

Zwei Seiten einer Medaille: Klimawandel und Luftverschmutzung

von Mark G. Lawrence, Julia Schmale & Erika von Schneidmesser

Ein Medium verbindet alle Menschen: die Luft. Wie wir mit ihr umgehen, hat weitreichende Folgen, denn Luftverschmutzung und Klimaerwärmung gefährden unsere Umwelt, unsere Gesundheit und die Nahrungsmittelsicherheit unmittelbar und weltweit. Der Ausstoß von Kohlendioxid gilt als Hauptursache für den globalen Temperaturanstieg. Allerdings spielen auch Luftschadstoffe eine Rolle für das Klima, denn ein wärmeres Klima beeinflusst umgekehrt die Luftqualität. Klimawandel und Luftverschmutzung sind also eng miteinander verknüpft. Deshalb ist es notwendig, dass wir beide Probleme in ihrer Wechselwirkung verstehen und sie zusammen lösen.

Luftverschmutzung und Klimawandel sind große Herausforderungen für uns und zukünftige Generationen. Einerseits ist der Klimawandel die überragende umweltpolitische Aufgabe, der wir uns jetzt auf globaler Ebene stellen müssen, andererseits haben uns die Berichte aus Peking zu Beginn des letzten Jahres eindrucksvoll gezeigt, wie schlimm Luftverschmutzung werden kann (Abb. 2–5). Einer Prognose der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) zufolge wird Luftverschmutzung im Jahre 2050 weltweit die häufigste umweltbedingte Todesursache sein (Abb. 6). Während viele Menschen Luftverschmutzung in Europa als fast gelöstes Problem ansehen, konnte man kürzlich lesen, dass mehr als 80 % der städtischen Bevölkerung Konzentrationen von Feinstaub und bodennahem Ozon ausgesetzt sind, die die Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) überschreiten (EEA, 2013). Außerdem führt Luftverschmutzung – vor allem in Form von Ozon – zu

Schäden in der Landwirtschaft. Die typischen Ernteverluste liegen im Schnitt bei 5–10 %, für manche Pflanzenarten in heißen Regionen, wie etwa in den Mittelmeerländern, bei über 50 %.

Sie haben über beide Themen vermutlich bereits einiges gehört und gelesen. Mit diesem Artikel wollen wir Ihnen eine etwas andere Perspektive eröffnen und zunächst fragen: Wie denken Sie über diese beiden Probleme? Wenn Sie so denken wie die meisten Menschen, werden Sie sie wahrscheinlich als zwei unabhängige Themen mit unterschiedlichen Ursachen und Wirkungen wahrnehmen, Themen, die wenig, wenn überhaupt etwas miteinander zu tun haben, abgesehen davon, dass beides Umweltprobleme sind.

Normalerweise werden Luftverschmutzung und Klimawandel in Zeitungsartikeln, Dokumentationen oder öffentlichen



Abb. 1
Die Luftverschmutzung ist in vielen deutschen Städten drastisch. Aktuelle Studien zufolge wird sich die Luftqualität in den Ballungszentren in den kommenden Jahren eher noch verschlechtern..



Abb. 2/3
Oben links: Extreme Luftverschmutzung auf dem Tian'anmen Platz in Peking am 11. Januar 2013. (Quelle: www.news.cn)

Unten links: Ein Satellitenbild der NASA vom 14. Januar 2013 zeigt, dass die Luftverschmutzung auch aus dem All zu sehen ist.

Diskussionen jeweils für sich betrachtet. Auch der Gesetzgeber behandelt sie getrennt: Luftverschmutzung fällt in der Regel in den Zuständigkeitsbereich von Ländern und Kommunen, wo die Auswirkungen am stärksten spürbar sind. Der Klimawandel ist hingegen mehr ein Thema der nationalen und internationalen Agenda. Denken Sie an die jährlich stattfindenden Klimakonferenzen der Vereinten Nationen (die letzte im November 2013 in Warschau) und das dort diskutierte „Zwei-Grad-Ziel“, das sich auf den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur bezieht.

