
Gefahr für Gesundheit und Klima:

Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe

Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS)

An aerial photograph of Shanghai, China, showing a dense urban landscape under a thick layer of smog. The Huangpu River flows through the city, with several bridges crossing it. In the foreground, a large, dark, cylindrical structure, likely a monument or part of a park, is visible in the water. The background is filled with numerous high-rise buildings, some of which are partially obscured by the haze. A tall building under construction with a crane is visible on the right side of the image.

Smog über Schanghai.
Die Belastung durch
gefährliche Fein-
staubpartikel betrug
im Dezember 2013
mehr als das 24-Fache
der von der WHO
als unbedenklich
tolerierten Werte von
25 Mikrogramm pro
Kubikmeter Luft. Flüge
wurden gestrichen.
Bauarbeiten gestoppt.
Schulkinder wurden
aufgefordert, drinnen
zu bleiben.

© Marina Korobanova/fotolia

Ein Medium verbindet alle Menschen: die Luft. Unser Umgang mit ihr hat weitreichende Auswirkungen, denn Luftverschmutzung und Klimaerwärmung gefährden unsere Umwelt, Gesundheit und die Nahrungsmittelsicherheit unmittelbar und weltweit. Vor allem der Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre hat gravierende Folgen und gilt als Hauptursache für den globalen Temperaturanstieg. Die Versuche, das internationale 2-Grad-Ziel zu erreichen, beschäftigen sich daher hauptsächlich mit der Reduktion der Treibhausgasemissionen – allen voran CO₂.

Damit die Klimaerwärmung erfolgreich bekämpft werden kann, müssen allerdings weitere Ursachen berücksichtigt werden. Dazu gehören insbesondere kurzlebige klimawirksame Schadstoffe (Short-Lived Climate-forcing Pollutants, SLCPs) wie etwa Methan und Ruß, die neben CO₂ erheblich zum Klimawandel beitragen. Auch klassische Luftschadstoffe wie Ozon oder Feinstaub sind unterschätzte Klimatreiber.

Daher sollte der schädliche Ausstoß von Kohlendioxid und Luftschadstoffen schnell reduziert werden, um

- die regionale Luftqualität nachhaltig zu verbessern
- den Klimawandel in den Griff zu bekommen.

Weil Luftverschmutzung und globaler Klimawandel so eng miteinander verknüpft sind, ist es notwendig, beide Probleme in ihrer Wechselwirkung zu betrachten und zu bekämpfen.

Wir vom Forschungsprojekt *ClimPol* am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) in Potsdam erforschen daher Wege, wie Maßnahmen für Klimaschutz und Luftqualität integriert eingesetzt werden können. *ClimPol* steht für *Short-Lived Climate-forcing Pollutants: Research Needs and Pathways to Policy Implementation* und wurde am IASS im Forschungscluster *Sustainable Interactions with the Atmosphere* (SIWA) eingerichtet.

Inhalt



1

Warum haben SLCPs eine so große Bedeutung? 6

Auswirkungen auf ...

... das Klima 10

... Mensch und Ökosysteme 11

ClimPol und das IASS 36

2

Die wichtigsten SLCPs: Entstehung, Wirkung und Maßnahmen 12

Rußpartikel 14

Methan 18

Bodennahes Ozon 19

Weitere Substanzen 20

Quellen 37



3	SLCPs in Deutschland	22
	Grenzwerte und Messdaten ausgewählter SLCPs	24
	Werden die Grenzwerte eingehalten?	25

4	Klimawandel und Luftverschmutzung gemeinsam bekämpfen	26
	Bestehende Ansätze	29
	Neue Strategien	32

	Impressum und Kontakt	38
--	-----------------------	----

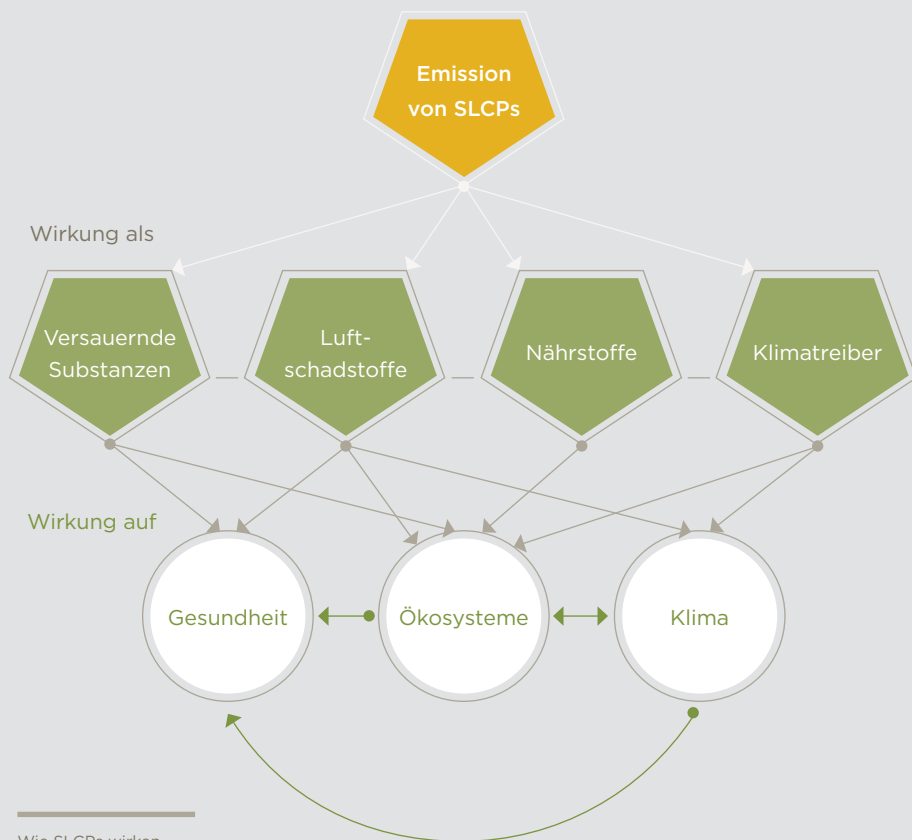
A large, white, stylized number '1' is centered vertically and horizontally over a photograph of a multi-lane highway. The highway is filled with numerous cars, mostly sedans, moving in both directions. The scene is heavily obscured by thick fog or smog, creating a hazy, grey atmosphere. In the background, a bridge or overpass structure is visible through the haze. The overall image has a muted, desaturated color palette due to the weather conditions.

