

Methan – Treibhausgas und Energieträger zugleich

Immer wieder Hinweise auf neue Emissionen und Spekulationen über unentdeckte Lager im Erdinnern

Methan ist nach dem Kohlendioxid das wichtigste vom Menschen emittierte Treibhausgas. Vorläufig gibt es jedoch sowohl bei den Methanquellen wie bei den Senken noch Ungereimtheiten.

Methan, ein geruch- und farblos Kohlenwasserstoff, ist der Hauptbestandteil von Erdgas, aber auch zum Beispiel von Biogas. Es wird auf der Erde ständig auf verschiedenste Weise in die Atmosphäre emittiert. Dort wirkt es während seines relativ kurzen Verweilens in der Atmosphäre als Treibhausgas über 20-mal stärker als das wichtigste durch Menschen zusätzlich freigesetzte Treibhausgas, das Kohlendioxid. Methan dürfte derzeit gut ein Fünftel der Wirkung aller vom Menschen emittierten Treibhausgase ausmachen.

Sofortmassnahme gegen die Erwärmung

Bei den Quellen des Methans gibt es sowohl biologische wie auch nichtbiologische; zudem können die Emissionen vom Menschen verursacht sein oder auch in ungestörter Natur entstehen. Zum Teil handelt es sich auch um ein Zusammenwirken von beidem. So kann der Mensch beispielsweise Methanemissionen provozieren oder verstärken, die durch Viehzucht, Reisanbau, Abfallentsorgung oder das Verbrennen fossiler Brennstoffe verursacht werden. Auf diese Weise dürfte er laut dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) über 60 Prozent zur globalen Methanemission beitragen. Zu den rein natürlichen Emittenten zählen Feuchtgebiete, Ozeane, Wälder und geologische Quellen.

Zurzeit geht das IPCC auf der Basis verschiedener Abschätzungen davon aus, dass pro Jahr insgesamt etwa 600 Millionen Tonnen Methan in die Atmosphäre gelangen und ihr etwa gleich viel durch Senken entzogen werden. In der Atmosphäre entweicht das Gas teilweise in die Stratosphäre. In der Troposphäre kann es auf natürliche Weise durch die sehr reaktionsfreudigen sogenannten Hydroxyle und im Grenzgebiet zwischen der Wasseroberfläche der Ozeane und der Atmosphäre durch Chlor oxidiert und so zerstört werden. Im Boden bauen es Mikroorganismen ab.

Die Quellen sowie die natürlichen Senken des Methans zu kennen, ist für die Klimaforschung und die Klimapolitik von grosser Relevanz. Nur so kann auch Klarheit darüber gewonnen werden, wie stark zum Beispiel durch eine Reduktion des vom Menschen verursachten Methanausstosses, wie sie von Experten ins Gespräch gebracht wird, der Klimawandel verlangsamt werden könnte. Da Methan zwar eine grosse Treibhauswirkung, mit etwa 10 Jahren aber eine bis zu 20-mal kürzere Lebensdauer in der Atmosphäre als Kohlendioxid hat, könnte durch eine Verminderung des vom Menschen verursachten Ausstosses dem Klimawandel zumindest kurzfristig entgegengewirkt werden. Dies würde laut den Fachleuten schnell zu Buche schlagen, und es liesse sich so Zeit gewinnen. Neue Studien zeigen zum Beispiel, dass die Emissionen des Reisanbaus – der laut IPCC zwischen 12 und 26 Prozent des dem Menschen zugeschriebenen Methanausstosses ausmacht – durch den Einsatz von mineralischem Dünger und periodisches Trockenfallen der Felder auf ein Zehntel reduziert werden könnten.