Luftverschmutzung und Klimawandel sind eng miteinander verknüpft

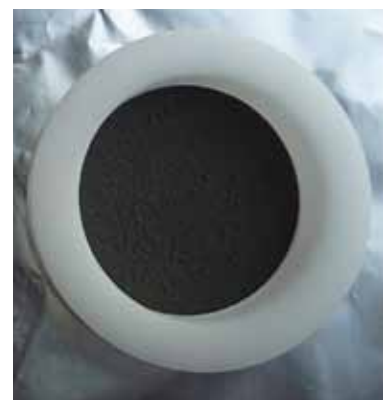
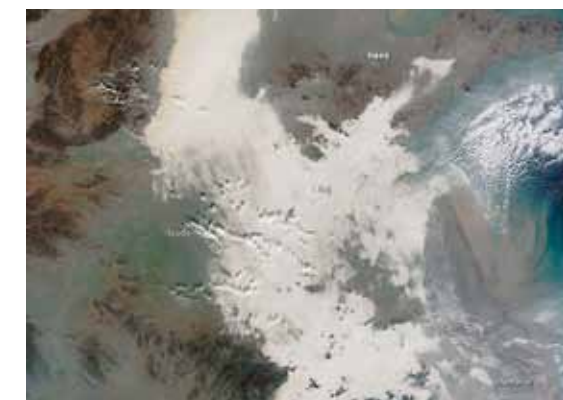
Ein praktisches Beispiel für die getrennte Behandlung beider Probleme sind die Umweltzonen gegen Luftverschmutzung in Ballungsgebieten (Abb. 7): Umweltzonen haben den Zweck, die Schadstoffemissionen lokal zu verringern und damit die Luftqualität vor Ort zu verbessern. Die Möglichkeit, gleichzeitig den Kraftstoffverbrauch und damit den Kohlenstoffdioxidausstoß der Fahrzeuge für den Klimaschutz zu minimieren, ist nicht vorgesehen und müsste auf Bundesebene entschieden werden.

Umgekehrt verhält es sich mit der „grünen Energie“, die in Holz- oder Pelletöfen verheizt wird. „Grün“ bezieht sich hier nur auf die CO₂-Neutralität. Wenn wir jedoch die grauen, braunen oder sogar schwarzen Rauchschwaden aus den Schornsteinen von Wohnhäusern aufsteigen sehen, wird deutlich, dass „grüne Energie“ in Bezug auf die lokale Luftqualität gar nicht so „grün“ ist.

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass Luftverschmutzung und Klimawandel durch drei Aspekte eng miteinander verbunden sind:

- 1) ihre Funktionsweise in der Atmosphäre,
- 2) ihre Wechselbeziehung und
- 3) mögliche Gegenmaßnahmen (Jacob and Winner, 2009).

Zum ersten Punkt: Luftverschmutzung und Klimawandel entfalten ihre Wirkung über den gleichen Mechanismus. Beide werden durch Veränderungen der chemischen und mikrophysikalischen Zusammensetzung der Atmosphäre hervorgerufen, weil wir Menschen Bedingungen geschaffen haben, unter denen große Mengen Ruß, Kohlendioxid,



Methan und andere Gase ausgestoßen werden, die dann zum Teil weiterreagieren und Ozon und Feinstaub bilden.

Für den zweiten Punkt müssen wir etwas weiter ausholen: Es gibt wissenschaftliche Erkenntnisse, die belegen, dass Luftverschmutzung und Klimawandel bedeutende Wechselwirkungen haben. Viele Luftschadstoffe wirken sich erheblich auf das Klima aus, während ein verändertes Klima auch die Luftverschmutzung beeinflusst.

So wirkt Luftverschmutzung auf den Klimawandel

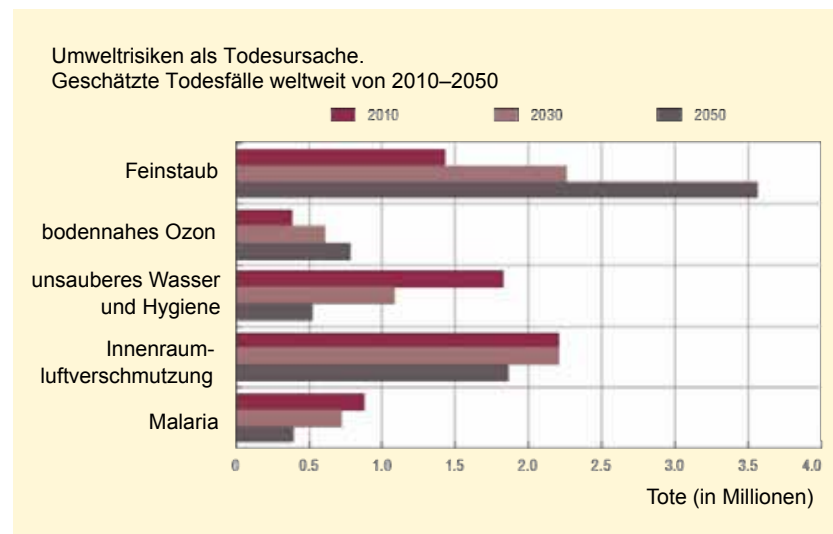
Machen wir zunächst einen Exkurs, um die Wirkung von Luftschadstoffen auf das Klima besser zu verstehen. Die Grafik aus dem Bericht des Weltklimarats (IPCC) von 2013 (Abb. 8) veranschaulicht die Zusammenhänge. Im Gegensatz zu den international gehandelten „Klimagasen“, allen voran CO₂, die zur Klimaerwärmung führen, können einige



Abb. 4/5
Oben und unten rechts: Luftverschmutzung ist auch an anderen Orten extrem, wie z. B. in der nepalesischen Hauptstadt Kathmandu. Die Fotografien zeigen einen Filters für die Feinstaubsammlung vor und nach einem 24-stündigen Einsatz. Solch verschmutzter Luft sind die Lungen der Menschen dort ausgesetzt. Fotos: Maheswar Ruphakeri

