

Der globale Treibhauseffekt als Herausforderung für die Luftreinhaltepolitik

Der Treibhauseffekt - die Erwärmung des Erdklimas durch Schadstoffe aus menschlichen Tätigkeiten - wird uns im nächsten Jahrhundert weiter beschäftigen, darüber sind sich die Wissenschaftler einig. Noch ist allerdings unklar, welches Ausmass dieser Effekt haben wird; man spricht von einer globalen, zusätzlichen Erwärmung um 1.5 – 4.5 °C bei unveränderten Schadstoffemissionen in den nächsten fünfzig Jahren. Ebenso unklar ist, wo welche Auswirkungen zu erwarten sind. Ziemlich genau bekannt ist hingegen, welche Schadstoffe und welche Verursacher diese Erwärmung hervorrufen. Um ein gigantisches Klimaexperiment mit unbekanntem Ausgang zu vermeiden oder dessen Folgen wenigstens zu begrenzen, gilt es, die Massnahmen der Luftreinhaltepolitik künftig vermehrt auch auf ihren Beitrag zu globalen Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts zu überprüfen.

Das Treibhausproblem ist zu einem grossen Teil auf den Ausstoss von Kohlendioxid (CO₂), das zwangsläufige Produkt jeder Verbrennung fossiler Brennstoffe, zurückzuführen. Über weitere Ursachen des Problems diskutierten Ende letzten Jahres mehr als 150 Wissenschaftler aus dreissig Ländern anlässlich eines Symposiums der holländischen Vereniging Lucht in Maastricht (Holland). Im Vordergrund stand dabei der Meinungsaustausch über Eigenschaften, Bedeutung und Herkunft der Schadstoffe Methan, Lachgas, troposphärisches Ozon und halogenierte Kohlenwasserstoffe sowie über Möglichkeiten, wie deren Ausstoss vermindert werden könnte. Weitere klimarelevante Themen wie der Wasserdampfgehalt der Stratosphäre oder die Emissionen beim Flugverkehr kamen nur am Rande zur Sprache. Die in der Folge zitierten Zahlen sind alle den an der Veranstaltung gehaltenen Vorträgen entnommen und stimmen nicht notwendigerweise mit den Werten überein, die das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) kürzlich in seinem Bericht «Die globale Erwärmung und die Schweiz» veröffentlicht hat.

Globaler Methanausstoss kann stabilisiert werden

Methan (CH₄) ist der einfachste Kohlenwasserstoff, ungiftig und bei uns vor allem als Hauptbestandteil des Erdgases bekannt. Als chemisch nahezu inertes Gas trägt Methan kaum zur sommerlichen Ozonbildung bei, kann aber aufgrund seiner Langlebigkeit bis in die höheren Schichten der Troposphäre gelangen und dort treibhauswirksam werden. Die weltweiten Emissionen werden auf etwa fünfhundert Teragramm pro Jahr geschätzt (= 500'000'000'000 kg/Jahr). Die Konzentration in der Atmosphäre beträgt rund 1.7 ppm (= parts per million = cm³ pro m³) und stieg bis 1990 jährlich um 0.5 %. Verglichen mit CO₂ sind die emittierten Mengen von CH₄ 50mal geringer, dagegen ist dessen Erwärmungspotential um den Faktor 15 höher.

Ein grosser Teil der Methanemissionen entstammt natürlichen Quellen, wobei eine Abgrenzung zu menschlichen Aktivitäten schwierig ist. Der Reisanbau vorab in tropischen Ländern ist für 12 % verantwortlich, die Verbrennung von Biomasse für 8 %. Aus Landwirtschaft und Viehzucht stammen 20 %, aus Sümpfen und Ozeanen 25 – 30 %, aus der Abwasserbehandlung 5 %, aus Deponien 6 % und aus der Produktion, Verarbeitung und Verteilung von Erdöl und Erdgas rund 20 %. In den industriellen Ländern Mitteleuropas, also auch in der Schweiz, fallen neben der Landwirtschaft vor allem Erdgasverluste und Deponien ins Gewicht. Demgegenüber sind die «traditionellen» Hauptverursacher Verkehr und Feuerungen mit insgesamt höchstens 1 % Anteil an den Methanemissionen weniger bedeutend. Diese Zahlen sind grobe Schätzungen, da die Umweltforschung in manchen Entwicklungsländern die aufgeworfenen Fragen erst schwach fundiert beantworten kann.

