

---

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 with numerous skyscrapers and buildings. The city is partially obscured by a thick layer of smog or haze, particularly in the background. In the foreground, a body of water (likely the Huangpu River) flows through the city, with several bridges crossing it. A large, dark, cylindrical structure is visible in the water on the left side. The overall atmosphere is hazy and grey, emphasizing the air quality issue.

Smog über Schanghai. Die Belastung durch gefährliche Feinstaubpartikel betrug im Dezember 2015 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

**E**in 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 (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre hat gravierende Folgen und gilt als Hauptursache für den globalen Temperaturanstieg. Die internationalen Versuche, den Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf deutlich unter 2 °C zu beschränken („2-Grad-Ziel“), beschäftigen sich daher hauptsächlich mit der Reduktion der Treibhausgasemissionen – allen voran CO<sub>2</sub>.

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 CO<sub>2</sub> erheblich zum Klimawandel beitragen. Auch bekannte 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
- und 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.

Seit 2012 beschäftigt sich das Forschungsprojekt *ClimPol (Climate Change and Air Pollution)* am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) in Potsdam mit dem Zusammenhängen zwischen Klimawandel und Luftverschmutzung. Mit unseren wissenschaftlichen Untersuchungen wollen wir diese Zusammenhänge besser verstehen. Wir engagieren uns aber auch an der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik, indem wir koordinierte und effektive Maßnahmen für Klimaschutz und bessere Luftqualität prüfen.



# Inhalt



1

---

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Warum haben kurzlebige klimawirksame Schadstoffe eine so große Bedeutung? | 6  |
| Auswirkungen auf ...                                                      |    |
| ... das Klima                                                             | 10 |
| ... die Menschen und Ökosysteme                                           | 11 |

---

|                      |    |
|----------------------|----|
| ClimPol und das IASS | 36 |
|----------------------|----|

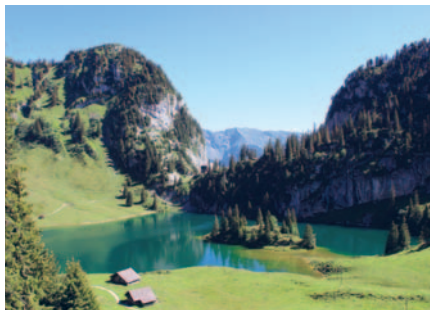
2

---

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Wichtige kurzlebige klimawirksame Schadstoffe: Entstehung, Wirkung, Maßnahmen | 12 |
| Rußpartikel                                                                   | 14 |
| Methan                                                                        | 18 |
| Bodennahes Ozon                                                               | 19 |
| Weitere Substanzen                                                            | 20 |