Abb. 6

Im Jahre 2050 wird Luftverschmutzung durch Feinstaub die häufigste Todesursache unter ausgewählten Umweltrisiken sein, noch vor Malaria und unzureichender Hygiene.
Grafik nach: OECD Umweltbericht 2012



Luftschadstoffe auch eine Abkühlung verursachen. Viele Schadstoffe wie Rußpartikel (die das sogenannte „Black Carbon“ oder BC enthalten) oder Gase wie Ozon und Methan tragen zur Klimaerwärmung bei. Doch bestimmte Partikel, vor allem solche, die größtenteils aus Sulfat oder organischen Verbindungen bestehen, entfalten abkühlende Effekte. Sie wirken dadurch der global ansteigenden Temperatur entgegen.

Die klimaerwärmende Wirkung der kurzlebigen Schadstoffe Ozon, Methan und Ruß ist in der Summe ungefähr ebenso groß wie die von CO₂. Das wird sich ändern, wenn der CO₂-Gehalt der Atmosphäre weiterhin so schnell ansteigt wie jetzt, weil CO₂ nur langsam aus der Luft entfernt wird, sich dadurch ansammelt und seine Wirkung daher immer stärker wird und sehr lange anhält. Wie eine Studie aus dem Jahr 2013 zeigt (Bond et al., 2013), ist die Wirkung von Black Carbon allerdings wesentlich größer als zuvor angenommen. Ruß entsteht bei unvollständiger Verbrennung und wird oft als dunkler Rauch sichtbar, der aus Kaminen und Dieselfahrzeugen quillt oder über offenem Feuer aufsteigt. Er wird mittlerweile als eine der wichtigsten klimaerwärmenden Substanzen nach CO₂ betrachtet, und Schätzungen zufolge könnte der Beitrag von Ruß zur globalen Erwärmung etwa halb so groß sein wie der von CO₂. Alle anderen Feinstaubkomponenten entfalten dagegen eine kühlende Wirkung. Diese ist in etwa so groß wie die von Ruß, Ozon und Methan



Abb. 7

Umweltzonen sind ein Instrument zur Luftreinhaltung in Ballungsgebieten. Sie dienen jedoch nur der Reduzierung von Luftschadstoffen in hoch belasteten Gebieten. Treibhausgase z. B. können unbeeinflusst weiteremittiert werden. Foto: Volker Werner

zusammengenommen, nur mit umgekehrten Vorzeichen. Das heißt jedoch nicht, dass die kühlenden Luftschadstoffe die Klimawirkungen der erwärmenden Schadstoffe aufheben. Dafür gibt es zwei Gründe: Zum einen sind diese beiden Substanzklassen auf dem Erdball nicht gleich verteilt und zum anderen wirken sie unterschiedlich in der Atmosphäre.

Langlebiges Kohlendioxid vs. kurzlebige Luftschadstoffe

Neben der Tatsache, dass Treibhausgase nur klimaerwärmend sind, während Luftschadstoffe wärmen oder kühlen können, gibt es noch einen weiteren Unterschied. CO₂ bleibt nach seiner Emission aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe Hunderte von Jahren im Klimasystem. Stoffe wie Methan, Ozon und Ruß verweilen hingegen sehr viel kürzer in der Atmosphäre. Methan hat eine atmosphärische Lebensdauer von ca. 10 Jahren, Ozon von ein paar Monaten und Ruß von nur ca. einer Woche. Deshalb werden sie als „kurzlebige klimawirksame Schadstoffe“ bezeichnet, kurz „SLCPs“ nach dem englischen Fachbegriff „Short-Lived Climate-forcing Pollutants“. Weitere Informationen und ein erhellender Kurzfilm unter: <http://climpol.iass-potsdam.de/multimedia>.

Die Bedeutung dieser Kurzlebigkeit wird aus den Kurvenverläufen in Abb. 9/10 deutlich. Die Grafik zeigt die Entwicklung der Mengen von CO₂ (oben) und von SLCPs (unten) in der

Atmosphäre für dieses und das letzte Jahrhundert. Schauen wir uns zunächst die Entwicklung der CO₂-Emissionen an. Wenn wir weiterhin immer mehr CO₂ ausstoßen, wird seine Menge in der Atmosphäre stetig anwachsen. Schaffen wir es aber, den Emissionsanstieg zu bremsen und die Emissionen konstant zu halten, würde die CO₂-Menge in der Atmosphäre dennoch ansteigen. Allerdings nicht so stark wie im ersten Fall. Wenn es gelänge, die Emissionen zu reduzieren, beispielsweise auf das Niveau von 1990, dann würde die Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre immer noch ansteigen, jedoch langsamer als in den ersten beiden Fällen. Wir müssten die Emissionen extrem reduzieren, damit die CO₂-Konzentration fällt. Und selbst wenn wir unsere CO₂-Emissionen in den nächsten Jahren auf null reduzieren könnten, würde die CO₂-Menge in der Atmo-

sphäre nicht plötzlich auf vorindustrielles Niveau absinken, sondern nur sehr langsam zurückgehen (Abb. 9/10, oben, unterste Kurve).