1

Warum haben SLCPs eine so große Bedeutung?

Trübe Aussichten:
Verkehr zählt zu den
Hauptverursachern
der gefährlichen
Feinstaubbelastung
weltweit. In Deutsch-
land entsteht derzeit
rund die Hälfte der
Rußbelastung allein
durch Verkehr. In
China wurden wegen
des gefährlichen
Smogs 2013 zeitweise
Fahrverbote verhängt.

© AFP



Wie SLCPs wirken
(basierend auf
Europäischer
Umweltagentur
2012)

Seit Beginn des Industriezeitalters stoßen wir Menschen in großen Mengen viele verschiedene Substanzen in die Atmosphäre aus. Das hat an vielen Orten eine schlechte Luftqualität verursacht und dadurch Menschen in der unmittelbaren Umgebung der Luftschadstoffquellen krank gemacht. Gleichzeitig bewirkt dies auch den globalen Klimawandel, weil Treibhausgase wie CO₂ emittiert werden, die unsere Welt, wie wir sie kennen, drastisch verändern und gefährden könnten. Deshalb hat die internationale Gemeinschaft sich zum Ziel gesetzt, den globalen Temperaturanstieg bis zum Ende des 21. Jahrhunderts auf 2 °C zu beschränken.

Der globale Temperaturanstieg wird jedoch nicht nur durch CO₂ und andere langlebige Klimagase hervorgerufen. Ungefähr die Hälfte der Erderwärmung ist auf die Emission von SLCPs zurückzuführen.

Das sind Gase und Partikel, die als Luftschadstoffe einen direkten Einfluss auf das Klima haben. Zu den wichtigsten SLCPs zählen Rußpartikel, bodennahes Ozon und Methan. Diese werden durch menschliche Aktivitäten wie Verkehr, Stromerzeugung, Mülldeponierung, Reisanbau und Tierhaltung freigesetzt – oder in der Luft gebildet wie im Falle von Ozon.

Neben ihren schädlichen Auswirkungen auf das Klima schaden SLCPs zudem der menschlichen Gesundheit und unseren Ökosystemen.

Die gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch bodennahes Ozon und Feinstaub, darunter auch Ruß, sind seit Langem bekannt. Die Auswirkungen von SLCPs auf das Klima wiederum werden bislang zu wenig wahrgenommen. Dabei könnte ein geringerer Ausstoß bereits einen entscheidenden Beitrag im Kampf gegen den Temperaturanstieg leisten.

Bis zum Jahr 2050 kann die globale Erwärmung um 0,5 °C verringert werden, allein durch die Reduktion von Ruß- und Methanemissionen. (1)

Auswirkungen auf das Klima

SLCPs verweilen relativ kurz in der Atmosphäre:

Von wenigen Tagen (z.B. Feinstaub) über wenige Monate (z.B. Ozon) bis hin zu einigen Jahren oder Jahrzehnten (z.B. Methan und Fluorkohlenwasserstoffe, FKWs). Sie werden daher als kurzlebig bezeichnet im Vergleich zu CO_2 , das mehrere Hundert Jahre in der Atmosphäre verweilt. Deshalb wirkt sich eine Veränderung der Emissionsmenge – anders als bei CO_2 – schnell auf die Konzentration in der Atmosphäre aus. Die Wirkung der SLCPs ist dabei sowohl regional als auch überregional spürbar.

SLCPs werden je nach ihrer Wirkung auf das Klima in kühlende und wärmende Substanzen unterschieden. Feinstaub sorgt z. B. dafür, dass Sonneneinstrahlung stärker reflektiert wird und wirkt sich kühlend auf das Klima aus. Er ist für den sogenannten Maskeneffekt verantwortlich. Dieser maskiert den vom Menschen verursachten Anstieg der globalen mittleren Temperatur und lässt ihn netto geringer erscheinen, als er ohne den Maskeneffekt wäre. (2) Kühlende SLCPs führen zudem zu saurem Regen und verändern Nährstoffhaushalte in Ökosystemen, was u.a. schädliches Algenwachstum bewirkt.

Andere SLCPs dagegen wie bodennahes Ozon oder Ruß, ein spezieller Anteil von Feinstaub, absorbieren Sonnenstrahlen und strahlen Wärme aus. Sie tragen zur Erderwärmung bei.

Erwärmend		Kühlend	
Gas	Methan (CH_4)	Schwefeldioxid (SO_2) flüchtige organische Verbindungen (VOC)	
	Ozon (O_3)		
	Fluorkohlenwasserstoffe (FKWs)	Stickoxide (NO_x)	
Partikel	Ruß	Sulfate, Nitrate, Ammonium, organischer Kohlenstoff, Mineralstaub	

... Menschen und Ökosysteme

SLCPs schaden der Gesundheit und können sogar tödlich sein:

Laut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) kommt es weltweit jährlich zu fast zwei Millionen vorzeitigen Todesfällen durch Luftverschmutzung im Freien zu weiteren ca. zwei Millionen durch rußintensive Öfen in geschlossenen Räumen. (3), (4) Ruß gilt neben anderen Komponenten im Feinstaub als krebserregend. (5) Ozon und vor allem Feinstaub verursachen Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Sie waren 2010 für den Verlust von durchschnittlich 7,5 Lebensmonaten in Deutschland verantwortlich. (6)



Mit Atemschutzmasken versuchten die Bewohner der chinesischen Stadt Harbin, sich gegen die Luftverschmutzung zu wappnen.

© AP/Louise Watt

Ernteverluste in Millionenhöhe entstehen auch in Deutschland durch Ozon.