---

|         |    |
|---------|----|
| Quellen | 37 |
|---------|----|



### 3

## Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe in Deutschland 22

Grenzwerte und Messdaten 24

Werden die Grenzwerte eingehalten? 25

### 4

## Klimawandel und Luftverschmutzung gemeinsam bekämpfen 26

Bestehende Ansätze 29

Neue Strategien 32

---

## Impressum und Kontakt 38



---

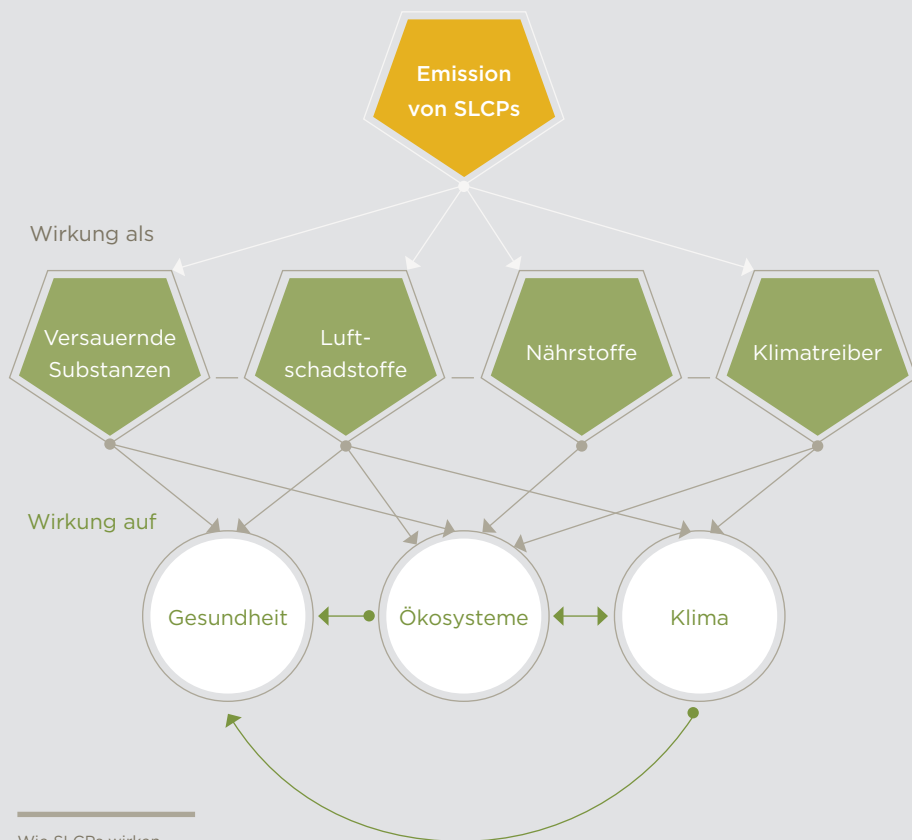
# Warum haben kurzlebige klimawirksame Schadstoffe eine so große Bedeutung?

---

Trübe Aussichten: Verkehr zählt zu den Hauptverursachern der gefährlichen Feinstaubbelastung weltweit. In Deutschland entsteht derzeit rund die Hälfte der Rußbelastung allein durch Verkehr. In China wurden wegen des gefährlichen Smogs 2013 und 2015 zeitweise Fahrverbote verhängt.

© AFP

1/ Warum haben kurzlebige klimawirksame Schadstoffe eine so große Bedeutung?



Wie SLCPs wirken.

(basierend auf  
Europäischer  
Umweltagentur  
2012)



---

**S**eit 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 CO<sub>2</sub> 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 deutlich unter 2 °C zu beschränken und dies 2015 erstmals in einem gemeinsamen Abkommen vereinbart („Pariser Abkommen“).

Der globale Temperaturanstieg wird jedoch nicht nur durch CO<sub>2</sub> und andere langlebige Klimagase hervorgerufen. Ungefähr die Hälfte der menschengemachten Erderwärmung ist auf die Emission sogenannter SLCPs zurückzuführen.

Das sind Gase und Partikel, die als Luftschadstoffe einen direkten Einfluss auf das Klima haben. Zu den wichtigsten kurzlebigen klimawirksamen Schadstoffen (Short-Lived Climateforcing Pollutants, SLCPs) zählen Rußpartikel, Methan und bodennahes Ozon. 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 negativen 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 Methan- und Rußemissionen. (1)

# Auswirkungen auf ... ... das Klima

**Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe verweilen relativ kurz in der Atmosphäre:**

Feinstaub etwa nur wenige Tage, Ozon wenige Monate, Methan und Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) bis hin zu einigen Jahren oder Jahrzehnten. Sie werden daher als kurzlebig bezeichnet – im Vergleich zu  $\text{CO}_2$ , das mehrere hundert Jahre in der Atmosphäre bleibt. Deshalb wirkt sich eine Veränderung der Emissionsmenge – anders als bei  $\text{CO}_2$  – schnell auf die Konzentration in der Atmosphäre aus. Die Wirkung der SLCPs ist dabei sowohl regional als auch überregional spürbar.

Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe werden je nach ihrer Wirkung auf das Klima in kühlende und wärmende Substanzen unterschieden. Feinstaub sorgt etwa dafür, dass Sonneneinstrahlung stärker reflektiert wird und wirkt sich dadurch kühlend auf das Klima aus. Der vom Menschen verursachte Anstieg der globalen mittleren Temperatur wird durch diesen Effekt gewissermaßen maskiert und verzögert.(2) Kühlende SLCPs führen zudem zu saurem Regen und verändern Nährstoffhaushalte in Ökosystemen, was unter anderem schädliches Algenwachstum bewirkt.