Bei den SLCPs haben wir einen anderen Verlauf. Falls die Emissionen weiter zunehmen, werden sich die Mengen in der Atmosphäre ebenfalls erhöhen (jedoch ggf. nicht so schnell wie beim CO₂, da Luftschadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit häufig bereits durch gesetzliche Regelungen reduziert werden). Wenn es gelingt, die Emissionen konstant zu halten, wird auch die Konzentration der diversen SLCPs in der Atmosphäre konstant bleiben. Würden wir die Emissionen tatsächlich reduzieren, wäre schon bald eine Reduktion in den atmosphärischen Mengen zu beobachten. Im Extremfall, wenn alle SLCP-Emissionen

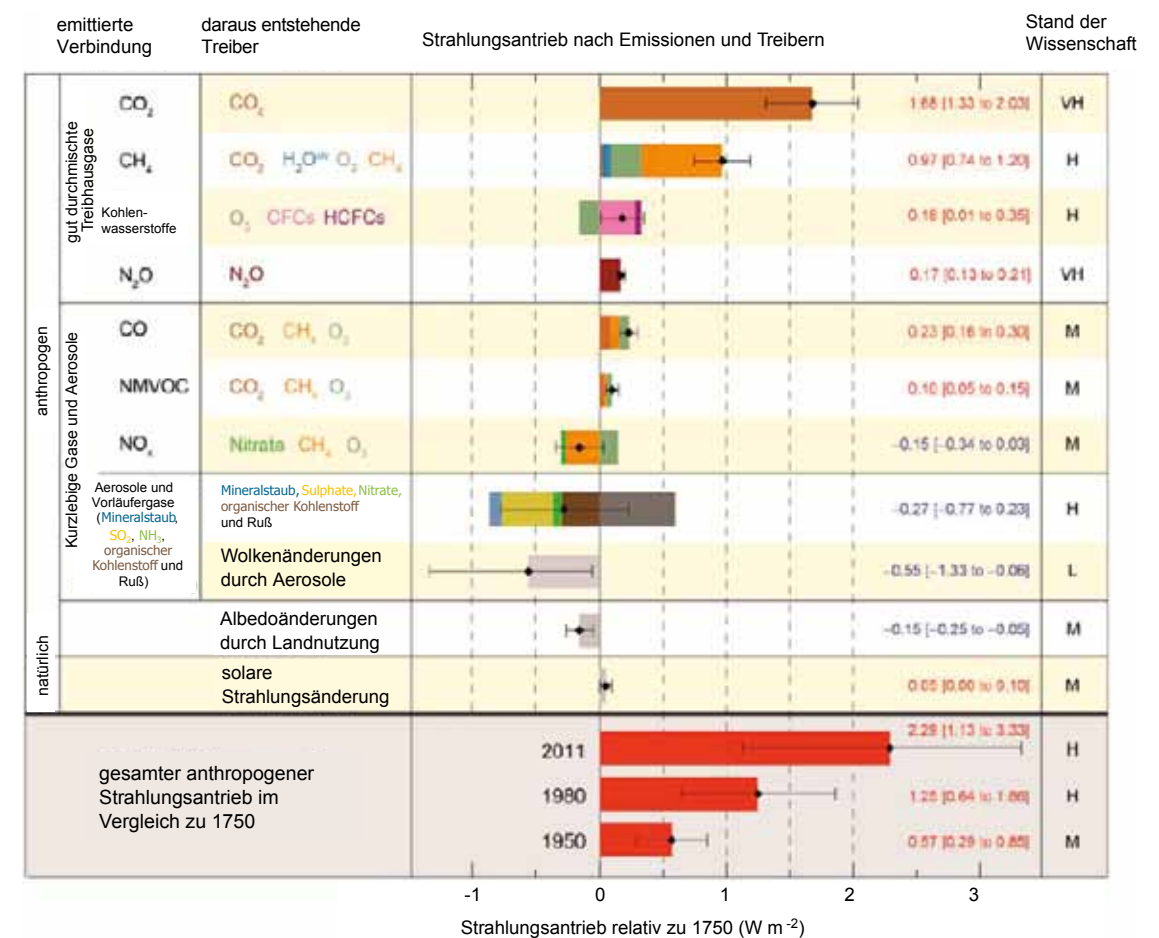
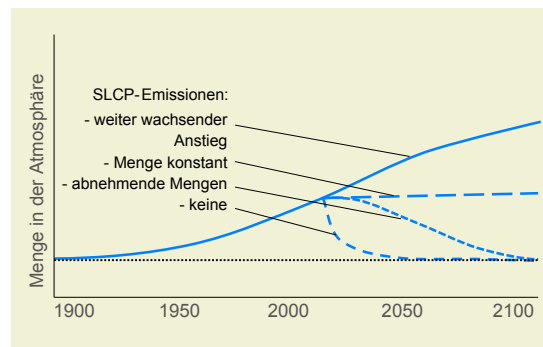
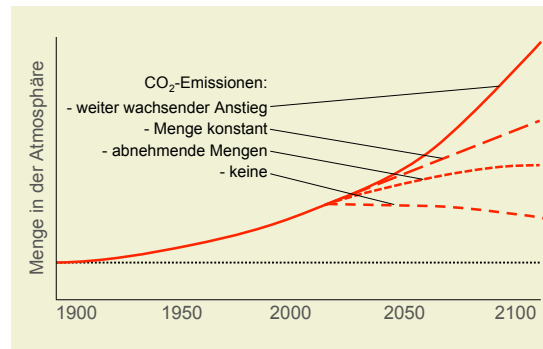