© iStock

Auch Ökosysteme und die Landwirtschaft leiden unter der Belastung von SLCPs:

Allein in Deutschland sind sie für Ernteschäden in Millionenhöhe verantwortlich. Verluste in der Weizenernte durch Ozonschäden betrugen im Jahr 2000 beispielsweise ca. 26,9 Millionen Tonnen in der EU, Norwegen und der Schweiz. (7) Die Wirkung ist nicht nur auf Nutzpflanzen beschränkt, natürliche Ökosysteme und damit ihre Bewohner sind gleichermaßen betroffen.

Weiterhin trüben SLCPs die Sichtweite. Oft verschwinden spektakuläre Landschaften wie z. B. die Bergketten des Himalajas hinter dickem Smog, der in Städten produziert wird. Auch historische Gebäude werden oft von den aggressiven Stoffen angegriffen. Dies führt zu hohen Instandhaltungskosten und teils gar zu Einbußen in der Tourismusbranche.

An aerial photograph of a rugged, mountainous landscape. The terrain is a mix of brown, tan, and green, suggesting a combination of dry earth, sparse vegetation, and some forested areas. A large, white, stylized number '2' is overlaid on the lower-left portion of the image. In the upper right, there are patches of snow or light-colored rock. The overall texture is highly detailed, showing ridges, valleys, and small bodies of water.

2

Die wichtigsten SLCPs: Entstehung, Wirkung und Maßnahmen

Smogsschleier über der Erde. Wenn die Luftverschmutzung besonders stark ist, wie hier über Indien und Bangladesch, ist sogar auf Satellitenbildern der NASA zu sehen, wie und wo sich die SLCPs verbreiten.

© NASA

Rußpartikel

Rußpartikel sind Bestandteil des Feinstaubs und entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von fossilen Brennstoffen und Biomasse. Sie schaden der Gesundheit und dem Klima.

Die Partikel im Feinstaub sind nur wenige Mikrometer (μm) klein. Dabei entspricht ein Mikrometer 0,001 Millimetern (mm). Zum Vergleich: Eine Kette von ca. 500 Rußteilchen wäre nur so schmal wie ein menschliches Haar dünn ist.

Alle Feinstaubpartikel werden je nach Größe ihres Durchmessers in drei Kategorien eingeteilt:

- weniger als $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10} von engl. „particulate matter“)
- weniger als $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$)
- weniger als $1\ \mu\text{m}$ (PM_1)

Ruß ist vor allem unter den Partikeln mit einem Durchmesser von $2,5\ \mu\text{m}$ oder kleiner zu finden.



Haushalte sind eine enorme Schadstoffquelle: In Europa verursachen sie bis zu 30 Prozent des Rußanteils in der Luft.

© iStock

■ Quellen von Ruß

- Dieselmotoren (z. B. in Autos, Baufahrzeugen, landwirtschaftlichen Maschinen)
- Haushaltsöfen (Kamine)
- Verbrennung landwirtschaftlicher Abfälle
- Waldbrände
- diverse Industrieprozesse
(z. B. Abfackeln von Gasen aus der fossilen Brennstoffförderung, Ziegelherstellung)



■ Wirkungen auf das Klima

Ruß hat nach CO₂ den zweitgrößten Anteil an der globalen Erwärmung (8).

Ruß wirkt sich sowohl regional als auch überregional auf das Klima aus. Gewöhnlich sind die Einflüsse in der Region am stärksten, in der er emittiert wird. Insbesondere kleinere Partikel können jedoch über weite Strecken transportiert werden und überregional auf das Klima einwirken. Die Klimawirkung von Ruß setzt sich aus drei Eigenschaften zusammen. (8)

- Absorption von Sonnenlicht und dadurch verursachte Ausstrahlung von Wärme
- Veränderung von Wolkeneigenschaften, die sowohl einen kühlenden Effekt durch erhöhte Sonnenstrahlenreflexion haben können als auch einen wärmenden Effekt durch „Einfangen“ der Wärmestrahlung der Erde (z. B. ist eine wolkenbedeckte Nacht wärmer als eine sternenklare Nacht)
- Ablagerung von Ruß auf Schnee- und Eisflächen, was zum beschleunigten Abschmelzen von Eismassen beiträgt (8)

■ Wirkungen auf die Gesundheit

Die Belastung durch Feinstaub im Allgemeinen verkürzt die durchschnittliche Lebenserwartung in Deutschland um ca. 7,5 Monate (ca. 6,3 Monate in Europa, Schätzung für 2010, EU-25) und gilt als Ursache von jährlich ca. 100.000 zusätzlichen Krankenhausaufenthalten in der EU (Schätzung für 2000, EU-25).(6)

In Feinstaub enthaltener Ruß aus der Dieselerverbrennung ist verantwortlich für Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen und gilt als krebserregend.(5)



Umweltfreundlich unterwegs. Diese Berliner Radfahrerin trägt sehr effektiv dazu bei, den Ausstoß von Treibhausgasen und SLCPs nicht weiter steigen zu lassen.

© iStock

■ Maßnahmen

Maßnahmen, die auf die Reduktion von Feinstaubpartikeln mit einem Durchmesser von weniger als $2,5\text{ }\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) abzielen, reduzieren nicht zwangsläufig den Rußanteil im Feinstaub und damit auch nicht die Wirkung von Ruß auf Gesundheit und Klima. Feinstaub ist nämlich aus vielen verschiedenen chemischen Bestandteilen zusammengesetzt, von denen Ruß nur einer ist. Ruß ist nur in solchen Feinstaubpartikeln enthalten, die aus einer Quelle mit Rußemissionen stammen. Zielen Maßnahmen also auf die Reduktion von $\text{PM}_{2,5}$ im Allgemeinen ab, ist es möglich, dass nur diejenigen Bestandteile ohne Ruß reduziert werden. Umgekehrt jedoch führt eine Reduktion von Ruß in jedem Fall zum Rückgang von $\text{PM}_{2,5}$.

Verkehr (z. B. Straßenverkehr und Schiffsverkehr)

Die Verringerung der Rußemission wird auf europäischer Ebene durch verschärfte Abgasnormen erreicht: Die Euro-5/V- und Euro-6/VI-Normen halten die EU-Mitgliedsstaaten dazu an, z. B. den Partikelaußstoß aus Dieselfahrzeugen im Straßenverkehr weiter zu beschränken.