Arbeiten an einer globalen Methanbilanz

Vorerst steht aber das Erstellen einer detaillierteren globalen Methanbilanz im Zentrum. Anhand von Modellen, die verschiedene relevante Prozesse beschreiben und in die die gemessene räumliche Verteilung der Gaskonzentrationen und der Isotopenzusammensetzung in der Atmosphäre sowie deren Veränderungen einfließen, wird die globale Methanemission geschätzt. Solche Schätzungen sind allerdings mit grossen Unsicherheiten behaftet. Nicht nur kommen in den Rechenmodellen unterschiedliche Verweilzeiten für Methan in der Atmosphäre zum Einsatz. Man weiss auch nur wenig darüber, wie viel Methan in den einzelnen Senken dem Kreislauf entzogen wird und wo wie viel Methan in die Luft gelangt.

Gerade zu den Emissionsquellen gibt es, wie Forschungsarbeiten der jüngsten Zeit zeigen, noch viele Fragen. Auch am Herbsttreffen der American Geophysical Union in San Francisco wurde klar, dass beim Thema Methan noch vieles im Argen liegt. Evan A. Solomon von der Scripps Institution of Oceanography in La Jolla und sein

Team etwa stellten Arbeiten aus dem nördlichen Golf von Mexiko vor, der im Untergrund Ansammlungen von Kohlenwasserstoffen enthält. Sie hatten mit einem Unterwassergefährdungsziel an fünf Stellen den kontinuierlichen Methanfluss vom Meeresgrund an die Oberfläche gemessen. Üblicherweise, so Solomon, würden solche Daten per Schiff erhoben. Wegen der Strömungen verfehlten diese jedoch oft die Emissionsquellen; die so gemessenen Werte dürften deshalb zu niedrig sein.

Solomons Team extrapolierte den gemessenen Methanausstoss auf das gesamte Gebiet, in welchem auf Satellitenbildern am Meeresgrund Ölschlick zu sehen war. Es kam zum Schluss, dass allein in dieser Region, die nur 8 Prozent des Golfs von Mexiko ausmacht, jährlich mindestens 5 Millionen Tonnen Methan freigesetzt werden dürften. Das entspräche laut Solomon bereits 50 Prozent der Menge, die nach bisheriger Auffassung von allen Ozeanen ausgestossen wird. Methanemissionen aus solch geologischen Quellen sind bis jetzt in den Bilanzen des IPCC übrigens noch gar nicht berücksichtigt.

Für die Gesamtemission des Golfs von Mexiko ergäben sich, glaubt Solomon, wenn alle derartigen Emissionsquellen lokalisiert seien, vermutlich sehr viel grössere Zahlen. Zudem geht er davon aus, dass es solche Emissionen auch im Schwarzen, im Kaspischen und im Ochotskischen Meer, in der Nordsee und an der Westküste Afrikas gibt. Da dieses natürlich aus den Meeren aufsteigende Methan aus Erdölreservoir stamme und deren typische Isotopenzusammensetzung aufweise, könne es in der Atmosphäre auch nicht von jenem unterschieden werden, das der Mensch durch die Energienutzung freisetze. Die vom IPCC verwendeten Angaben des menschlichen Anteils an den globalen Methanemissionen seien daher mit entsprechender Vorsicht zu geniessen.

Überraschungen

Auch von auftauenden Seen Sibiriens wird laut einer von Kathey Walter von der University of Alaska Fairbanks kürzlich veröffentlichten Studie mehr Methan emittiert als bisher angenommen. Insgesamt setzen die Seen demnach 3,8 Millionen Tonnen Methan im Jahr frei, was den Methanausstoss der nördlichen Feuchtgebiete um 10 bis 63 Prozent vergrössert; auch hier hätten die bisherigen Messungen methodische Mängel aufgewiesen, heisst es. Ebenso dürften die Messungen des Methangehalts via Satelliten laut verschiedenen Experten mit Ungenauigkeiten behaftet sein. In den tropischen Feuchtgebieten wurden im vergangenen Jahr ausserdem vorher nicht bekannte enorme Mengen an Methanemissionen durch Pflanzen und Staudämme ermittelt.