Abb. 8

Diese Abbildung zeigt die erwärmende (Balken nach rechts) und die kühlende Wirkung (Balken nach links), die durch Änderungen verschiedener Substanzen in der Atmosphäre seit 1750 hervorgerufen wurde. (Quelle: Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers (approved), 2013, Übersetzung erfolgte für diesen Artikel und entspricht keiner offiziellen Version)

Abb. 9/10
Die Bedeutung der Kurzlebigkeit von SLCPs wird aus den Kurvenverläufen ersichtlich. Die Grafik zeigt die Entwicklung der Konzentrationen von CO₂ (oben) und von SLCPs (unten) in der Atmosphäre für dieses und das letzte Jahrhundert. Während CO₂ lange in der Atmosphäre verweilt und seine Konzentration deshalb nur mit zeitlicher Verzögerung abnimmt, wenn wir den Ausstoß sehr drastisch kürzen, reagieren die SLCP-Konzentrationen in der Atmosphäre direkt auf veränderte Emissionsmengen.



gestoppt werden könnten, würden die Konzentrationen in der Atmosphäre schnell, das heißt innerhalb von Wochen oder Monaten oder im Falle von Methan innerhalb eines Jahrzehnts, auf ihre natürlichen Hintergrundkonzentrationen zurückfallen (Abb. 9/10, unten, unterste Kurve).

Forschen, kommunizieren und selbst handeln:

- **Forschen:** Die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Luftverschmutzung und Klimawandel muss weiter fortgesetzt werden. Damit unterstützen wir auch die Politik bei Entscheidungen über wirksame umweltpolitische Maßnahmen.
- **Kommunizieren:** Über Synergieeffekte und Zielkonflikte zu sprechen kann helfen, ineffektive Entscheidungen durch Unwissenheit zu vermeiden. Aktive Kommunikation ist der erste Schritt, um Wissen in operationale Vorgaben für die Praxis umzusetzen und für Entscheidungsträger zugänglich zu machen.
- **Handeln:** Bei sich selbst anfangen! Obwohl es noch viele Details gibt, die wir besser verstehen müssen, wissen wir genug, um jetzt zu handeln. Suchen Sie nach Möglichkeiten, dieses Wissen in Ihrem eigenen Leben umzusetzen, und unterstützen Sie entsprechende Maßnahmen in Ihrer Stadt oder Region. Denn gemeinsam kommen wir schneller vorwärts auf dem Weg zu einer saubereren und klimatisch stabileren Welt.

So wirkt das Klima auf die Luftverschmutzung

Bisher haben wir die Auswirkungen von Luftschadstoffen auf den Klimawandel betrachtet. Umgekehrt beeinflusst der Klimawandel auch die Luftverschmutzung. Ein wärmeres Klima wird voraussichtlich häufiger länger anhaltende Hochdruckwetterlagen zur Folge haben. Unter solchen Bedingungen bildet sich vor allem mehr Ozon. Schon ist von der „Klimastrafe“ durch Ozon die Rede, dem Anstieg der Ozonkonzentration in Bodennähe, der durch den Klimawandel zu erwarten ist (Fiore et al., 2012). Ein weiterer zu erwartender Effekt sind Änderungen der Niederschlagsmengen. Es wird vorhergesagt, dass der Klimawandel in vielen Regionen zu mehr Niederschlag führen wird. Dies würde die Feinstaubkonzentrationen durch Ausregnen senken, ein positiver Effekt. Aber auch das Gegenteil wäre möglich: In anderen Regionen wird es zu weniger Niederschlag und zur Ansammlung von Feinstaub in der Luft kommen (Colette et al., 2013). Modellstudien zu diesem Thema sind derzeit noch mit sehr großen Unsicherheiten behaftet, deshalb sind noch weitere wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich.