Privathaushalte

In naher Zukunft werden in Deutschland Öfen in Privathaushalten voraussichtlich der größte Verursacher des Ausstoßes von Ruß mit ca. 30 Prozent Anteil sein, weil andere große Quellen gesetzlich besser reguliert sind. Diese Emissionen aus Haushalten regelt die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV). Allerdings sind darin keine speziellen Grenzwerte für Ruß und zudem Ausnahmen, z. B. für Kaminöfen (Einzelraumfeuerungsanlagen), festgelegt.

Methan

Neben CO₂ und Ruß hat vor allem das Gas Methan einen entscheidenden Einfluss auf den globalen Temperaturanstieg. Es entsteht in der Regel bei Fäulnisprozessen unter anaeroben Bedingungen (d.h. unter Luftabschluss) mit Beteiligung von Mikroorganismen. Methan ist zudem Hauptbestandteil von Erdgas. Ein Großteil des weltweiten Ausstoßes wird durch Menschen verursacht. (9)

■ Quellen

- Landwirtschaft (z.B. Reisanbau und Viehzucht)
- Kohleabbau
- Gewinnung und Transport von Erdöl und Erdgas
- Verbrennung von Biomasse
- Emissionen aus Mülldeponien und Abwasserbehandlung



■ Wirkungen

Das Treibhausgas Methan (CH₄) beeinflusst den Strahlungshaushalt der Atmosphäre und damit den anthropogenen, also vom Menschen verursachten Klimawandel.

Es ist zudem ein Vorläufergas von bodennahem Ozon und trägt maßgeblich zu dessen Bildung bei. (4)

■ Maßnahmen

Der Ausstoß kann durch Maßnahmen zur Gasrückgewinnung, z.B. im Energiesektor, durch Abwasserbehandlung und Abfallverwertung reduziert werden. Ergänzend ist Eigeninitiative wichtig:

Allein durch weniger Fleischkonsum können alle dazu beitragen, den Methanausstoß zu verringern. (10)

Bodennahes Ozon

Bodennahes Ozon entsteht in der Atmosphäre durch andere Gase (sogenannte Vorläuferstoffe wie Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonoxid, Methan und flüchtige organische Substanzen) und Sonnenlicht.

Es wird indirekt also ebenfalls durch das Handeln des Menschen mit verursacht.

■ Quellen

- Straßenverkehr
- Großfeuerungsanlagen
- Einsatz von Lösemitteln



■ Wirkungen

Neben seiner klimaerwärmenden Eigenschaft schadet Ozon auch Menschen und Ökosystemen.⁽⁴⁾

Ozon ist u. a. verantwortlich für Augenbrennen und Atemwegserkrankungen bis hin zur Beeinträchtigung körperlicher Leistung. Direkte Schäden entstehen auch für die Landwirtschaft.

So werden die Verluste bei der Weizenernte in der EU (inkl. Schweiz und Norwegen) jährlich auf ca. 27 Millionen Tonnen geschätzt. Das entspricht einem durchschnittlichen Weizen-ernteverlust von 14 Prozent. Schätzungen zufolge bedeutet das jährliche Verluste in Höhe von ca. 3,2 Milliarden Euro (Deutschland: ca. 600 Millionen Euro, Referenzjahr 2000).⁽⁷⁾

■ Maßnahmen

Um die Ozonbildung zu begrenzen, müssen Maßnahmen ergriffen werden, die darauf zielen, die Vorläufergase, insbesondere Methan, Kohlenstoffmonoxid, Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen, zu reduzieren. Dazu zählen Emissionen aus motorisiertem Verkehr, dem Abfackeln von Gasen aus der fossilen Treibstoffförderung oder aus Lecks in Gaspipelines.

Weitere Substanzen

Zusätzlich zu den drei genannten Stoffen werden Feinstaub im Allgemeinen und seine Vorläufersubstanzen wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Ammoniak und flüchtige organische Verbindungen ebenfalls zu den SLCPs gezählt.

Sie wirken sich zwar kühlend auf das Klima aus (Maskeneffekt, siehe S. 10), aber schaden immer der Gesundheit.

■ Quellen

- Straßenverkehr
- Verbrennungsprozesse in Industrieanlagen
- Energieerzeugung
- Haushaltsaktivitäten
- Landwirtschaft

Weiterhin werden auch Fluorkohlenwasserstoffe (FKWs oder HFCs von engl. Hydrofluorcarbons) von einigen Organisationen zu den SLCPs gezählt. Diese Gase üben zwar keinen direkten Einfluss auf Gesundheit und Ökosysteme aus, sind aber starke Treibhausgase. Die FKWs werden hauptsächlich als Kühlmittel in Autoklimaanlagen eingesetzt.



Maskeneffekt:
Die von Industrieanlagen ausgestoßenen Schadstoffe im Feinstaub reflektieren Sonnenlicht und kühlen das Klima. Sie ‚maskieren‘ den Treibhauseffekt, weil sie die Temperatur netto kühler wirken lassen.

© Paul Langrock
Zenit/Greenpeace

Klimatreiber Brand-
rodung: Sie setzt das
Treibhausgas CO₂
und Ruß frei und
beschleunigt dadurch
den Klimawandel.

© Mira Milicev

3

SLCPs in Deutschland

Fossil Kohlekraftwerk:
Es erwärmt durch
den Ausstoß von CO₂
das Klima und emit-
tiert gesundheits-
gefährdende Luft-
schadstoffe. In Deutsch-
land decken Kohle-
kraftwerke immer
noch 45 Prozent des
Strombedarfs.

© Delectus/
Getty Images

Die Luftqualität in Deutschland ist im weltweiten Vergleich relativ hoch. Trotzdem werden noch bedeutende Mengen an SLCPs emittiert und teilweise gesetzliche Grenzwerte überschritten. Im Jahr 2000 waren zehnmal mehr Todesfälle auf SLCPs zurückzuführen als auf Verkehrsunfälle. (6), (11) Hinzu kommt, dass Rußemissionen, der zweitstärkste Klimatreiber nach Kohlenstoffdioxid, noch gar nicht erfasst werden, weil es dafür keine gesetzliche Grundlage gibt.