Nicht berücksichtigt werden in den Methanemissionsbilanzen des IPCC zudem sogenannte Schlammvulkane, die sich an der Erdoberfläche und am Meeresgrund finden, da auch sie zu den geologischen Quellen zählen. Bei ihnen tritt aus tiefen Sedimentschichten ein Gemisch aus Wasser, Gas – vor allem Methan – und Schlamm nach oben und bildet im Laufe der Zeit eine Art von Vulkankegel. Bereits 2004 hatten Experten erstmals abgeschätzt, dass die Schlammvulkane pro Jahr mindestens 6 bis 9 Millionen Tonnen Methan emittieren, und in der Fachzeitschrift «Environmental Geology» das IPCC aufgefordert, auch die geologischen Quellen in die globale Methanbilanz aufzunehmen. Laut neueren Abschätzungen tragen geologische Quellen insgesamt mit 40 bis 60 Millionen Tonnen bis zu 10 Prozent zum jährlichen Methanausstoss bei.

Unklarheiten gibt es sodann auch bei der Bildung von Methan. Zwar wird es wie auch andere Kohlenwasserstoffe, insbesondere Erdöl, nach gängiger Meinung durch biologische Prozesse gebildet. Dass Methan aber auch nichtbiologisch entstehen kann, ist spätestens seit 2004 bekannt. Damals gelang es Henry P. Scott von der Indiana University in South Bend mit einem Team im Labor unter Bedingungen, wie sie im Erdinnern herrschen, Methan ohne biologische Ausgangsmaterialien zu erzeugen.

Dass man vieles noch nicht weiss, zeigt auch die Entwicklung der Methankonzentration in der Atmosphäre. In den letzten 250 Jahren hat sich diese nahezu verdreifacht. Dieser Anstieg konnte einerseits durch Analysen von Eisbohrkernen und andererseits aus den etwa 30 Jahre zurückreichenden direkten Messungen ermittelt werden. Ab den 1990er Jahren verlangsamte sich der Anstieg jedoch. Seit 1999 ist die Konzentration sogar



Reisfelder – ein Bild aus China – können viel Methan freisetzen. BRUNO BARBEY / MAGNUM PHOTOS

konstant. Es werden jedoch immer wieder starke Fluktuationen beobachtet, über deren Ursachen bis jetzt nur spekuliert werden kann.

Philippe Bousquet vom Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement in Frankreich und sein Team kamen zum Beispiel anhand der regional gemessenen Methan- und Hydroxylkonzentrationen in der Luft und von Modellrechnungen zum Schluss, dass die Unterschiede der jährlich gemessenen Methanspitzen in erster Linie auf die Emission von Feuchtgebieten zurückzuführen seien. Die Forscher gehen aufgrund ihrer Berechnungen davon aus, dass der Rückgang des Methananstiegs in der Atmosphäre in den 1990er Jahren mit einem rückläufigen Ausstoss der vom Menschen beeinflussten Quellen, insbesondere fossiler Ressourcen im Norden, zu erklären sei. Seit 1999 nehme jedoch dieser Ausstoss insbesondere wegen des Wirtschaftswachstums in Ostasien wieder zu. Global werde der neue Anstieg momentan jedoch von einer durch

den Forschern, warum sich beispielsweise auch in Vulkanregionen oder kristallinem Gestein Methan findet. Sie gehen davon aus, dass so möglicherweise auch die in der Erdgeschichte registrierten, schwer erklärbar langfristigen Methanschwankungen erzeugt wurden.

Sollte sich die These des nichtbiologisch gebildeten Methans und seiner episodischen Freisetzung tatsächlich dereinst bestätigen, würde dies nicht nur bedeuten, dass Methan in der Treibhausgasbilanz wohl noch lange ein schwer kalkulierbarer Faktor bleibt. Dieses Methan – falls sich abiogene Vorräte finden lassen – würde auch einen riesigen Energievorrat darstellen. Die bisherigen Gasvorkommen liessen sich damit nicht nur durch die Gashydrate in Sedimenten entlang der Kontinentalränder erweitern, an deren Exploration man seit einigen Jahren arbeitet, sondern auch durch eine ganz neue Kategorie von Methan in noch grösseren Tiefen.