Luftschadstoffe und Treibhausgase kommen oft aus denselben Quellen

Die dritte Gemeinsamkeit zwischen Luftverschmutzung und Klimawandel besteht darin, dass Luftschadstoffe und wichtige langlebige Treibhausgase, besonders CO₂, viele gemeinsame Quellen haben. Dazu gehören unter anderem Kohlekraftwerke, die besonders viel Schwefeldioxid und



CO₂ emittieren, aber auch Kraftfahrzeuge, die neben CO₂ Stickoxide, Feinstaub (inklusive Ruß) und verschiedene flüchtige organische Verbindungen ausstoßen. Maßnahmen zur Verringerung der Luftschadstoffe können deshalb oft genutzt werden, um gleichzeitig die Emission von Treibhausgasen zu senken und umgekehrt. Allerdings werden solche Maßnahmen in der Praxis leider nicht immer koordiniert, wie wir am Beispiel der Holzverbrennung weiter oben gesehen haben. Deshalb sind in jedem Einzelfall eine sorgfältige Abwägung und eine Abstimmung zwischen Politik, Zivilgesellschaft und Wissenschaft nötig (siehe Infobox auf S. 20).

Synergieeffekte nutzen

Luftqualität und Klimawandel sind also in vielerlei Hinsicht eng miteinander verwoben. Deshalb ist es wichtig, sie integriert als Einheit zu betrachten. So vermeidet man, Maßnahmen zu ergreifen, die zwar das eine Problem lösen, das andere aber verschlimmern, und kann sich auf solche konzentrieren, die sowohl dem Klimawandel als auch der Verbesserung der Luftqualität dienen.

Im Allgemeinen bringen große Systemveränderungen in verschiedenen Sektoren, wie z. B. Energiewirtschaft, Verkehr und Landwirtschaft, Synergieeffekte für Luftqualität und Klima. Ein Beispiel hierfür ist die Energiewende (Abb. 11): Wenn Kernkraftwerke durch Kohle- oder Gaskraftwerke ersetzt würden und eine vollständige Umstellung auf erneuerbare und klimafreundliche Energiequellen wie Wind und Sonne gelänge, käme es zwangsläufig gleichzeitig zu einer Verbesserung der Luftqualität. Generell können Maßnahmen zum Klimaschutz große positive Auswirkungen auf die Sauberkeit der Luft haben. Einer Studie zufolge sparen wir mit jeder Tonne nicht emittierten Kohlendioxids 35 Euro, die wir andernfalls für den Erhalt bzw. die Wiederherstellung von Gesundheit und Ökosystemen ausgeben müssten (Nemet et al., 2010).

Luftreinhaltung für den Klimaschutz

Umgekehrt ergeben sich auch Vorteile, wenn Maßnahmen gegen Luftverschmutzung dem Klimaschutz dienen. Dieses Thema hat in den letzten anderthalb Jahren erheblich an

Abb. 11
Die Energiewende ist eine große Chance, strukturelle Veränderungen herbeizuführen, die sowohl der Begrenzung des Klimawandels als auch der Luftreinhaltung nutzen.
Foto: Stadtwerke München

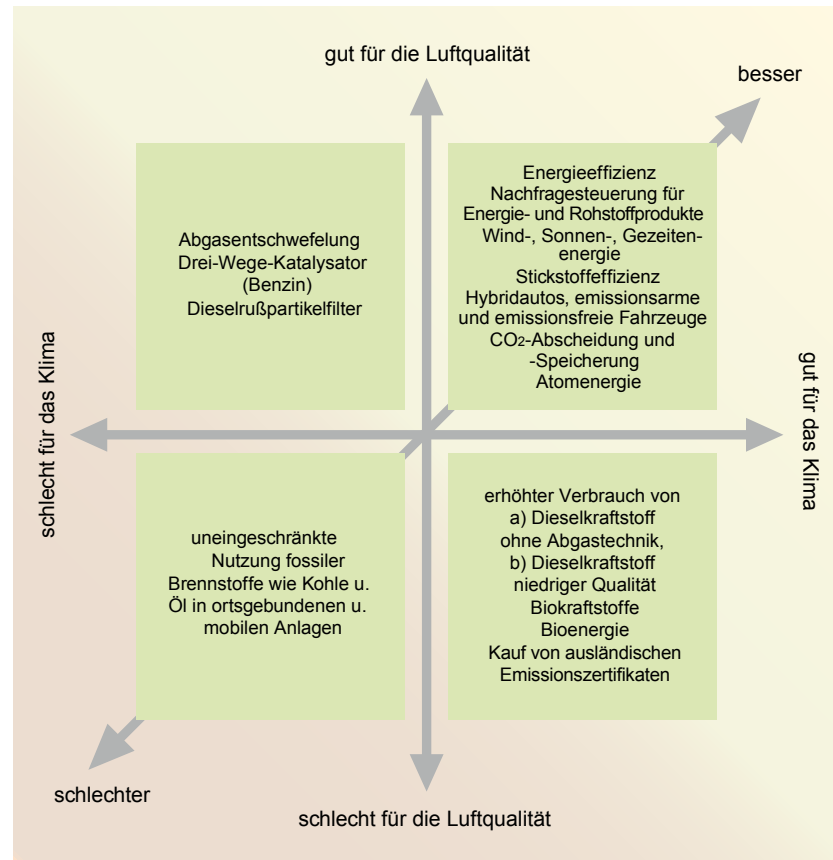


Abb. 12 Die Grafik zeigt, dass manche im Namen des Klimawandels eingeleiteten Maßnahmen negative Folgen für die Luftreinhaltung haben können und umgekehrt. Maßnahmen in der rechten oberen Ecke haben positive Effekte für beide Bereiche. Grafik nach: Williams, 2012; modifiziert von Schneidmesser and Monks, 2013