Grenzwerte und Messdaten ausgewählter SLCPs in Deutschland

Die gelblich markierten Felder zeigen deutsche Grenzwerte laut Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV), die höher als die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sind. Grünliche Felder kennzeichnen Grenzwerte, die den Empfehlungen der WHO entsprechen. (13)

Grenzwerte in Deutschland			Empfohlener Grenzwert	
39. BImSchV (2010)			der WHO (2005)	
	Tagesmittel	Jahresmittel	Tagesmittel	Jahresmittel
PM ₁₀	50 µg/m ³ ^(a)	40 µg/m ³	50 µg/m ³	20 µg/m ³
PM _{2,5}	n. d. ^(b)	25 µg/m ³ ^(e)	25 µg/m ³	10 µg/m ³
Ruß	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
	8-Stunden-Mittel		8-Stunden-Mittel	
O ₃	120 µg/m ³ ^(c)	—	100 µg/m ³ ^(c)	—
	Stundenmittel		Stundenmittel	
NO ₂	200 µg/m ³ ^(d)	40 µg/m ³	200 µg/m ³	40 µg/m ³

^(a) Darf an nicht mehr als 35 Tagen im Jahr überschritten werden
^(b) n. d.= nicht definiert, es existiert kein Grenzwert für diese Substanz
^(c) Zielwert, darf an nicht mehr als 25 Tagen pro Jahr, gemittelt über drei Jahre, überschritten werden
^(d) 18 zulässige Überschreitungen pro Kalenderjahr
^(e) Zielwert, ab 2015 einzuhalten

Werden die Grenzwerte eingehalten?

■ PM_{10}

An ca. vier Prozent aller Messstationen wurde 2012 der Tagesgrenzwert öfter überschritten als erlaubt. Die Stationen, an denen der Grenzwert überschritten wurde, liegen bis auf zwei Stationen alle in der Nähe von Verkehrsschwerpunkten. Der Jahresgrenzwert wurde an allen Stationen eingehalten. (12)

■ $\text{PM}_{2,5}$

Das gemessene Jahresmittel betrug ca. $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (13) Damit ist der Grenzwert in Deutschland eingehalten, der von der WHO empfohlene Grenzwert jedoch überschritten worden.

■ Ozon (O_3)

An ca. zehn Prozent der Messstationen wurde der Zielwert (8-Stunden-Mittelwert) für Ozon im Mittelungszeitraum 2010 bis 2012 überschritten. Die Ozonkonzentration ist im ländlichen Gebiet (verkehrsferne Messstationen außerhalb von Städten) im Allgemeinen am höchsten. Obwohl die Spitzenkonzentrationen sinken, gibt es in der Entwicklung der Mittelwerte keinen eindeutigen Trend. (13)

■ Stickstoffdioxid (NO_2)

Die vorläufige Auswertung ergibt, dass an ca. 52 Prozent der verkehrsnahen Messstationen im Jahr 2012 der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid überschritten wurde (endgültige Auswertung 2011: 70 Prozent). Mit einer Korrektur des Wertes nach oben ist nach Vorliegen der endgültigen Daten zu rechnen. (12) Im europäischen Vergleich wies Deutschland im Jahr 2010 den höchsten Jahresmittelwert auf. (13)



4

Klimawandel und Luftver- schmutzung gemeinsam bekämpfen

Klare Seen, klare Luft,
intakte Natur.
Sind Ökosysteme im
Gleichgewicht, ist das
gut für den Menschen
und für das Klima.

© Sabine Zentek



Eine schnelle und drastische Reduktion weltweit und natürlich in Deutschland ist notwendig, um die Auswirkungen von SLCPs auf Gesundheit und Klima zu verringern. Werden die Emissionen nicht umgehend deutlich reduziert, wird dies zu einem raschen Temperaturanstieg beitragen, der in naher Zukunft irreversible Prozesse auslösen könnte. Dazu gehört beispielsweise, dass die Gletscher tauen und verschwinden. Weder der Mensch noch die Natur werden sich diesen Veränderungen ohne große Verluste anpassen können.

Bereits der Einsatz von sogenannten End-of-pipe-Technologien, wie z.B. Partikelfiltern im Straßenverkehr, kann schnell zur Senkung von SLCPs, vor allem Feinstaub inklusive Ruß beitragen. Vor allem müssen jedoch zukunftsfähige Konzepte zur gleichzeitigen Reduktion von Kohlendioxid und von SLCPs entwickelt werden. Gelingt es, die SLCP-Emission zu verringern, können in verschiedenen Bereichen grundlegende Verbesserungen erzielt werden:

- längere Lebenserwartung
- bessere Gesundheit
- kurzfristige Verlangsamung des globalen Temperaturanstiegs
- weniger Ernteverluste
- Ökosystemschutz



Alle Maßnahmen zur Reduktion des SLCP-Ausstoßes können Bemühungen, den CO₂-Ausstoß zu vermeiden, lediglich ergänzen, aber keinesfalls ersetzen.

Aufgrund der Langlebigkeit von CO₂ in der Atmosphäre ist es notwendig, den CO₂-Ausstoß schnell, langfristig und drastisch zu verringern, um den Klimawandel effektiv zu begrenzen.