Andere kurzlebige klimawirksame Schadstoffe dagegen, wie bodennahes Ozon oder Ruß, absorbieren Sonnenstrahlen und strahlen Wärme aus. Sie tragen zur Erderwärmung bei.

| Erwärmend       |                                         | Kühlend                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Gas</b>      | Methan ( $\text{CH}_4$ )                | Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ )                                  |
|                 | Ozon ( $\text{O}_3$ )                   |                                                                   |
|                 | Fluorkohlenwasserstoffe (FKWs)          | Stickoxide ( $\text{NO}_x$ )                                      |
|                 | flüchtige organische Verbindungen (VOC) |                                                                   |
| <b>Partikel</b> | Ruß                                     | Sulfate, Nitrate, Ammonium, organischer Kohlenstoff, Mineralstaub |

---

## ... die Menschen und Ökosysteme

**Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe 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 und zu weiteren rund zwei Millionen durch rußintensive Öfen in geschlossenen Räumen.(3), (4) Ruß und andere Komponenten im Feinstaub gelten als krebserregend.(5) Ozon und vor allem Feinstaub verursachen Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Nach Schätzungen aus dem Jahr 2010 verkürzen sie die durchschnittliche Lebensdauer der in Deutschland lebenden Menschen um etwa 7,5 Monate. (6)



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

© AP/Louise Watt

Ernteverluste in Millionenhöhe entstehen durch Ozon auch in Deutschland.

© iStock

**Auch Ökosysteme und die Landwirtschaft leiden unter der Belastung:**

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

Des Weiteren trüben SLCPs die Sichtweite. Oft verschwinden spektakuläre Landschaften wie 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 green, brown, and tan, with a prominent white, snow-covered ridge running diagonally across the upper right. A large, white, stylized number '2' is overlaid on the lower half of the image.

# 2



---

# Wichtige kurzlebige klimawirksame Schadstoffe: Entstehung, Wirkung, Maßnahmen

---

Smogschleier 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 ( $\mu\text{m}$ ) klein. Dabei entspricht ein Mikrometer 0,001 Millimetern (mm). Zum Vergleich: Eine Kette von ca. 500 Rußteilchen wäre nicht länger als der Durchmesser eines menschlichen Haares.

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

- weniger als  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$  von engl. „particulate matter“)
- weniger als  $2,5\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ )
- weniger als  $1\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_1$ )

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



---

Haushalte sind eine wichtige 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, Schiffen)
- Haushaltsöfen (Kamine)
- Verbrennung landwirtschaftlicher Abfälle
- Waldbrände
- diverse Industrieprozesse  
(z. B. Abfackeln von Gasen aus der fossilen Brennstoffförderung, Ziegelherstellung)



## ■ Wirkungen auf das Klima

Ruß hat einen bedeutenden 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. Ruß wirkt beispielsweise wie folgt auf das Klima: (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 (so ist eine wolkenbedeckte Nacht wärmer als eine sternenklare Nacht)
- Ablagerung von Ruß auf Schnee- und Eisflächen, was zum beschleunigten Abschmelzen von Eismassen beiträgt (8)

---

## 2/ Wichtige kurzlebige klimawirksame Schadstoffe: Entstehung, Wirkung, Maßnahmen

### ■ Wirkungen auf die Gesundheit

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

In Feinstaub enthaltener Ruß aus der Dieselverbrennung ist verantwortlich für Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen und gilt als krebserregend.<sup>(5)</sup>



---

Umweltfreundlich unterwegs. Radfahrer tragen effektiv dazu bei, den Ausstoß von Treibhausgasen und kurzlebigen klimawirksamen Schadstoffen nicht weiter steigen zu lassen.

© iStock

---

## ■ Maßnahmen

Feinstaub ist aus vielen verschiedenen chemischen Bestandteilen zusammengesetzt, von denen Ruß nur einer ist. Zielen Maßnahmen also auf die Reduktion von Feinstaub ab, ist es möglich, dass der Ruß nicht reduziert wird. Umgekehrt jedoch führt eine Reduktion von Ruß in jedem Fall zum Rückgang von Feinstaubpartikeln.

