

Rasterfahndung in der Atmosphäre

Noch immer zerstören FCKW die Ozonschicht, Industriegase mit extrem hohem Treibhauspotenzial heizen die Atmosphäre auf. Doch die Verursacher bleiben nicht unentdeckt: Atmosphärenforscher der Empa spüren mit hochsensitiven Geräten den schädlichen Gasen nach und identifizieren mit Hilfe von Meteodaten die Quellen der Belastung.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: iStockphoto, Empa, Nasa





Beten und auf Besserung hoffen hätte nichts genützt. Die bedrohlich dünner werdende Ozonschicht liess sich 1987 nur durch ein internationales Abkommen retten – das Montreal-Protokoll. 197 Länder haben das Protokoll seither ratifiziert und die schlimmsten Ozonkiller verboten: Treibgase in Spraydosen und Kunststoffschäumen, Kühlmittel, Feuerlöschgase. Jüngste Modellrechnungen zeigen, dass sich die Schutzhülle der Erde auf dem Pfad der Besserung befindet. Etwa um 2050 dürfte die Ozonschicht über der Südhalbkugel wieder so dicht sein wie im Jahr 1980 – wenn wir weiterhin aufpassen.

Welche Stoffe der Ozonschicht aktuell besonders zusetzen, beobachtet Stefan Reimann mit seinem Team. Der Empa-Forscher sitzt in einem eher stillen Raum im Untergeschoss des Laborgebäudes. Sein Arbeitsmittel ist der Computer. Hier laufen die Daten des Netzwerks AGAGE zusammen – «Advanced Global Atmospheric Gases Experiment». Weltweit halten ultrasensitive wissenschaftliche Geräte buchstäblich ihre Nase in den Wind, um Spurengase zu entdecken, die nicht da sein sollten. Die Schweizer Schnüffelnase steht in 3580 Metern Höhe auf dem Jungfraujoch, die irische in Mace Head an der Atlantikküste, die norwegische am Ny-Ålesund auf Spitzbergen.

Alle zwei Stunden «atmen» diese Geräte zwei Liter Luft aus ihrer Umgebung und ziehen sie durch einen auf -170 Grad Celsius gekühlten Aktivkohlefilter. Am Ende der Messung wird der Filter auf über

100 Grad erhitzt, und die eingefangenen chemischen Substanzen gelangen in ein GC-MS, einen Gas-Chromatografen mit angeschlossenem Massenspektrometer. Dort lässt sich jede Substanz dank ihres Molekulargewichts einzeln identifizieren.

