

Made in China

Die Emissionen des Treibhausgases F 318 sind fünfzehnmal höher, als es die offiziellen Zahlen behaupten. Jetzt haben Forscher ermittelt, woher das Gas kommt.

Von Volker Mrasek



Hotspot hochpotenter Treibhausgase: Chinas Chemieindustrie.

Ein hochpotentes Treibhausgas belastet die Erdatmosphäre viel stärker als bisher bekannt. Die Substanz hat die chemische Formel C₄F₈ und trägt die wissenschaftlichen Namen Octafluorocyclobutan oder einfach F 318. Das ungiftige Gas entweicht bei industriellen Prozessen, wenn man nichts dagegen unternimmt. Die globalen Gesamtemissionen seien in den letzten Jahren rund 15-mal höher als nach den offiziellen Berichten, welche die Länder dem Klimasekretariat der Uno melden, beklagt Jens Mühle, Atmosphärenchemiker an der Universität Kalifornien in San Diego.

Zusammen mit über vierzig anderen Forschern legt Mühle jetzt im Fachjournal «Atmospheric Chemistry and Physics» eine neue Studie über C₄F₈ vor. Die Arbeit stützt sich auf Daten eines globalen Messnetzes mit insgesamt zwölf Stationen, darunter auch eine auf dem Jungfrauoch. «Alle Stationen zeigen einen ziemlich einheitlichen Anstieg von ungefähr vier Prozent pro Jahr», sagt der Umweltwissenschaftler Stefan Reimann vom Forschungsinstitut Empa in Dübendorf.

Aus den gemessenen F-318-Konzentrationen leiten die Analytiker für 2017 weltweite Emissionen von 2200 Tonnen ab. Das klingt nicht sonderlich beeindruckend. Doch als sogenanntes F-Gas mit vielen Fluor-Atomen im Molekül hält die Industriechemikalie nicht nur die Wärmerückstrahlung der Erde sehr effizient zurück. C₄F₈ ist auch extrem stabil und hat eine statistische Lebensdauer

von 1400 bis 3200 Jahren in der Atmosphäre. Das führt zu einem enormen Erwärmungspotenzial der Verbindung: Es ist rund 10 000-mal höher als das von Kohlendioxid. Deshalb entsprechen 2200 Tonnen F 318 in ihrer Klimawirksamkeit 22 Millionen Tonnen CO₂. Das ist fast die Hälfte der Schweizer Treibhausgas-Emissionen.

Hotspot der unerwartet hohen Emissionen ist laut den Forschern Ostasien. Rund ein Drittel des Treibhausgases stamme aus China, aus den hochindustrialisierten Zonen rund um Peking und aus dem Jangtse-Delta. Da könne man «sehr sicher sein», sagt der Meteorologe Andreas Stohl vom Norwegischen Institut NILU.

Aus der Teflonherstellung

Stohl und seine Kollegen messen zwar nicht direkt vor Ort, ihre nächstgelegenen Stationen in dieser Region befinden sich nordöstlich von Peking und in Südkorea. Doch wenn dort Luftmassen mit erhöhtem F-318-Gehalt eintreffen, kann man durch sogenannte inverse Transportmodelle ermitteln, wo sie hergekommen sind.

Es gibt bekannte Anwendungen für C₄F₈ in der Halbleiter- und Elektronikindustrie. «Das deckt aber nicht einmal zehn Prozent von dem ab, was wir als globale Emissionen bezeichnen würden», sagt Stefan Reimann. Die Autoren der neuen Studie vermuten eine andere Hauptquelle für F 318: die Produktion von Polytetrafluorethylen (PTFE), besser

bekannt als Teflon. Aus dem altbewährten Kunststoff werden Lager, Dichtungen, Gerätebeschichtungen und Membranen für Funktionstextilien fabriziert. Dabei, so Reimann, «kann F 318 als Nebenprodukt entstehen».

