

Anästhetika in der Antarktis

Bei Operationen kommen oft Inhalationsanästhetika, so genannte Flurane, zum Einsatz, die als starke Treibhausgase wirken. Wie viel davon weltweit hergestellt wird, ist unklar; Atmosphärenforscher versuchen, die tatsächliche Menge anhand globaler Luftmessungen zu bestimmen, unter anderem in der koreanischen Forschungsstation King Sejong in der Antarktis.

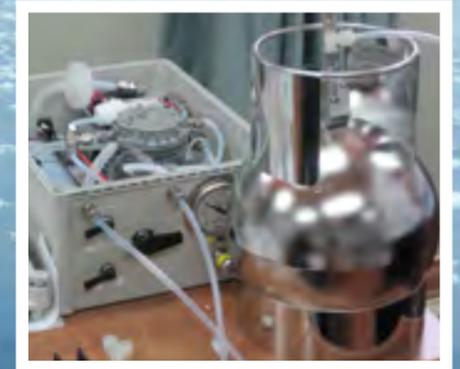
TEXT: Cornelia Zogg / BILDER: Martin Vollmer

Sie heißen Desfluran, Isofluran und Sevofluran und verheissen einen süßen Schlaf, während Chirurgen einen im OP zusammenflicken. Aber sie haben auch eine dunkle Seite: Sie heizen dem Erdklima ordentlich ein; Desfluran ist als Treibhausgas beispielsweise 2500-mal potenter als CO₂. Eine weltweite Inventur wäre also ganz im Sinne des Kyoto-Protokolls. Doch das erweist sich als schwieriger als erwartet, denn die Industrie gibt sich zugeknöpft. Bislang lagen nur Schätzungen vor, die im Bottom-up-Verfahren ermittelt wurden. Dabei wird der Verbrauch in Krankenhäusern hochgerechnet und daraus eine ungefähre Produktionsmenge abgeleitet.

Empa-Forschende um Martin Vollmer haben nun den entgegengesetzten Weg gewählt: top-down. Sie analysierten Luftproben von verschiedenen Stationen des weltweiten Messnetzes AGAGE (Advanced Global Atmospheric Gases Experiment – siehe Karte S. 14) nach Spuren der Inhalationsanästhetika und berechneten daraus die weltweite Produktionsmenge. Diese entspricht umgerechnet einer Menge von drei Millionen Tonnen CO₂. «Das klingt zwar nach viel», so Vollmer, «allein der Schweizer Personenverkehr produziert pro Jahr aber etwa dreimal mehr.» Es handelt sich also um eine vergleichsweise geringe Menge Treibhausgas, die über Operationssäle in unsere Atmosphäre gelangt. Dennoch gilt vor allem Desfluran als besonders klimawirksam und ist mit einer Halbwertszeit von 14 Jahren extrem langlebig, während sich Sevofluran und Isofluran nach «nur» einem bzw. drei Jahren abbauen.

Nach zwei Jahren tauchen die Gase am Südpol auf

Messungen in der Antarktis haben zudem gezeigt, dass diese Substanzen bis in die hintersten Regionen unserer Erde gelangen. Für ihre Reise zu den Polen benötigen die Treibhausgase ein bis zwei Jahre. Der Atmosphärenwissenschaftler Vollmer war bereits zweimal auf der koreanischen Forschungsstation King Sejong in der Antarktis, um dort Messungen vorzunehmen und die Luftproben zu analysieren. Da dies für eine dauerhafte Überwachung dann doch zu aufwändig ist, füllen koreanische Kollegen auf der Station regelmäßig Luft in Flaschen ab und schicken sie nach Dübendorf. Für ihre Analysen kann Vollmers Team ausserdem auf Proben aus einem Luftarchiv zurückgreifen; seit 1978 zapfen australische Forscher regelmäßig Luft aus der Atmosphäre ab und lagern sie für spätere Untersuchungen ein. Doch was ist zu tun, da nun effektive Zahlen



vorliegen und sogar bekannt wird, dass diese Substanzen nicht nur in den urbanen Zentren vorkommen – wo sich hauptsächlich verwendet werden –, sondern bis ans Ende der Welt reisen? «Darüber ist sich niemand wirklich einig», meint Vollmer.

Umstrittener Handlungsbedarf

Flurane werden bereits seit den 1980er-Jahren hergestellt, und schon damals gab es Gegner und Befürworter. Zwar handelt es sich um extrem starke Treibhausgase, doch ist die absolute Menge so gering, dass sie insgesamt kaum ins Gewicht fällt. Demgegenüber stehen etliche Vorteile in Human- und Tiermedizin. Veterinäre nutzen die Anästhetika, um rasch und unkompliziert ganze Viehbestände zu betäuben und anschließend beispielsweise Kastrationen bei Ferkeln vorzunehmen. In der Veterinärmedizin ist dies weitaus günstiger, als ein Tier nach dem anderen durch Injektionen zu narkotisieren. In der Humanmedizin spielen die Kosten eine geringere Rolle, doch ist die Inhalationsanästhesie für die Patienten angenehmer.