Mehrere Luftreinhalte-Massnahmen der Schweiz, die aufgrund der bestehenden Um-

Redaktionelle Verantwortung:
Amt für technische Anlagen
und Lufthygiene – ATAL
Abteilung Lufthygiene
8090 Zürich
Telefon 01 259 30 53

LUFT

weltschutzgesetzgebung eingeleitet wurden, wirken sich auch vermindern auf die CH₄-Emissionen aus. Beispielsweise wurden die Verluste aus Erdgasleitungsnetzen bereits stark reduziert und können mit der sukzessiven Erneuerung noch weiter gedrosselt werden. Ein Handlungsbedarf ist hingegen bei Abwasserreinigungsanlagen und Deponien auszumachen, wo durch das Erfassen diffuser Emissionen nicht nur der Methanaustrag reduziert, sondern in günstigen Fällen gleichzeitig dessen Energieinhalt genutzt werden kann. Die Industrienationen wären in der Lage, ihre CH₄-Emissionen bei geschätzten Kosten von 600 Dollar pro Tonne um 35 % zu senken, womit sich der weltweite Methanausstoss in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren stabilisieren liesse.

Stabilisierung von Lachgasemissionen machbar – aber noch zu teuer?

Lachgas (N₂O) oder Distickstoffoxid ist nicht zu verwechseln mit den Stickoxiden (NO_x) im herkömmlichen Sinn, die zwar ebenfalls aus Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind, aber völlig andere Eigenschaften aufweisen. N₂O ist wie Methan eine reaktionsträge Verbindung mit einer Lebensdauer von über hundert Jahren. Sie kann deshalb in höhere Atmosphäreschichten aufsteigen und dort treibhauswirksam werden. Gegenüber

CO₂ weist Lachgas ein 270mal höheres Erwärmungspotential auf, weshalb es trotz geringeren Frachten rund 5 % des globalen Treibhauseffekts ausmacht. Die Kenntnisse über N₂O sind wesentlich geringer als bei Methan, entsprechend unsicher sind auch die Emissionsabschätzungen.

Die weltweiten Emissionen werden auf rund zehn Teragramm pro Jahr (= 10'000'000'000 kg/Jahr) veranschlagt. Mindestens die Hälfte davon entstammt natürlichen Quellen. Der Mensch steuert vor allem durch die Landwirtschaft (Stickstoffdüngung, Intensivviehzucht), durch die Produktion von Adipinsäure sowie durch andere chemische Prozesse je rund 15 % den N₂O-Emissionen bei. Als weitere Emissionsquellen gelten grosse Kohle-Wirbelschichtfeuerungen sowie der Verkehr. Katalysatorfahrzeuge stossen rund ein Drittel mehr Lachgas aus als ihre Vorgänger. In Mitteleuropa sind rund 6 %, weltweit 1 – 2 % der gesamten Lachgasemissionen dem Verkehr zuzuschreiben. Die N₂O-Konzentration in der Atmosphäre beträgt 0.3 ppm und nimmt pro Jahr um 0.4 % zu.