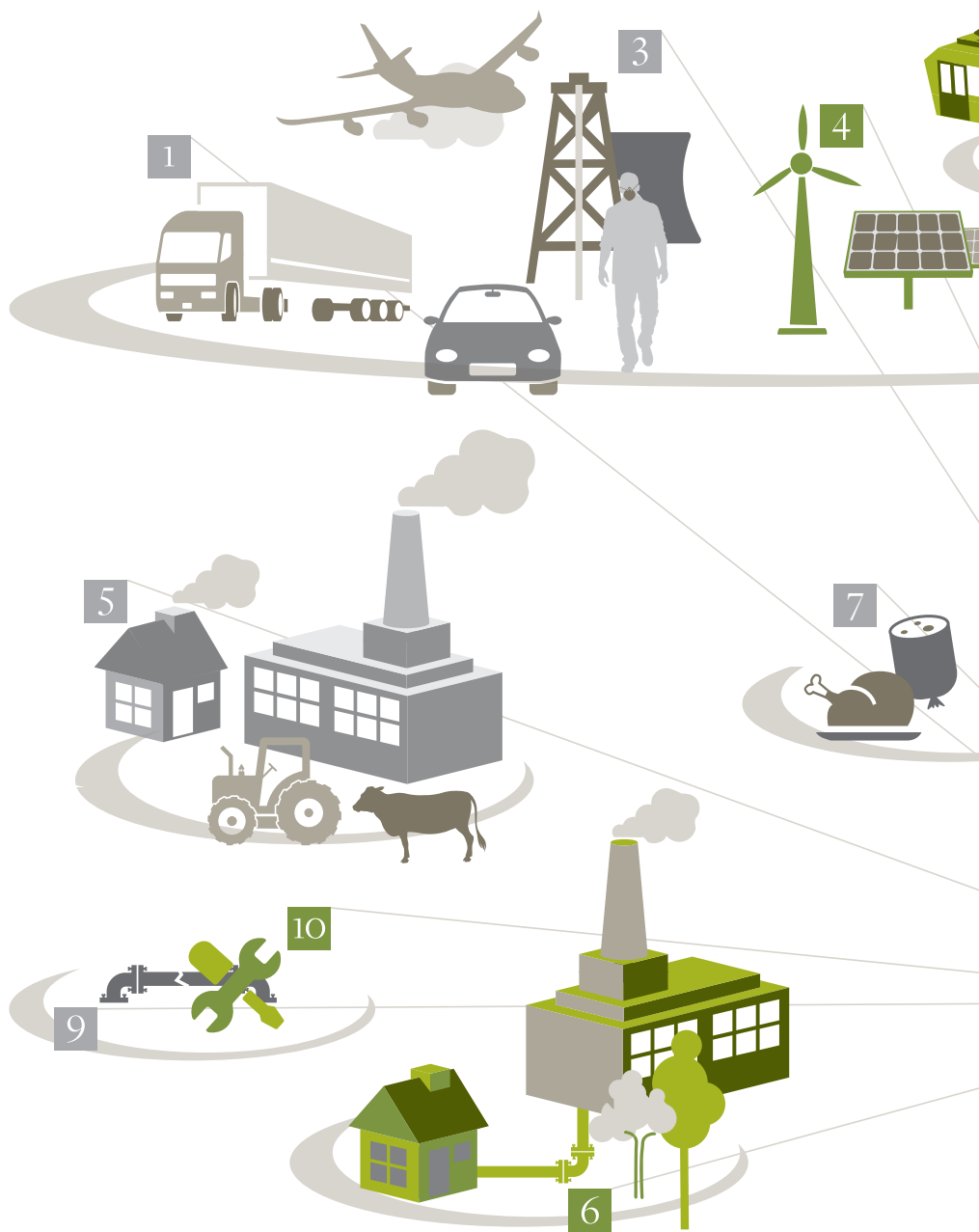
SLCPs zu verringern, inklusive die kühlenden, ist wegen ihrer negativen Folgen für Gesundheit, Ökosysteme und Landwirtschaft sinnvoll und notwendig, unabhängig von ihren Auswirkungen auf das Klima.

Bestehende Ansätze

Es gibt auf verschiedenen politischen Ebenen bereits Initiativen für eine Verringerung des Ausstoßes von SLCPs:

- Die **Climate and Clean Air Coalition (CCAC)** wurde 2012 als Partnerschaft zwischen Staaten sowie von internationalen und nichtstaatlichen Organisationen gegründet. Ihr Ziel ist die weltweite Minderung des SLCP-Ausstoßes. Auch Deutschland ist Mitglied der CCAC.
- Im Mai 2012 wurde eine **Anpassung des Göteborger Protokolls des Genfer Luftreinhalteübereinkommens** (CLRTAP von engl. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) verabschiedet. Dies beinhaltet die Reduktion von $PM_{2,5}$ (Feinstaub mit einem Durchmesser kleiner als $2,5\text{ }\mu\text{m}$) und erkennt insbesondere die Wirkung von Ruß als Bestandteil von $PM_{2,5}$ im Zusammenhang mit Klima und Gesundheit an.
- Die Europäische Union hat das Jahr 2013 zum **Jahr der Luft** ausgerufen und revidiert derzeit die rechtlichen Rahmenbedingungen für Luftschadstoffe. **Die EU-Richtlinie für nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe** (NEC-Richtlinie, 2001/81/EG) wird nun überarbeitet und soll um einen Grenzwert für Emissionen von $PM_{2,5}$ ergänzt werden. Auch Methan könnte im Rahmen der NEC behandelt werden. Die Landwirtschaft ist momentan der einzige Sektor, dessen Emissionen nicht reguliert werden. Im Rahmen der Überarbeitung der Gemeinsamen Agrarpolitik („Common Agricultural Policy“, CAP) könnten auch hier erste Ansätze, besonders zur Reduzierung von Feinstaub, geschaffen werden.

Die Umsetzung von Abkommen und EU-Richtlinien erfolgt in Deutschland zum Teil auf kommunaler Ebene: Einige Luftschadstoffe werden gemessen, Ruß ist allerdings nicht darunter. Für den Verstoß gegen Grenzwerte oder unzulässig häufige Überschreitungen werden Luftreinhaltepläne erstellt, die Lösungsstrategien vorschlagen.





- 1 Emissionen aus Verkehr
- 2 alternative Transportmittel
- 3 Gewinnung und Transport von Erdöl und Erdgas
- 4 erneuerbare Energien
- 5 Emissionen aus Industrie, Haushalt und Landwirtschaft
- 6 Einsatz von Filtern und Fernwärme
- 7 viel Fleischkonsum
- 8 reduzierter Fleischkonsum
- 9 Lecks in Gasleitungen
- 10 Reparatur von Gaslecks



S LCPs können bekämpft werden: durch technologische Lösungen wie Partikelfilter, Anschluss an Fernwärme oder Reparatur von Gaslecks. Aber vor allem auch durch das Sparen von Strom, reduzierten Fleischkonsum oder die Nutzung von Fahrrad und Bahn statt Auto. So können die Probleme Luftverschmutzung und Klimawandel gleichzeitig bekämpft werden.