### 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 beispielsweise dazu an, den Partikelaußstoß aus Dieselfahrzeugen im Straßenverkehr weiter zu beschränken.

### Privathaushalte

In naher Zukunft werden Öfen in deutschen Privathaushalten voraussichtlich der größte Verursacher des Ausstoßes von Ruß sein. Ihr Anteil könnte ca. 30 Prozent betragen, weil andere Quellen besser reguliert sind. Die Emissionen aus Haushalten regelt die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV). Allerdings sind darin keine speziellen Grenzwerte für Ruß und etliche Ausnahmen, etwa für Kaminöfen (Einzelraumfeuerungsanlagen), festgelegt.



# Methan

Neben  $\text{CO}_2$  und Ruß hat vor allem das Gas Methan ( $\text{CH}_4$ ) einen entscheidenden Einfluss auf den globalen Temperaturanstieg. Es entsteht in der Regel bei Fäulnisprozessen unter anaeroben Bedingungen (d.h. unter Luftabschluss). Mikroorganismen sind auch beteiligt – zum Beispiel bei Verdauungsprozessen von Kühen. 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 beeinflusst den Strahlungshaushalt der Atmosphäre und damit den anthropogenen, also vom Menschen verursachten, Klimawandel.

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

## ■ Maßnahmen

Der Ausstoß kann etwa im Energiesektor durch Maßnahmen zur Gasrückgewinnung, 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 den Menschen mitverursacht.

## ■ Quellen

- Straßenverkehr
- Großfeuerungsanlagen
- Einsatz von Lösemitteln



## ■ Wirkungen

Neben seiner klimaerwärmenden Eigenschaft schadet Ozon auch der Gesundheit von Menschen und den Ökosystemen. (4)

Ozon ist unter anderem verantwortlich für Augenbrennen und Atemwegs-erkrankungen bis hin zur Beeinträchtigung körperlicher Leistung. Direkte Schäden entstehen auch für die Landwirtschaft.

So werden die Verluste bei der Weizenernte in Europa (EU plus Schweiz und Norwegen) jährlich auf ca. 27 Millionen Tonnen geschätzt. Das entspricht einem durchschnittlichen Weizenernteverlust 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, Vorläufergase, insbesondere Methan, Kohlenstoffmonoxid, Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen, zu reduzieren. Dazu zählen Emissionen aus motorisiertem Verkehr, dem Abfackeln von Gasen aus der Förderung fossiler Treibstoffe 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 kurzlebigen klimawirksamen Schadstoffen (SLCPs) gezählt.

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

## ■ Quellen

- Straßenverkehr
- Verbrennungsprozesse in Industrieanlagen
- Energieerzeugung
- Aktivitäten im Haushalt
- Landwirtschaft

Weiterhin werden auch Fluorkohlenwasserstoffe (FKWs) 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 verbergen den Treibhauseffekt, weil dadurch die Temperatur netto kühler bleibt.

© Paul Langrock  
Zenit/Greenpeace

---

Klimatreiber Brand-  
rodung: Sie setzt das  
Treibhausgas CO<sub>2</sub>  
und Ruß frei und  
beschleunigt dadurch  
den Klimawandel.

© Mira Milicev

# 3



---

# Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe in Deutschland

---

Kohlekraftwerke tragen durch den Ausstoß von CO<sub>2</sub> zur Erwärmung des Klimas bei und emittieren gesundheitsgefährdende Luftschadstoffe. In Deutschland decken Kohlekraftwerke immer noch ca. 43 Prozent des Strombedarfs.

© Delectus/  
Getty Images

Die Luftqualität in Deutschland ist im weltweiten Vergleich relativ hoch. Trotzdem werden noch bedeutende Mengen an kurzlebigen klimawirksamen Schadstoffen (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 es noch kein Gesetz gibt, das die Erfassung von Rußemissionen vorsieht.