Für das nächste Jahrhundert ist aufgrund des Wachstums der Erdbevölkerung und der Nahrungsmittelproduktion mindestens mit einer Verdoppelung des N₂O-Eintrags in die Atmosphäre zu rechnen. Massnahmen müssen vor allem im Bereich der Landwirtschaft

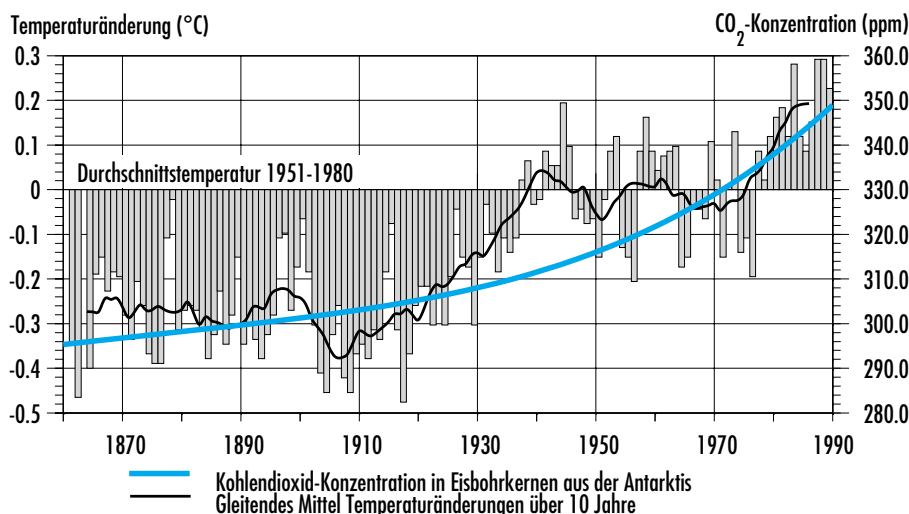
ansetzen und sollten den Stickstoffeintrag in den Boden begrenzen, um auch die Emissionen von Stickstoffverbindungen aus Böden zu vermindern. Ein solcher Schritt ist in der Schweiz geplant; das revidierte Umweltschutzgesetz sieht eine Lenkungsabgabe für Kunstdünger vor. Ausserdem macht das Gewässerschutzgesetz Vorgaben für den maximal zulässigen Viehbestand pro Weidefläche sowie für den Einsatz von Hofdünger.

Das technische Potential für eine globale Stabilisierung der N₂O-Emissionen wäre vorhanden, allerdings zu einem Preis von schätzungsweise 14'000 Dollar pro Tonne, was die wirtschaftliche Tragbarkeit zurzeit wahrscheinlich noch übersteigt.

Weitere Zunahme des troposphärischen Ozongehaltes

Als Bestandteil des Sommersmogs, aber auch als stratosphärischer Schutzschild, der vor übermässiger UV-Strahlung schützt, hat Ozon (O₃) bereits traurige Berühmtheit erlangt. Weniger bekannt, aber wissenschaftlich ebenso zweifelsfrei belegt ist die Tatsache, dass ein beträchtlicher Teil der Klimaeränderungen dem troposphärischen Ozon zuzuschreiben ist. Weltweit sind dies 12 %, bezogen auf unsere Breitengrade sogar 21 %. Auch das troposphärische Ozon – in Höhen bis zehn Kilometer – wird aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) gebildet, die vorwiegend aus Verkehr und Feuerungen stammen. Eine besondere Rolle spielt hier der Luftverkehr, der seine Schadstoffemissionen direkt in diese höheren Luftschichten einbringt, womit sich die Wirkung um den Faktor 10 verstärkt. Die jährliche Zunahme des troposphärischen Ozongehaltes hat sich in den letzten zwei Jahren etwas verlangsamt, beträgt aber immer noch 0.35 % pro Jahr.

Der Abbau der Ozonbelastung ist bereits heute ein zentrales Anliegen der Luftreinhaltungspolitik. Die Emissionsminderung bei den Hauptverursachern von Stickoxiden und VOC erhält somit lediglich eine zusätzliche, globale Rechtfertigung. Wie bereits dargelegt, ist die Reduktion der Luftverkehrsemissionen besonders dringend. Die Triebwerkindustrie bietet heute Geräte an, die 30 – 40 % weniger NO_x ausstossen. Eine weitere Verringerung in gleicher Grössenordnung ist Ziel einer (über)nächsten Triebwerkgeneration. Allerdings werden dafür zwei bis drei Jahrzehnte Entwicklungszeit veranschlagt.