Im Hinblick auf die drohende Klimaerwärmung bleibt dennoch die Frage, ob sich nicht atmosphärenschonendere Alternativen entwickeln liessen. //

Auszeichnung für Berner Forscher

Der Klimaphysiker Hubertus Fischer von der Universität Bern erhielt den renommierten «ERC Advanced Grant» für seine Forschung an polaren Eisbohrkernen. Im Rahmen des Projekts deepSLICE («Deciphering the greenhouse gas record in deepest ice using continuous sublimation extraction/laser spectrometry») soll das Team eine neuartige Extraktionsmethode für Luft aus Eisbohrkernen sowie eine spezielle Analyseverfahren zur Messung der Treibhausgaskonzentrationen und der Kohlendioxidisotope entwickeln. Im Projekt wird Fischer vom Empa-Team um Lukas Emmenegger unterstützt. Es ist führend in der Entwicklung und Anwendung von laserspektroskopischen Methoden für die Gasanalytik in der Atmosphärenforschung. Die laserbasierte Gasanalytik ist hochpräzise und benötigt nur sehr kleine Gasmengen. Beides ist entscheidend für die Messung der Proben einer für 2019/20 geplanten internationalen Eiskernbohrung in der Antarktis. Diese soll die Treibhausgas-Geschichte auf die letzten 1,5 Millionen Jahre erweitern – bislang konnte die Wissenschaft mit Hilfe der Eiskerne «nur» 800 000 Jahre in die Vergangenheit blicken. Für deepSLICE hat der Europäische Forschungsrat in den nächsten fünf Jahren knapp 2,3 Millionen Euro vorgesehen.

Die Atmosphäre vergisst nichts

Erst seit wenigen Jahren sind halogenierte Kühl- und Schäummittel der vierten Generation im Umlauf. Sie ersetzen langlebige Treibhausgase wie R134a, die in (Auto-)Klimaanlagen, Kühlschränken und in diversen Schäumen verwendet wurden. Die neuste Generation dieser Substanzen ist ein grosser Fortschritt: Sie zersetzen sich in der Atmosphäre wesentlich schneller als ihre Vorgänger. Substanzen wie HFC-1234yf, HFC-1234ze(E) und HCFC-1233zd(E) werden mittlerweile schon vermehrt eingesetzt, wie erste Ergebnisse aus den Empa-Messstationen auf dem Jungfraujoch und in Dübendorf zeigen. Seit Beginn der Messungen im Jahr 2011 werden diese drei Kühlmittel immer häufiger in der Luft nachgewiesen. Das lässt darauf schliessen, dass immer mehr Hersteller auf die neue Generation umsteigen. Die Ergebnisse wurden vor kurzem in der Fachzeitschrift «Environmental Science & Technology» veröffentlicht.

Messung der alten Semester

Nebst der Analyse der neuen Generation werden nach wie vor auch deren Vorläufer untersucht. In einer kürzlich erschienenen Studie in PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) analysierte ein internationales Forscherteam – unter anderem Stefan Reimann und Martin Vollmer von der Empa – die Menge an HFC-Emissionen und verglich diese mit den offiziellen Deklarationen verschiedener Herstellerländer, die dazu verpflichtet sind, ihre Emissionen einzuschätzen und jährlich an die UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) zu melden. Die Emissionen stammen nicht nur aus dem Herstellungsprozess, sondern geraten vor allem bei der Verwendung der Substanzen in die Atmosphäre: Lecks in Kühlgeräten oder das langsame Ausdiffundieren von Treibmitteln aus eingebauten (Isolations-)Schäumen gehören zu den häufigsten Quellen. Die von der UNFCCC ausgewerteten Angaben haben die Forscher mit den gemessenen Konzentrationen verglichen. Es zeigten sich teils deutliche Diskrepanzen – und zwar in beide Richtungen. Teilweise lagen die gemessenen Werte über den rapportierten (z. B. für HFC-125 und HFC-143a), bei andern Mitteln waren sie tiefer (HFC-134a). Diese Diskrepanz sei gemäss der Autorinnen und Autoren der Studie einerseits darauf zurückzuführen, dass nicht alle Länder Angaben zum Verbrauch der Kühlmittel liefern, andererseits mangelt es für detailliertere Studien nach wie vor an Messstationen. Die Empa-Station auf dem Jungfraujoch ist beispielsweise bereits in zwei internationalen Netzwerken, bei AGAGE (Advanced Global Atmospheric Gases Experiment) und GAW (Global Atmosphere Watch; s. Infografik S. 14/15.)

Unsere Klimaanlagen hinterlassen Spuren – auch in der Luft. Kühl-, aber auch Schäum- und Lösungsmittel sind schädliche Treibhausgase und verbleiben oftmals sehr lange in der Atmosphäre, bevor sie sich zersetzen. Die neuste Generation Kühlmittel wurde vor wenigen Jahren lanciert; nun liegen erste Messergebnisse zu deren Verbreitung vor.

TEXT: Cornelia Zogg / BILD: jungfrau.ch



Video
Atmosphere and Climate Research
at Jungfraujoch

<https://youtu.be/c0uoRynYomw>

Forschen ohne Grenzen