### Grenzwerte und Messdaten ausgewählter kurzlebiger klimawirksamer Schadstoffe in Deutschland

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

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

<sup>(a)</sup> Darf an nicht mehr als 35 Tagen im Jahr überschritten werden

<sup>(b)</sup> n.d.= nicht definiert, es existiert kein Grenzwert für diese Substanz

<sup>(c)</sup> Zielwert, darf an nicht mehr als 25 Tagen pro Jahr, gemittelt über drei Jahre, überschritten werden

<sup>(d)</sup> 18 zulässige Überschreitungen pro Kalenderjahr

## Werden die Grenzwerte eingehalten?

### ■ PM<sub>10</sub>

An ca. zehn Prozent aller verkehrsnahen Messstationen wurde 2014 der Tagesgrenzwert öfter überschritten als erlaubt. Den Empfehlungen der WHO, den Tagesgrenzwert an maximal drei Tagen im Jahr zu überschreiten, entsprachen nur die Werte an zwölf Prozent aller Stationen. Der Jahresgrenzwert wurde an allen Stationen eingehalten. (12)

### ■ PM<sub>2,5</sub>

Das gemessene Dreijahresmittel der Jahre 2011, 2012 und 2013 an ausgewählten Messstationen betrug 15 µg/m<sup>3</sup>. (13). Dieses gilt es, bis zum Jahr 2020 auf 14 µg/m<sup>3</sup> zu senken (15 Prozent Reduktion im Vergleich zu 2008–2010 laut EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG). (12)

### ■ Ozon (O<sub>3</sub>)

An ca. sechs Prozent der Messstationen wurde der Zielwert (8-Stunden-Mittelwert) für Ozon im Mittelungszeitraum 2012 bis 2014 überschritten. Gesetze, die den Ausstoß der Vorläuferstoffe Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) und flüchtige organische Verbindungen regeln, können eine Reduktion der Ozonkonzentration bewirken (siehe auch Referenz 13)

### ■ Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Die vorläufige Auswertung ergibt, dass an ca. 51 Prozent der verkehrsnahen Messstationen im Jahr 2014 der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid überschritten wurde. Mit einer Korrektur des Wertes nach oben ist nach Vorliegen der endgültigen Daten zu rechnen. Die NO<sub>2</sub>-Belastung in Deutschland hat sich demnach im Vergleich zu den Vorjahren nicht verbessert. (12)