Ein Ozonkiller, den es (in diesen Mengen) gar nicht mehr geben dürfte

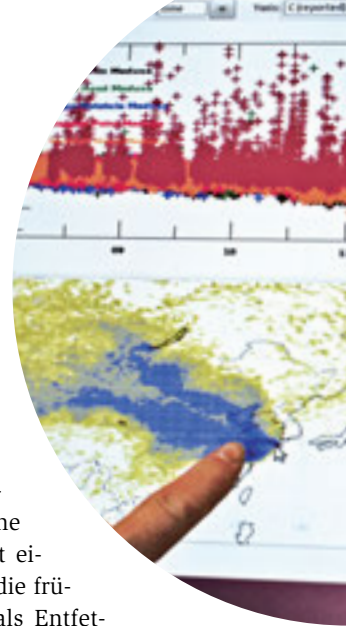
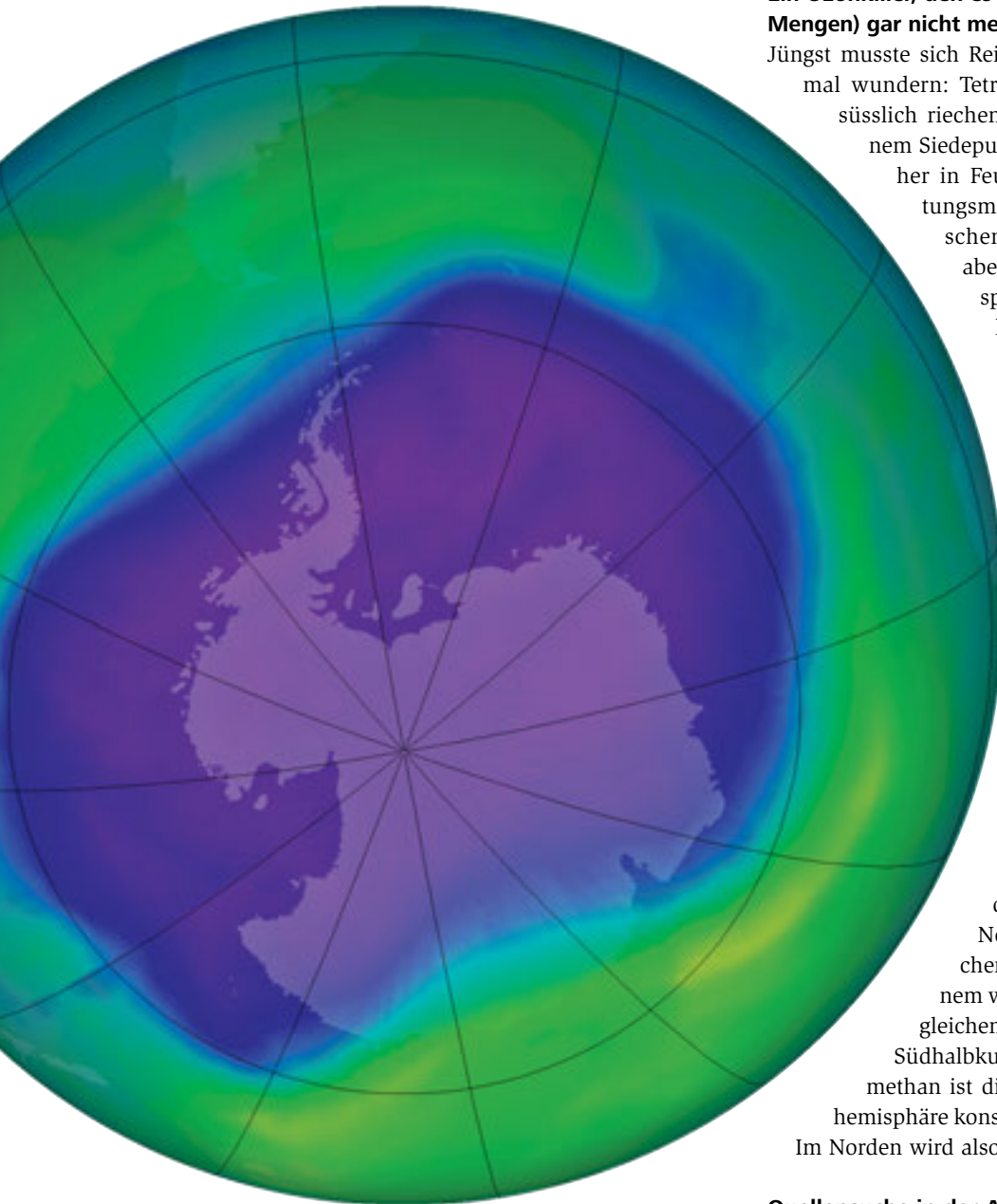
Jüngst musste sich Reimann wieder einmal wundern: Tetrachlormethan, eine süßlich riechende Flüssigkeit mit einem Siedepunkt von 77 Grad, die früher in Feuerlöschern und als Entfettungsmittel in Werkstätten und chemischen Reinigungen benutzt wurde (heute aber weltweit verboten ist), nimmt in der Atmosphäre viel langsamer ab als erwartet. Normalerweise müsste der Stoff in der Atmosphäre allmählich zerfallen – die Konzentration sollte um etwa vier Prozent pro Jahr zurückgehen. Das tut sie aber nicht, wie Reimann aus seinen Daten lesen konnte. Sie sinkt nur um rund ein Prozent jährlich. Irgendwoher kommt also neues Tetrachlormethan nach; die Forscher schätzen an die 39 000 Tonnen pro Jahr. Der Stoff darf zwar immer noch von der Industrie als Zwischenprodukt für chemische Synthesen verwendet werden – aber kleine Lecks in einigen Fabriken erklären bei weitem noch nicht ein solches Ausmass an Emissionen.

Noch ein weiteres Indiz in Reimanns Daten deutet auf anhaltende Tetrachlormethan-Emissionen hin. «Rund 90 Prozent der weltweiten Emissionen stammen von der Nordhalbkugel», erläutert der Atmosphärenchemiker. Würde eine Substanz – etwa nach einem weltweiten Bann – nicht mehr emittiert, dann gleichen sich die Konzentrationen auf der Nord- und Südhalbkugel allmählich an. Reimann: «Bei Tetrachlormethan ist dies nicht der Fall. Wir messen in der Nordhemisphäre konstant ein bis zwei Prozent mehr als im Süden. Im Norden wird also weiterproduziert.»