Teflon-Fabriken gebe es zwar auch in Europa und Nordamerika, «aber dort sehen wir interessanterweise sehr wenig Emissionen». Gängige Praxis in diesen Produktionsstätten sei es nämlich, das entstehende C₄F₈ zu verbrennen, bevor es entweichen kann. In China ist das offenbar anders, wie Jens Mühle nach eigenen Angaben erfahren hat. Dort werde F 318 in der Regel nicht zerstört. Der zweitgrösste PTFE-Hersteller des Landes habe das einem Wissenschaftler gegenüber bestätigt. Wichtig in diesem Zusammenhang auch: China ist mit Abstand die Nummer 1 unter den Teflonproduzenten weltweit.

In der Studie heisst es, dass ein oder zwei PTFE-Fabriken in der chinesischen Küstenprovinz Zhejiang seit 2016 auch Tetrafluorpropen herstellten – ein Kältemittel, mit dem Klimaanlage von Autos immer häufiger befüllt werden (R1234yf). Mühle kann sich gut vorstellen, dass auch dabei F 318 in die Aussenluft entweicht: «Die ersten Schritte der Prozesschemie sind praktisch dieselben.»

Schon wieder China also! Im vergangenen Jahr enthüllten ähnliche atmosphärische Messungen, dass das Land noch immer einen längst verbotenen Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW 11) freisetzt und damit gegen das



Das Messnetz der Forscher ist allerdings noch ziemlich löchrig. Blinde Flecken hat es zum Beispiel in Afrika und Südamerika, aber auch im ganzen Westen Chinas.

Montreal-Protokoll zum Schutz der Ozonschicht verstösst. Jetzt zeigt sich, dass China auch steigende Emissionen von F 318 zulässt, einem der stärksten bekannten Treibhausgase. «Wenn man bedenkt, dass diese Substanz eine Lebensdauer von über tausend Jahren hat, dann muss man dem sicher Beachtung schenken», sagt der Empa-Forscher Reimann.

Noch ein Verdacht

Es gibt aber auch noch andere F-318-Sünder. So konnten die Forscher Luftmassen mit erhöhten C₄F₈-Werten über ihrer Messstation auf Svalbard im Nordpolargebiet bis nach Russland zurückverfolgen. Mutmasslicher Herkunftsort: zwei PTFE-Fabriken im Verwaltungsbezirk (Oblast) Kirov und in der Stadt Perm. Ein weiterer stärkerer Emittent ist offenbar Indien.

Mit lediglich zwölf Stationen ist das Messnetz der Forscher allerdings noch ziemlich löchrig. Blinde Flecken hat es zum Beispiel in Afrika und Südamerika, aber auch im ganzen Westen Chinas. «Rund die Hälfte der globalen Emissionen von C₄F₈ können wir deshalb regional nicht genau zuordnen», bedauert Atmosphärenchemiker Mühle. Weitere Messstationen sollen zwar hinzukommen. Aber um lückenlos kontrollieren zu können, welche Mengen an Klimagasen oder Ozonkillern die Länder der Erde wirklich ausstossen, «reichen unsere Beobachtungskapazitäten noch lange nicht aus».

Neues aus der Wissenschaft

Mehr üben macht nicht zwingend besser

«Ohne Fleiss kein Preis», lautet das Sprichwort. Genauer: Bis zum 20. Geburtstag muss man 10 000 Stunden üben, um etwas perfekt zu beherrschen, ob Golf oder Geigenspiel. Das besagte eine Studie mit Berliner Violinstudenten von 1993. Seither geriet sie immer wieder in Kritik. So ergaben Studien, dass es in gewissen Disziplinen vorteilhafter ist, wenn man später im Leben damit anfängt. Oder dass man sich nicht zwingend schon in jungen Jahren spezialisieren



muss. Jetzt kommt von US-Psychologen neue Kritik: Viel üben reicht nicht, fanden sie heraus («Royal Society Open Science»). Zur Perfektion führe vielmehr eine komplexe Kombination von Umwelt- und genetischen Faktoren. Sie analysierten die Übungsgewohnheiten von Violinisten verschiedener Spielniveaus. Wie sich zeigte, machte die Stundenzahl nur etwa einen Viertel des Fähigkeitsunterschieds aus. Je höher das Niveau, desto weniger kommt es auf die Übungsstunden an. (ruf.)