Neue Strategien

Wenn bestehende Programme sowie die integrierte Betrachtung von Luftqualität und Klimawandel weiterentwickelt und ergänzt werden, birgt dies großes Potenzial für eine wesentliche Verbesserung des menschlichen Lebensraums. Derzeit werden die Auswirkungen von Maßnahmen für beide Bereiche meist getrennt betrachtet. Dadurch können sogenannte co-benefits, also der gleichzeitige Nutzen für Klima und Luftqualität, nicht ausgeschöpft werden. Gleichzeitig können auch kontraproduktive Maßnahmen nicht oder nur schlecht verhindert werden.

Die Potenziale können kurz- bis mittelfristig z. B. durch die Einführung von technologischen Neuerungen genutzt bzw. die kontraproduktiven Ansätze entsprechend vermieden werden. Für einen langfristigen Erfolg sind von der Gesellschaft unterstützte, zielgerichtete strukturelle Strategien erforderlich, die Herausforderungen bei Luftqualität und Klima gemeinsam angehen.

■ Verkehr, Lärmschutz und Lebensqualität

- Ausbau verkehrsberuhigter Zonen und der Radwege
- Schaffung von Grünflächen
- zusätzliche Einführung direkter Messungen von $PM_{2.5}$, PM_{10} und die Bestimmung der Rußkonzentrationen in Umweltzonen, um Gesundheitseffekte besser abschätzen zu können
- Aufnahme einer CO_2 -Bilanz in die Auswertung von Umweltzonen

■ Wirkungen

- gleichzeitige Minderung von CO_2 - und SLCP-Ausstoß sowie der Lärmbelastung
- weiterführende Validierung von Umweltzonen



■ Stadtplanung und Energieversorgung

- Vermeidung von Festbrennstoffen (z.B. Brennholz)
- bessere Filterung der Abgase aus Kaminöfen
- Anschluss an Fernwärme



■ Wirkungen:

- Gleichzeitige Minderung von CO₂- und SLCP-Ausstoß
- Vermeidung von negativen Effekten auf die Luftqualität durch erhöhten Biomasseeinsatz in Heizsystemen aus Klimaschutzgründen

■ Landwirtschaft

- Reduktion von Emissionen aus Ackerbau und Viehzucht
- Reduktion der offenen Verbrennung von landwirtschaftlichen Abfällen



■ Wirkungen

- Verringerung der Emission von klimatisch wärmend wirkenden SLCPs
- Verringerung der Hintergrundbelastung durch Feinstaub



Energiewende:
Strom aus erneuerbaren Energien ist nachhaltig, klimaschonend, gut für die Luftqualität und damit auch für die Gesundheit.

© Greenpeace
Energy

Momentan fehlen geeignete Instrumente, um diesen Prozess der Integration von Luftreinhalte- und Klimaschutzmaßnahmen zu unterstützen. Es wird vor allem wichtig sein, entsprechende Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene zu schaffen, damit Städte lokal handeln können. Dafür könnten z. B. geeignete finanzielle Anreize geboten werden. Zusätzlich müssen passende Instrumente entwickelt werden, z. B. kombinierte Evaluationskriterien. Solche Kriterien würden dafür sorgen, dass eine Klimamaßnahme keine negativen Auswirkungen auf die Luftqualität hat oder umgekehrt und dass jene Maßnahmen höher bewertet werden, die für beide Bereiche einen Gewinn bringen.

Wir können alle einen Beitrag leisten.

- Strom sparen (40 Prozent der Treibhausgasemissionen kommen in Deutschland aus der Stromproduktion)
- Fleischkonsum reduzieren
- das Auto stehen lassen und Alternativen wie Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel nutzen
- kein warmes Wasser verschwenden

ClimPol und das IASS

ClimPol

Im Mai 2012 wurde am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) das Projekt *ClimPol* (Short-Lived **C**limate-forcing **P**ollutants: Research Needs and Pathways to **P**olicy Implementation) des Forschungsclusters *Nachhaltige Interaktionen mit der Atmosphäre* ins Leben gerufen. Es erforscht neue Wege, die Problematik der SLCPs und den erforderlichen Handlungsbedarf in den politischen Diskurs einzubringen. Dabei werden Ergebnisse gemeinsam mit Partnern aus der Praxis und Wissenschaft erarbeitet. Resultat dieser transdisziplinären Arbeitsweise soll einerseits die Schaffung von lösungsorientiertem und umsetzbarem Wissen sein. Andererseits sollen auch praxisnahe Forschungsfragen an die Wissenschaft weitergegeben werden, um entscheidungsrelevante Wissenslücken zu füllen.

IASS

Das im Februar 2009 in Potsdam gegründete Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) ist eine international vernetzte Forschungseinrichtung und ein transdisziplinär arbeitender Thinktank für Nachhaltigkeit. Ziel des IASS ist es, Lösungsansätze für die globalen Herausforderungen zu initiieren und zur Transformation zu mehr Nachhaltigkeit beizutragen. Dazu entwickelt das Institut Strategien für den Dialog zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft, um die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung für den gesellschaftlichen Wandel nutzbar zu machen. Das IASS beschäftigt sich vor allem mit der globalen Nachhaltigkeitspolitik, innovativen Technologien für die Energieversorgung der Zukunft, der nachhaltigen Nutzung wichtiger Ressourcen und den durch Klimawandel und Luftverschmutzung bedingten Herausforderungen für unser Erdsystem. Das Institut wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und das Land Brandenburg gefördert. Exekutiv- und Gründungsdirektor des IASS ist Prof. Dr. Dr. Klaus Töpfer. Die wissenschaftlichen Direktoren sind Prof. Dr. Dr. Carlo Rubbia und Prof. Dr. Mark Lawrence.