Quellensuche in der Atmosphäre

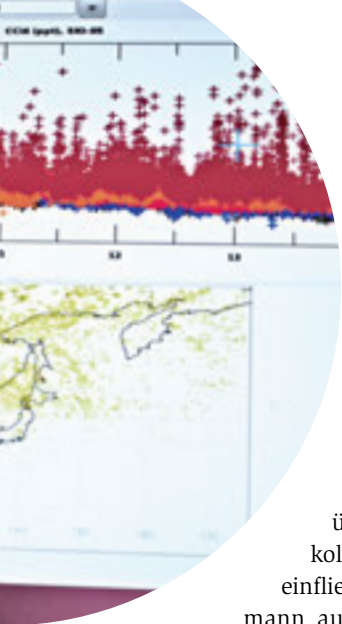
Jedesmal, wenn auf dem Jungfrauoch hohe Konzentrationen gemessen werden, gleicht der Empa-Forscher die auffälligen Peaks seiner Messungen mit meteorologischen Daten ab. Die Windströmungen während der Messung verraten, an welchem Ort der Stoff in die Luft geblasen wurde. «In Europa liegt die Schadstoffquelle für Tetrachlormethan nicht», so Reimann, «das war recht schnell klar.» Da die europäischen Messstationen allein indes keine genauen Ortsangaben für den Rest der Erde liefern können, analysierte der Empa-Forscher die Daten des globalen AGAGE-Netzes. Und tatsächlich: Eine Station in Südkorea zeigte deutliche Peaks, was die Herkunft eines Teils der Emissionen aus Asien wahrscheinlich macht.

Damit die neusten Erkenntnisse über den Zustand und die Chemie unserer Atmosphäre auch von der Politik und der breiten Öff-



Video

Was wäre geschehen, wenn FCKW 1987 nicht verboten worden wären? Eine Animation der Nasa zeigt es



fentlichkeit zur Kenntnis genommen werden, schreibt Stefan Reimann mit seinen internationalen Kollegen regelmässig Artikel in Fachzeitschriften und liefert die Daten ans Bundesamt für Umwelt (BAFU). Dort werden die Beobachtungen der Empa mit Abschätzungen des BAFU verglichen, dies sich aus den offiziellen Emissionsangaben der beteiligten Länder ergeben.

In den nächsten Verhandlungsrunden über Anpassungen des Montreal-Protokolls könnten diese Ergebnisse dann einfließen. Regelmässig verfasst Reimann auch Berichte für die World Meteorological Organization (WMO) in

Genf. Sein jüngster Beitrag stammt vom September 2014: Assessment for Decision-Makers: Scientific Assessment of Ozone Depletion. Darin warnt die WHO vor einem wachsenden indirekten Einfluss der Klimagase Lachgas, Methan und Kohlendioxid auf die Ozonschicht. Ausserdem machen steigende Mengen an Fluorkohlenwasserstoffen (H-FKW) die Fortschritte des Montreal-Protokolls bezüglich der Abschwächung auf die Klimaerwärmung bereits teilweise zunichte. Das Problem ist also noch nicht wirklich gelöst.

Treibhausgase aus Norditalien

Nicht nur ozonschädliche Gase, sondern auch klassische Treibhausgase (die im Kyoto-Protokoll geregelt sind) gehen den Forscherfahndern regelmässig ins Netz. Eines der besonders schädlichen Treibhausgase ist HFC-23 (Trifluormethan). Der Stoff entsteht als Nebenprodukt bei der Fabrikation von HCFC-22, das unter anderem zur Herstellung von Teflon gebraucht wird. Die Hersteller sind verpflichtet, HFC-23-Emissionen zu melden. Dies tun sie aber offensichtlich nur lückenhaft. Italien zum Beispiel meldete für 2009 Emissionswerte von 2,6 Tonnen pro Jahr – die Messungen auf dem Jungfraujoch zeigten allerdings, dass im besagten Zeitraum zwischen 26 und 56 Tonnen über Norditalien in die Atmosphäre entwichen sind, genauer gesagt: aus einer einzigen Fabrik. Das Brisante daran: Jede Tonne HFC-23 hat die 15 000-fache Klimawirkung von Kohlendioxid (CO₂). Die Emission dieser Fabrik trägt zum Treibhauseffekt in einem Jahr also so viel bei wie 50 000 italienische Mittelklassewagen, die jeweils 10 000 Kilometer zurücklegen.