Klimaschutzmaßnahmen können zu erhöhter Luftverschmutzung führen (Williams 2012; siehe Abb. 12). Ein Beispiel, die Holzverbrennung in Privathaushalten, wurde schon erwähnt. Es ist zu erwarten, dass die Beheizung von Wohnräumen nach derzeitiger Gesetzgebung bis zum Jahre 2030 die größte Rußquelle in Europa sein wird (Amann, 2012); sie ist damit ungefähr für die Hälfte der gesamten Rußemissionen verantwortlich. Andererseits kann die Minderung der Luftverschmutzung den Klimawandel verstärken. Wie bereits erwähnt, entfalten manche Partikel in der Atmosphäre eine abkühlende Wirkung, besonders die Sonnenlicht reflektierenden Komponenten Sulfat, Nitrat und Ammonium (Abb. 8). Diese Partikel stammen meist aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie aus der Landwirtschaft. Man schätzt, dass sie die globale Erwärmung momentan um ungefähr ein Grad Celsius senken (Ramanathan und Feng, 2009; Ramanathan und Xu, 2010). Deshalb würde die gezielte Reduzierung dieser Luftschadstoffe zu einem merklichen globalen Temperaturanstieg führen. Man könnte also argumentieren, es sei sinnvoll, diese Schadstoffe im Sinne des Klimaschutzes *nicht* zu reduzieren. Allerdings sind sie eine Gefahr für die Gesundheit und zudem für sauren Regen und die Nährstoffübersättigung von (aquatischen) Ökosystemen verantwortlich, die zu starkem Algenwachstum führen kann.

Wissen und Technik effektiv nutzen

Wenn uns die Menschheit und die Ökosysteme also wirklich am Herzen liegen, dann können wir diesen Kühleffekt nicht als Ausrede benutzen. Hier ist es wichtig zu wissen, dass die Emissionen von Schwefeldioxid, dem Hauptverursacher des Kühleffekts, oft mit CO₂-Emissionen einhergehen, wie z. B. bei Kohlekraftwerken. Mit groß angelegten, systemweiten Maßnahmen, wie oben für die Energiewende diskutiert, ließen sich demzufolge große Fortschritte in beiden Bereichen, Klimaschutz und Luftreinhaltung, erreichen. Einfachere, aber kostengünstigere technologische Lösungen, wie der Einbau von Anlagen zur Rauchgaswäsche, haben dagegen nur eine geringe oder gar keine Auswirkung auf die CO₂-Konzentration und damit keine Synergieeffekte.

Wir verfügen über ausreichend Wissen und viele technische Möglichkeiten, um zwei der größten Umweltprobleme unserer Zeit zu lösen. Es liegt an jedem Einzelnen von uns und den Entscheidungsträgern, Luftverschmutzung und Klimawandel zusammen zu betrachten, um Maßnahmen

Dynamik gewonnen, vor allem durch die Gründung der „CCAC“ („Climate and Clean Air Coalition“) im Februar 2012. Dies ist ein internationales Aktionsbündnis gegen den Klimawandel und für saubere Luft, das sich besonders auf SLCPs konzentriert. Auslöser waren zwei Berichte des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) und wissenschaftliche Veröffentlichungen, die damit zusammenhängen. Diese zeigen 16 Maßnahmen gegen Methan- und Rußemissionen auf und legen dar, dass sich der Klimawandel mit ihnen innerhalb relativ kurzer Zeit bremsen lässt. Die Modellsimulationen dieser Studien zeigen, dass wir die „Zwei-Grad-Marke“ nur dann halten können, wenn wir CO₂-Emissionen drastisch verringern und gleichzeitig Maßnahmen gegen SLCPs ergreifen. Zudem würden damit Millionen Menschenleben gerettet und große Ernteverluste vermieden. Das heißt, wir könnten die globale Erwärmung durch die Reduzierung der SLCP-Emissionen kurzfristig abbremsen und uns dadurch etwas Zeit für Anpassungen an ein verändertes Klima verschaffen. Doch die Maßnahmen zur Verminderung der SLCPs dürfen uns auf keinen Fall dazu veranlassen, mit der Reduzierung der CO₂-Emissionen zu warten.

Widersprüche lösen

Obwohl sich die Reduzierung von CO₂ und SLCPs häufig gleichermaßen positiv auf Klimawandel und Luftverschmutzung auswirkt, treten gelegentlich auch Konflikte auf. Halbherzige

Die Autoren

Prof. Dr. Mark Lawrence ist wissenschaftlicher Direktor am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS). Er erforscht unter anderem die Schnittstelle zwischen Luftverschmutzung und Klimawandel sowie die Unsicherheiten und Risiken von „Climate Engineering“. Professor Lawrence promovierte 1996 in Erd- und Atmosphärenwissenschaften am Georgia Institute of Technology in Atlanta (USA) und arbeitete bis 2011 am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz. 2011 wurde er ans IASS berufen und 2013 zum Honorarprofessor der Universität Potsdam ernannt.



