne Inhalationsanästhetika betrieben. Dort werden kurze wie lange Eingriffe (bis hin zu 12 h-Tumoroperationen) und Anästhesien in allen Altersklassen durchgeführt. Dies ist ein bevorzugter OP-Arbeitsbereich für alle schwangeren Anästhesistinnen und Chirurginnen, die weiter im OP tätig sein möchten.

### Ist der Wechsel umsetzbar? Vom „Gasmann“ zum „Tivangelisten“ oder „Block guy“?

„Change Management“ ist machbar, insbesondere wenn wie hier eine hohe Sensibilität in der Gesellschaft für das Thema besteht und für die Anwender selbst (Stichwort Arbeitsplatzbelastung) persönliche Vorteile erkennbar sind. Auch die Anästhesiologie hat einige solcher Transformationen erlebt, den Wechsel von Halothan auf moderne Inhalationsanästhetika, von den Barbituraten auf Propofol als Standard-Einleitungshypnotikum, von Succinylcholin auf Rocuronium als Standard-Muskelrelaxans bei der Intubation, von der Intubation zur Larynxmaske, vom Intubationsspatel zur Videolaryngoskopie etc. Zum Teil haben diese Transformationen Jahrzehnte gedauert bzw. dauern noch an. Der Schritt weg von der Inhalationsanästhesie und hin zur TIVA und/oder Regionalanästhesie ist schnell machbar und dringend indiziert.

### Welche Schritte können wir gehen?

#### Plan A:

Kompletter Verzicht auf Inhalationsanästhetika.

Für diejenigen, die diesen vollständigen Schritt (noch) nicht tun wollen, finden sich folgende Empfehlungen in der Literatur (modifiziert nach [11]):

#### Plan B:

Weitgehender Verzicht auf Inhalationsanästhetika, Einsatz nur bei speziellen Indikationen (z. B. Maskeneinleitung bei Kindern, Kardioanästhesie, Adipositas permagna, OSAS).

Verzicht auf Lachgas, Ersatz z. B. durch Remifentanyl

#### Plan C:

Den Frischgasfluss bei der Inhalationsanästhesie möglichst niedrig halten, schon in der Einleitung sehr rasch reduzieren, möglichst weitgehend geschlossene Systeme benutzen.

Auf Desfluran verzichten, Sevofluran bevorzugen wegen des geringeren „Global Warming Potentials“.

#### Plan Zukunft:

In Zukunft könnte eine komplette Rückgewinnung und Wiederverwendung der Inhalationsanästhetika aus der Abluft eine weitere Alternative sein. „Thus, the reduction, recapture and reuse of these gases can provide significant climate and health benefits“ (WHO [12]).

Bis diese Zukunft Realität wird, sollten wir uns als vormalige „Gasmänner und Gasfrauen“ endgültig in Anästhesiologen/-innen verwandeln, die umweltbewusst mit unserer Atmosphäre und gesundheitsbewusst mit uns selbst umgehen. Wenn Sie sich Ideen für die Umgestaltung auch in Ihrem Arbeitsbereich holen möchten und mit interessierten Kolleginnen und Kollegen diskutieren und Erfahrungen austauschen möchten, bietet das „Forum Nachhaltigkeit“ der DGAI und des BDA dazu exzellente Gelegenheit [13]!

Mein Fazit: 177 Jahre nach dem „Ether Day“ scheint das Ende der Inhalationsanästhesie nicht mehr ausgeschlossen.

Ihr

**Hinnerk Wulf**

### Literatur

1. Schnider TW, Nieuwenhuijs-Moeke GJ, Beck-Schimmer B, Hemmerling TM: Pro-Con Debate: Should all general anaesthesia be done using target-controlled propofol infusion guided by objective monitoring of depth of anaesthesia? *Anesth Analg* 2023;137:565–575
2. Vollmer MK, Rhee TS, Rigby M, et al: Modern inhalation anaesthetics: potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophys Res Lett* 2014;42: 1605–1611
3. Ryan S, Nielsen CJ: Global Warming Potential of Inhaled Anaesthetics: Application to Clinical Use. *Anesth Analg* 2010;111:92–98
4. Özelsel TJP, Sondekoppam RV, Buro K: The future is now – it's time to rethink the application of the global warming potential to anaesthesia. *Can J Anesth* 2019;66:1291–1295

5. Meyer MJ: Desflurane should Desappear: Global and Financial Rationale. *Anesth Analg* 2020;131
6. White SM, Shelton CL: Abandoning inhalational anaesthesia. *Anaesthesia* 2020;75:451–454
7. Müller S, Wulf H: Einfluss der Anästhesiegase auf den Klimawandel. *Anästhesiologie Intensivmed* 2023;64:418–427
8. Sherman J, Le C, Lamers V, et al: Life cycle greenhouse gas emissions of anaesthetic drugs. *Anesth Analg* 2012;114:1086–1090
9. Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V.: KLUG https://www.klimawandel-gesundheit.de (Zugriffsdatum: 16.05.2023)
10. Kochendörfer IM, Kienbaum P, Großart W, Rossaint R, Snyder-Ramos S, Grüßler L: Umweltfreundliche Absorption von Narkosegasen. *Die Anaesthesiologie* 2022;71:824–833
11. Schuster M, Richter H, Pecher S, Koch S, Coburn M: Positionspapier mit konkreten Handlungsempfehlungen der DGAI und des BDA: Ökologische Nachhaltigkeit in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästhesiologie Intensivmed* 2020;61:329–333
12. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/sectoral-interventions/health-care-activities/strategies (Zugriffsdatum: 16.05.2023)
13. https://forum-nachhaltigkeit.bda-dgai.de (Zugriffsdatum: 16.05.2023).

### Korrespondenz- adresse



**Prof. Dr. med.  
Hinnerk Wulf**

Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie  
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH – Standort Marburg  
Baldingerstraße  
35043 Marburg, Deutschland  
Tel.: 06421 58-62003  
Fax: 06421 58-62014  
E-Mail: h.wulf@med.uni-marburg.de  
ORCID-ID: 0000-0002-5444-5553