Leider, sagt Reimann, werde die Messmethode noch nicht zur Verifizierung des Kyoto-Protokolls benutzt, mit dem der Treibhauseffekt international begrenzt werden soll. Der Grund: Seine Analysetechnik, in der Spurengasmessungen mit Wetterdaten abgeglichen werden, ist erst seit zehn Jahren ausgereift. Das Kyoto-Protokoll wurde jedoch bereits 1997 verhandelt und trat 2005 in Kraft – bevor die Unterhändler die heutigen Fähigkeiten der Luft-Detektive kennen konnten. Und so bleibt es bis zum nächsten Klimagipfel den einzelnen Nationen überlassen, ihre Emissionen korrekt zu melden – oder eben nicht. //

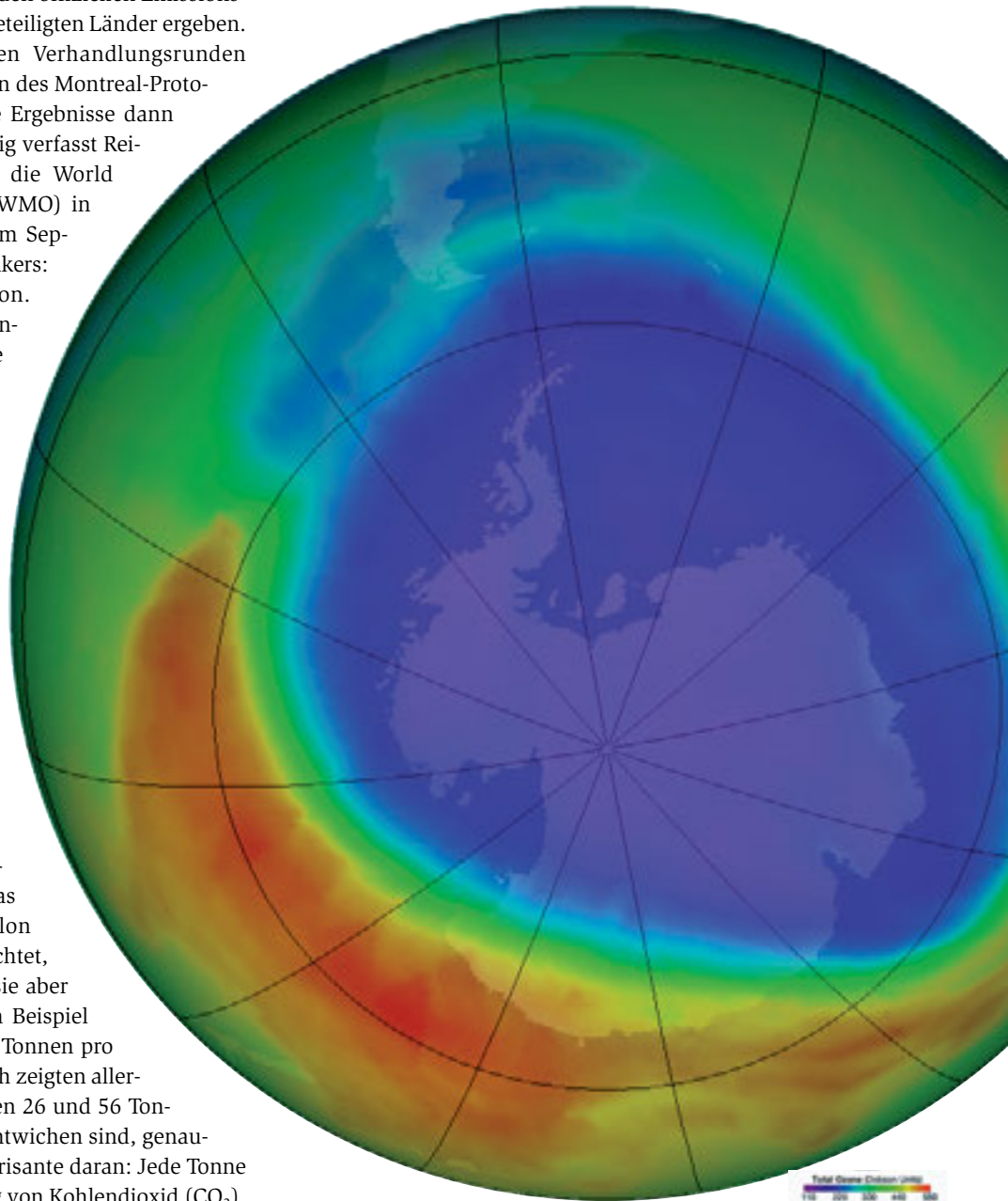


Bild links: Am 24. September 2006 war das Ozonloch bisher am grössten.

Bild rechts: Das Ozonloch über der Antarktis, gemessen am 18. September 2014. Quelle: <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/> (Die Skala der Dobson-Units zeigt die Gesamtmenge Ozon von der Erdoberfläche bis ins leere Weltall; blau-violett: am wenigsten, rot: am meisten Ozon.)

Bild oben: Der Ozonkiller Tetrachlormethan wird in Asien immer noch in grosser Menge produziert. Die Quelle des Schadstoffs ist Dank des globalen Überwachungsnetzes AGAGE deutlich auszumachen.