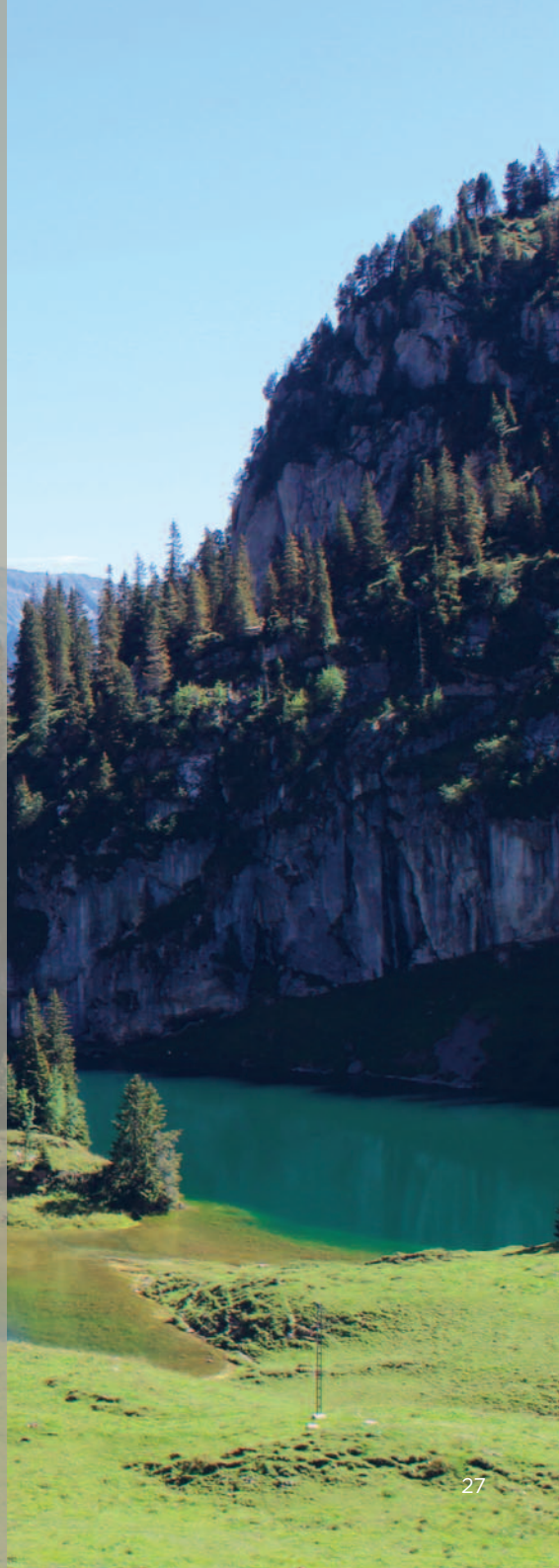
---

# Klimawandel und Luftver- schmutzung gemeinsam bekämpfen

---

Klare Seen, saubere  
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 kurzlebigen klimawirksamen Schadstoffen (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 an diese Veränderungen ohne große Verluste anpassen können.

Bereits der Einsatz von sogenannten End-of-pipe-Technologien, etwa Partikelfiltern im Straßenverkehr, kann schnell zur Senkung von SLCPs, insbesondere Feinstaub 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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu vermeiden, lediglich ergänzen, aber keinesfalls ersetzen.

Aufgrund der Langlebigkeit von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre ist es notwendig, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß schnell, langfristig und drastisch zu verringern, um den Klimawandel effektiv zu begrenzen.

Kurzlebige klimawirksame Schadstoffe inklusive kühlender Substanzen wie Feinstaub zu verringern, ist wegen ihrer negativen Folgen für Gesundheit, Ökosysteme und Landwirtschaft sinnvoll, unabhängig vom Klimaeffekt.