Dr. Julia Schmale ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS). Sie leitet das Projekt ClimPol, in dem Wege zur besseren Harmonisierung von Luftreinhaltungs- und Klimaschutzmaßnahmen zusammen mit Interessenseignern erforscht werden. Julia Schmale promovierte 2011 an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz. Ihre Dissertation über den Ferntransport von feinsten Partikel in der Atmosphäre erarbeitete sie am Max-Planck-Institut für Chemie.



Dr. Erika von Schneidmesser ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS). Der Schwerpunkt ihrer Forschung liegt in der Charakterisierung von Luftqualität in Ballungsräumen, der Repräsentation von Luftschadstoffen in Emissionskatastern und der Wechselwirkung zwischen Klimawandel und Luftschadstoffen. Sie arbeitet auch an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik. Sie promovierte 2009 an der University of Wisconsin-Madison, USA.



Kontakt (korrespond. Autor): Prof. Dr. Mark G. Lawrence, Institute for Advanced Sustainability Studies e. V., Cluster SIWA – Sustainable Interactions With the Atmosphere, Berliner Str. 130, D-14467 Potsdam; Mark.Lawrence@iass-potsdam.de

mit möglichst großen Synergieeffekten umzusetzen. Während tiefgreifende strukturelle Veränderungen Zeit und die Unterstützung der Gesellschaft brauchen, kann jeder Einzelne von uns bereits jetzt seinen Beitrag leisten. Überall, wo wir Energie und Ressourcen sparen – sei es weil wir uns aufs Rad statt ins Auto setzen, weniger heizen, Beleuchtung sparsamer einsetzen und effizientere Lampen benutzen,

warmes Wasser in Maßen verwenden oder weniger Fleisch essen – senken wir gleichzeitig die Emission von CO₂ und Luftschadstoffen.

Weitere Informationen zu diesem Thema unter: <http://climpol.iass-potsdam.de>, <http://www.unep.org/ccac/> und <http://www.rccap.aif.asia/abc/>.

Schriften

Amann, 2012, <http://climpol.iass-potsdam.de/sites/climpol/files/wysiwyg/files/amann-russfrei.pdf>.
 Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., Forster, P. M., Bernsten, T., DeAngelo, B. J., Flanner, M. G., Ghan, S., Kärcher, B., Koch, D., Kinne, S., Kondo, Y., Quinn, P. K., Sarofim, M. C., Schultz, M. G., Schulz, M., Venkataraman, C., Zhang, H., Zhang, S., Bellouin, N., Guttikunda, S. K., Hopke, P. K., Jacobson, M. Z., Kaiser, J. W., Klimont, Z., Lohmann, U., Schwarz, J. P., Shindell, D., Storelvmo, T., Warren, S. G., and Zender, C. S., 2013: Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, n/a-n/a, 10.1002/jgrd.50171.
 Colette, A., Bessagnet, B., Vautard, R., Szopa, S., Rao, S., Schucht, S., Klimont, Z., Menut, L., Clain, G., Meleux, F., Curci, G., and Rouil, 2013 L.: European atmosphere in 2050, a regional air quality and climate perspective under CMIP5 scenarios, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13, 7451–7471.
 EEA, 2013: Air quality in Europe – 2013 report, European Environment Agency, Luxembourg.
 Fiore, A. M., Naik, V., Spracklen, D. V., Steiner, A., Unger, N., Prather, M., Bergmann, D., Cameron-Smith, P. J., Cionni, I., Collins, W. J., Dalsoren, S., Eyring, V., Folberth, G. A., Ginoux, P., Horowitz, L. W., Josse, B., Lamarque, J. F., MacKenzie, I. A., Nagashima, T., O'Connor, F. M., Righi, M., Rumbold, S. T., Shindell, D. T., Skeie, R. B., Sudo, K., Szopa, S., Takemura, T., and Zeng, G., 2012: Global air quality and climate, *Chem. Soc. Rev.*, 41, 6663–6683, 10.1039/c2cs35095e.
 Jacob, D. J., and Winner, D. A., 2009: Effect of climate change on air quality, *Atmospheric Environment*, 43, 51–63.
 Nemet, G. F., Holloway, T., and Meier, P., 2010: Implications of incorporating air-quality co-benefits into climate change policymaking, *Environmental Research Letters*, 5, 014007.
 Ramanathan, V., and Feng, Y., 2009: Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives, *Atmospheric Environment*, 43, 37–50, 10.1016/j.atmosenv.2008.09.063.
 Ramanathan, V., and Xu, Y., 2010: The Copenhagen Accord for limiting global warming: Criteria, constraints, and available avenues, *Proceedings of the National Academy of Science*, 107, 8055–8062.
 Williams, M., 2012: Tackling climate change: what is the impact on air pollution?, *Carbon Management*, 3, 511–519, 10.4155/cmt.12.49.