Simone Ulmer

Forschungsarbeiten öffentlich begutachten

Projekte der Public Library of Science und des Magazins «Nature»

Kurz vor Weihnachten hat der Open-Access-Verlag Public Library of Science (PLOS) ein neues Online-Magazin ohne fachspezifische Ausrichtung namens «PLOS One» lanciert – mit einem gewagten Konzept.¹ Die hier erscheinenden Artikel sind nämlich nicht nur frei auf dem Internet verfügbar, wie bei allen von PLOS herausgegebenen Zeitschriften, sondern werden zudem öffentlich begutachtet. Dabei sollen die Arbeiten zum einen nach Punkten bewertet werden, wie es auf dem Internet (zum Beispiel bei Amazon) schon weit verbreitet ist. Zum andern können alle Leser unter Angabe ihres Namens Kommentare und Hinweise anfügen. Die eingereichten Arbeiten werden zuvor lediglich darauf geprüft, ob sie methodisch den Standards entsprechen.

Die öffentliche Kommentierung der Beiträge stellt das traditionelle Peer Review System auf den Kopf, in welchem dieser Prozess vertraulich abläuft. Die Arbeiten stellen so den Ausgangspunkt für weiterführende Diskussionen dar, statt den Schlusspunkt einer «geheimen» Diskussion zu bilden. Das Online-Magazin ist damit die erste Umsetzung des Konzepts der «erweiterten Publikationen» durch einen bedeutenden Verlag.

Einen ähnlichen Versuch mit freiwilliger offener Begutachtung hatte die Fachzeitschrift «Nature» im Juni 2006 gestartet, wobei die Arbeiten schon auf dem Internet kommentiert werden konnten, bevor über ihre Publikation entschieden worden war.² Zusätzlich wurde – anders als nun bei PLOS One – die für Nature übliche anonyme Peer Review durchgeführt. Zwar wurden die Arbeiten und Kommentare im Internet häufig ge-

lesen, doch das Experiment wurde nach vier Monaten wegen zu geringer Beteiligung von Autoren und freiwilligen Gutachtern abgebrochen. Insgesamt wurden nur 71 Arbeiten für Kommentare bereitgestellt; davon wurden 33 gar nicht kommentiert. Nach dieser Erfahrung überlegen sich die Macher von «Nature» nun einen Teil der Arbeiten erst nach der definitiven Publikation für Kommentare im Internet zu öffnen.

Dem Problem der geringen Beteiligung will man bei PLOS One mit einem redaktionellen Beitrag von über 200 Forschern beikommen. Angestrebt werden über 100 Beiträge pro Monat; zurzeit sind bereits 92 online. So soll möglichst schnell eine kritische Masse von Autoren, Peers und Lesern angelockt werden. Die bei PLOS für die Arbeiten gewählte Open-Access-Lizenz erlaubt zudem eine Weiterverwendung der veröffentlichten Artikel unter Angabe der Quellen; man kann die Arbeiten oder Teile davon also in spezifischen Datenbanken speichern oder sie so formatieren, dass sie sich besser in bereits existierende Webportale integrieren lassen, wie dies etwa die experimentelle Plattform PLOS Too tut.³

Ob PLOS One den Durchbruch schafft, dürfte sich erst in fünf bis sechs Jahren zeigen. Gegen den Erfolg spricht die Trägheit vieler Wissenschaftler. Positive Vorzeichen sind dagegen die immer grösser werdende Gruppe von Forschern, die nach neuen Kommunikationslösungen suchen, sowie die rasante Entwicklung des Internets.

Donat Agosti

¹ <http://www.plosone.org>; ² Nature 444, 971–972 (2006); ³ <http://plostoo.dyn.dns.org/>

INHALT

Forschung und Technik

Rückgang der Brustkrebsrate in den USA 59

Eine räumliche Karte der dunklen Materie 59

Diskussion um Haiunfälle und -tourismus 61

Mensch und Arbeit

Abgefederter Stellenabbau bei der RhB 64