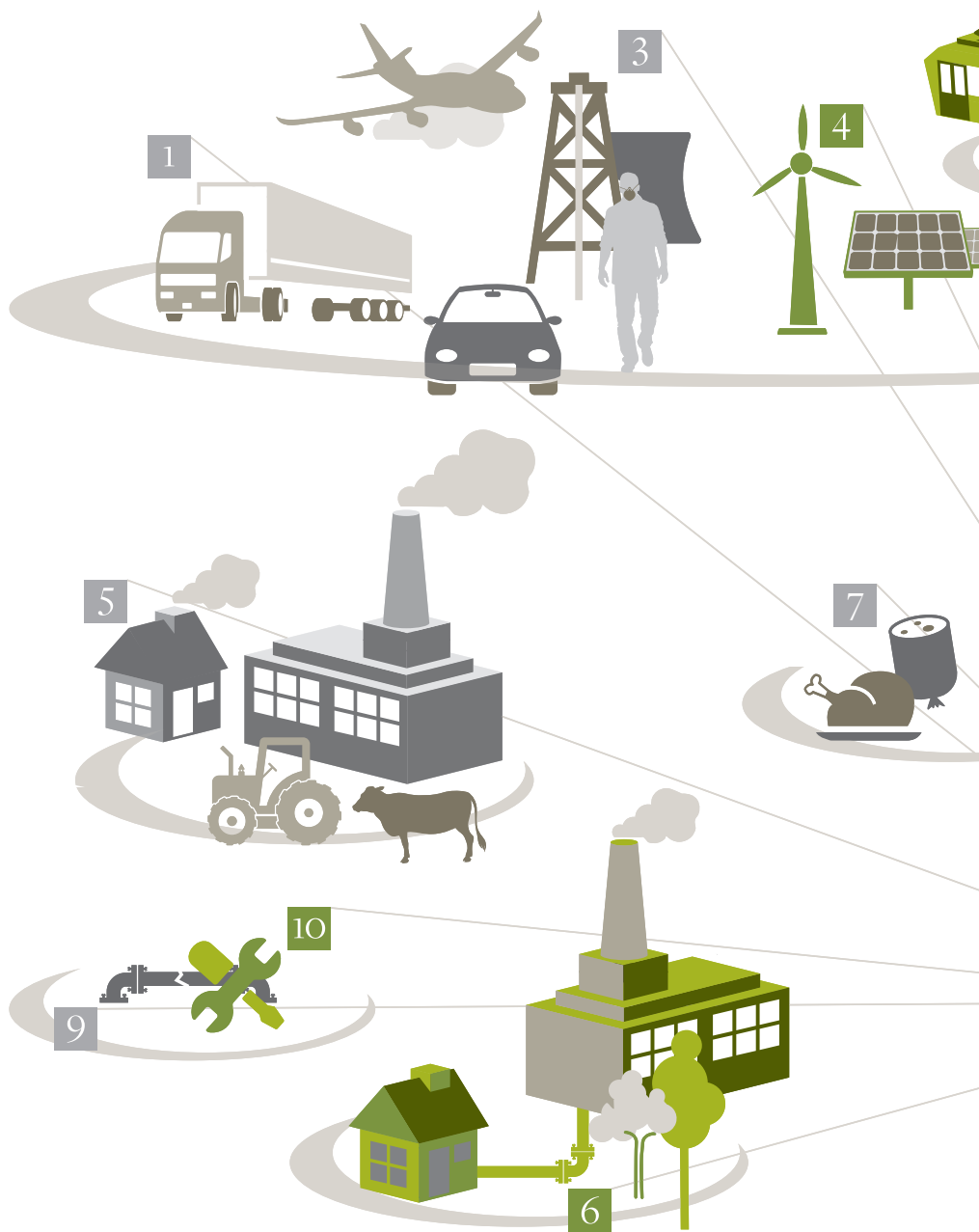
---

# Bestehende Ansätze

Es gibt auf verschiedenen politischen Ebenen bereits Initiativen für eine Verringerung des Ausstoßes von kurzlebigen klimawirksamen Schadstoffen:

- 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** (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) verabschiedet. Diese beinhaltet die Reduktion von PM<sub>2,5</sub> (Feinstaub mit einem Durchmesser kleiner als 2,5 µm) und erkennt insbesondere die Wirkung von Ruß als Bestandteil von PM<sub>2,5</sub> im Zusammenhang mit Klima und Gesundheit an.
- Die Europäische Union hat das Jahr 2013 zum **Jahr der Luft** ausgerufen und überarbeitet derzeit die rechtlichen Rahmenbedingungen für Luftschadstoffe. **Die EU-Richtlinie für nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe** (NEC-Richtlinie, 2001/81/EG) soll auch die Emissionen von primärem PM<sub>2,5</sub> beschränken. 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 dem 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



**K**urzlebige klimawirksame Schadstoffe können bekämpft werden: Durch technologische Lösungen wie Partikelfilter, Anschluss an Fernwärme oder Reparatur von Gaslecks. Aber vor allem 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 die Möglichkeiten, parallelen Nutzen aus Maßnahmen für Klima und Luftqualität zu ziehen, nicht ausgeschöpft werden. Gleichzeitig können auch kontraproduktive Maßnahmen nicht oder nur schlecht verhindert werden.

Die Potenziale können kurz- bis mittelfristig beispielsweise 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 von verkehrsberuhigten Zonen und Radwegen
- Schaffung von Grünflächen
- zusätzliche Einführung direkter Messungen von  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$  und 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 CO<sub>2</sub>- 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 den 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 etwa finanzielle Anreize geboten werden. Zusätzlich müssen passende Instrumente entwickelt werden, beispielsweise durch kombinierte Evaluationskriterien. Solche Kriterien würden dafür sorgen, dass eine Klimamaßnahme nicht der Luftqualität schadet – oder umgekehrt Maßnahmen für eine bessere Luftqualität keine negativen Auswirkungen auf das Klima haben. Maßnahmen, die für beide Bereiche einen Gewinn bringen, sollten höher bewertet werden. Eine integrierte Zusammenarbeit einer Stadtverwaltung mit einem Forschungsinstitut wurde in Potsdam realisiert, wo eine Priorisierung städtischer Maßnahmen im Verkehrsbereich erfolgte. In das Maßnahmenpaket flossen sowohl die Prioritäten der Stadt ein als auch die wissenschaftlichen Kenntnisse zu Synergieeffekten verschiedener Maßnahmen (14).