Quelle: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) WMO/UNEP, 1990. Cambridge Univ. Press.

Entwicklung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre und Veränderung der globalen Temperatur seit Ende des letzten Jahrhunderts: Künftig gilt es, die Massnahmen der Luftreinhaltungspolitik vermehrt auch in Bezug auf die globalen Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts zu überprüfen.

Doppelstrategie zur Reduktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen

Aufgrund ihrer ozonschichtzerstörenden Wirkung wurden einige der wichtigsten Halogen-Kohlenwasserstoffe (Freon 11 und 12, Halone, Tetrachlormethan) in der Schweiz in den letzten Jahren schrittweise verboten. Kurzfristig werden sie in einigen Anwendungsbereichen durch Stoffe ersetzt, welche die Ozonschicht zwar schützen, aber andere unerwünschte Eigenschaften aufweisen. Als Kühlmittel kommen beispielsweise vermehrt teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe (HFCKW, FKW) zur Anwendung. Sie sind leichter abbaubar als die bis anhin verwendeten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und gelangen kaum bis in die gefährdete Ozonschicht. Solche Ersatzstoffe verfügen aber über ein beträchtliches Treibhauspotential und werden schon bald mit einem Anteil von etwa 7 % zur globalen Erwärmung beitragen. Neue Techniken in gewissen Bereichen erlauben, dass beispielsweise bei Spraydosen ganz auf FCKW verzichtet werden kann. Reine, halogenfreie Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan) kommen als Hilfsmittel für Iso-

lierschäume in Betracht. Allerdings können diese Stoffe bei ihrer Freisetzung als Ozonvorläufer wirken und so – indirekt – ebenfalls den Wärmehaushalt beeinflussen.

Der Emission von Halogen-Kohlenwasserstoffen (FCKW, FKW, HFKW, CKW, Halone) kann mit einer Doppelstrategie wirksam entgegengetreten werden: Einerseits gilt es, auf deren Einsatz dort zu verzichten, wo umweltfreundlichere Ersatzstoffe verfügbar sind und andererseits sind im Gebrauch befindliche Stoffe – zum Beispiel als Kühl-, Reinigungs- und Feuerlöschmittel – am Ende des Produktzyklus möglichst umweltverträglich zu entsorgen.

Globale Aspekte vermehrt berücksichtigen

Die globalen Dimensionen der Luftverschmutzung sind erst in den letzten Jahren in den Vordergrund gerückt. Sind Vorgänge wie Schadstoffausbreitung oder Ozonbildung an sich schon komplex und erst teilweise erforscht, so gilt dies für globale Phänomene wie den Treibhauseffekt erst recht. Trotzdem ist klar: Auch ehemals als harmlos betrachtete Verbindungen wie Methan oder CO₂ können

ohne unerwünschte und in ihren Auswirkungen noch kaum abschätzbare Konsequenzen nicht in unbegrenzten Mengen in die Atmosphäre freigesetzt werden. Die Emissionsreduktion ist bei solchen Stoffen deshalb genauso geboten wie bei den «klassischen» Schadstoffen Stickoxide und Kohlenwasserstoffe. Deshalb gilt: Je grossräumiger und unberechenbarer ein Schädigungseffekt sein kann, desto konsequenter sollte dem Vorsorgeprinzip nachgelebt werden. Damit wird die gegenwärtige Luftreinhaltepolitik um eine globale Dimension ergänzt. Die Massnahmen sollten aber künftig nicht nur auf ihre direkten ökologischen und ökonomischen Auswirkungen geprüft werden, sondern vermehrt auch auf ihren Beitrag zu globalen Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts.