Traubenernte erfolgt immer früher

Trauben eignen sich gut, um einen Blick in die Klimavergangenheit zu werfen, weil sie empfindlich auf Temperatur und Regen reagieren. Aus Daten über Lohnzahlungen an Traubenernter, Zeitungsberichten und Aufzeichnungen aus dem Stadtrat von Beaune, die bis 1354 zurückreichen, haben Forscher mit Beteiligung der Uni Bern festgestellt: Die Traubenernte im Burgund hat in den letzten 30 Jahren 13 Tage früher eingesetzt.



Grund sei die Häufung trockener, heisser Jahre («Climate of the Past Discussions»). (pim.)

Ideologie-Anhänger haben geistige Limiten

Ob links oder rechts: Wer sich besonders stark mit einer politischen Partei oder Ideologie identifiziert, ist auch im allgemeinen kognitiv weniger flexibel. Das fanden Wissenschaftler der University of Cambridge heraus. Für ihre Studie liessen sie über 700 Amerikanerinnen und Amerikaner psychologische Tests durchlaufen («Journal of Experimental Psychology»). Sie mussten Wörter assoziieren, Karten mit verschiedenen Farben, Formen und Zahlen sortieren sowie sich Anwendungen für Alltagsgegen-

stände vorstellen. Die Forscher testeten auch, wie sehr die Teilnehmer sich einer politischen Partei verpflichtet fühlen, und verglichen die Aussagen mit den Testergebnissen. Sie kamen zum Schluss, dass mental «rigide» Menschen mehr Mühe haben, sich an neue Umstände anzupassen. (ruf.)

Älteste DNA von Parasiten gefunden

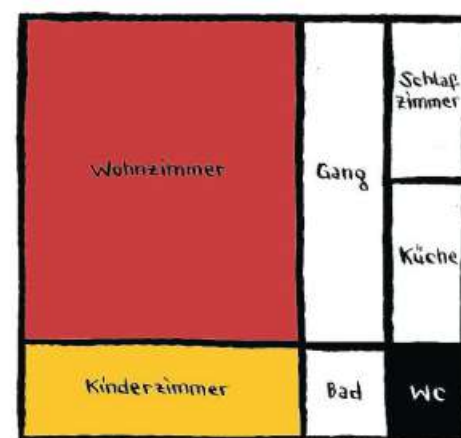
Zwischen 16 570 und 17 000 Jahre alt sollen die ältesten jemals nachgewiesenen Spuren von Parasiten sein. Argentinische Wissenschaftler haben sie in fossilen Fäkalien – auch Koprolithen genannt – entdeckt («Parasitology»). Diese stammten von einem Puma. Wie Radiokarbondatierungen ergaben, handelt es sich beim Parasiten um Spulwurmeier aus der letzten Eiszeit. Fündig wurde das Team aus Archäologen und Biologen in der bergigen Provinz Catamarca. Zur Zeit, aus der die DNA stammt, war das Gebiet feuchter als heute. Es handelt sich um den ältesten molekularen Parasiten-Nachweis weltweit. (ruf.)

Menschlicher Einfluss ist seit langem gross

Der Mensch hat die Erde sehr früh unwiderruflich verändert. Eine Analyse der Daten von 255 Archäologen zeigt, dass der Mensch schon vor 3000 Jahren, also vor der Intensivierung der

Landwirtschaft, das ökologische Gleichgewicht unseres Planeten empfindlich störte («Science»). Bisher dachte man, das Anthropozän – das vom Menschen geprägte Erdzeitalter – habe mit der Dampfmaschine oder dem Zünden der Atombombe eingesetzt. (pim.)

Schluss-Strich von Nicolas Mahler



IMMONDRIAN