#### **Wir können alle einen Beitrag leisten.**

- Strom sparen (40 Prozent der Treibhausgas-emissionen kommen in Deutschland aus der Stromproduktion)
- Fleischkonsum reduzieren
- das Auto stehen lassen und das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel nutzen
- kein warmes Wasser verschwenden
- Heizenergie sparen durch richtiges Lüften (Stoßlüften oder Querlüften) von Räumen

---

# ClimPol und das IASS

## ClimPol

Im Mai 2012 wurde am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) das Projekt ClimPol (**C**limate Change and Air **P**ollution: Research Needs and Pathways to **P**olicy Implementation) ins Leben gerufen. Es ist jetzt in der dritten Projektphase und befasst sich mit den Zusammenhängen zwischen Luftqualität und Klimawandel. Das Projekt arbeitet vor allem an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Regional sind die Projektaktivitäten auf Europa konzentriert, insbesondere auf städtische Gebiete. Weitere Information zum ClimPol-Projekt sowie zur wissenschaftlichen Basis und Motivation für die integrierte Betrachtung von Luftqualität und Klimawandel finden Sie auf der ClimPol-Internetseite:

**[climpol.iasspotsdam.de](http://climpol.iasspotsdam.de).**

## Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS)

Das von den Forschungsministerien des Bundes und des Landes Brandenburg geförderte Institut hat das Ziel, Entwicklungspfade für die globale Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft aufzuzeigen. Das IASS folgt einem transdisziplinären, dialogorientierten Ansatz zur gemeinsamen Entwicklung des Problemverständnisses und von Lösungsoptionen in Kooperation zwischen den Wissenschaften, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Ein starkes nationales und internationales Partnernetzwerk unterstützt die Arbeit des Instituts. Zentrale Forschungsthemen sind unter anderem die Energiewende, aufkommende Technologien, Klimawandel, Luftqualität, systemische Risiken, Governance und Partizipation sowie Kulturen der Transformation.

---

# Quellen

- (1) **Shindell et al.** Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. *Science* 335, 185. 2012.
- (2) **Ramanathan et al.** 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 2014 – vorläufige Auswertung.
- (13) **v. Schneidermesser et al.** Bodennahes Ozon – das unterschätzte Problem, *IASS Policy Brief*, Oktober 2015
- (14) **Schmale et al.** An Integrated Assessment Method for Sustainable Transport System Planning in a Middle Sized German City. *Sustainability*, 7 (2). 2015.





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

Die erste Auflage dieser Broschüre erschien im Dezember 2013 in Potsdam.  
Die vorliegende Ausgabe wurde von den Autorinnen überarbeitet und aktualisiert.

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

Corina Weber und Sabine Sämisch

**Aktualisiert**

Eva Söderman und Dr. Bianca Schröder

**Adresse**

Berliner Straße 130  
D-14467 Potsdam  
Telefon +49 331-28822-340  
[www.iass-potsdam.de](http://www.iass-potsdam.de)

**E-Mail**

[media@iass-potsdam.de](mailto:media@iass-potsdam.de)

**Kontakt Autorinnen**

Dr. Erika von Schneidemesser,  
Projektleiterin ClimPol/[erika.vons@iass-potsdam.de](mailto:erika.vons@iass-potsdam.de)  
Friderike Kuik  
Rebecca Kutzner  
Dr. Julia Schmale  
[www.climpol.iass-potsdam.de](http://www.climpol.iass-potsdam.de)

**Direktorium**

Prof. Dr. Mark Lawrence (vertretungsberechtigt)  
Prof. Dr. Patrizia Nanz  
Prof. Dr. Ortwin Renn

**Visuelle Gestaltung**

Sabine Zentek

Potsdam, Januar 2017



---

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

Wien/© Jule Berlin/  
ClipDealer