Quellen

- (1) **Shindell et al.** Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. *Science* 335, 185. 2012.
- (2) **Ramanathan and Feng.** On avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system: Formidable challenges ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (38). 2008.
- (3) **UNEP.** Near-term climate protection and clean air benefits: action for controlling short-lived climate forcers – a UNEP synthesis report. 2011.
- (4) **UNEP und WHO.** Integrated assessment of black carbon and tropospheric ozone. 2011.
- (5) **WHO.** Health effects of Black Carbon. 2012.
- (6) **WHO.** Health risk of particulate matter from long-range transboundary air pollution. 2006.
- (7) **ICP vegetation.** Ozone pollution: a hidden threat to food security. 2011.
- (8) **Bond et al.** Bounding the role of black carbon in the climate system: a scientific assessment. *Journal of Geophysical Research*. 2013.
- (9) **www.globalmethane.org**, 17. September 2013.
- (10) **UNEP.** Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Priority: Priority Products and Materials. 2010.
- (11) **Statista.** (online) 2013.
<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/185/umfrage/todesfaelle-im-strassenverkehr/>.
- (12) **Umweltbundesamt.** Luftqualität 2012.
- (13) **European Environmental Agency.** Air Quality in Europe – 2012 Report. 2012.



Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) e. V.

Redaktion (V.i.S.d.P.)

Corina Weber & Sabine Sämisch

Adresse

Berliner Straße 130
14467 Potsdam
Deutschland
Telefon +49 331-28822-340
www.iass-potsdam.de

E-Mail

media@iass-potsdam.de

Kontakt Autorinnen:

Dr. Julia Schmale, Projektleiterin ClimPol
julia.schmale@iass-potsdam.de
Friderike Kuik
friderike.kuik@iass-potsdam.de
www.climpol.iass-potsdam.de

Direktorium:

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Klaus Töpfer
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Carlo Rubbia
Prof. Dr. Mark Lawrence

Generalsekretär:

Dr. Dr. Mario Tobias

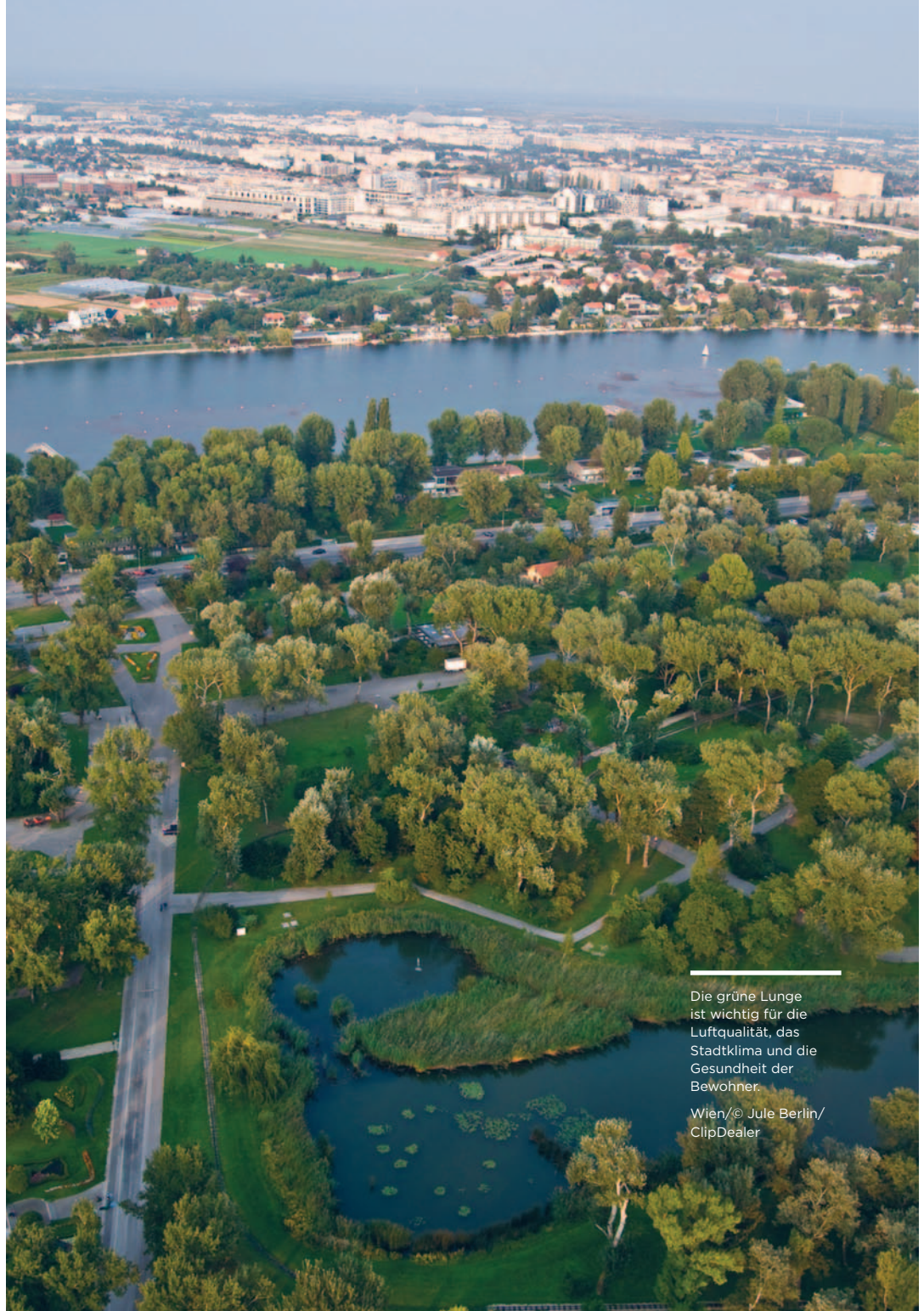
Visuelle Gestaltung

Sabine Zentek

Druck

MEDIALIS Offsetdruck GmbH

Potsdam, Dezember 2013



Die grüne Lunge
ist wichtig für die
Luftqualität, das
Stadtklima und die
Gesundheit der
Bewohner.

Wien/© Jule Berlin/
ClipDealer

