

Saubere Luft – weniger Krebs: Wie gute Luftqualität zur Prävention beiträgt

© frank peters – adobe.stock.com

Factsheet

Die Kernaussagen

Luftverschmutzung ist das größte umweltbedingte Gesundheitsrisiko und führt jährlich zu Millionen von Todesfällen weltweit.

Luftverschmutzung verursacht Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie Krebs und belastet dabei nicht nur Städte, sondern auch ländliche Regionen in Deutschland.

Strengere Grenzwerte, besseres Monitoring und Maßnahmen auf allen politischen Ebenen sind notwendig, um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen und Gesundheitskosten zu senken.

Was ist das Problem?

Luftqualität ist der wichtigste umweltbedingte Gesundheitsfaktor und Luftverschmutzung ein Risiko für Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie Lungenkrebs. Weltweit wurden 2023 rund 7,9 Millionen Todesfälle auf die Auswirkungen von Luftverschmutzung zurückgeführt – das entspricht jedem achten Todesfall¹. Auch in Deutschland ist die Belastung erheblich: Im Jahr 2023 starben rund 21.500 Menschen an den Folgen der Feinstaubexposition von über 5 µg/m³ und rund 5.500 an Erkrankungen durch Stickstoffdioxidbelastungen². Luftverschmutzung trifft nicht nur Städte, auch ländliche Regionen können stark betroffen sein.

Luftverschmutzung wird durch verschiedene Schadstoffe verursacht. Dazu gehören gasförmige Schadstoffe und luftgetragene Partikel unterschiedlicher Größe und Zusammensetzung (siehe Seite 2). Belastung und Gesundheitsrisiko variieren je nach Schadstoff, Ort, Jahreszeit und Wetterlage erheblich.

Schlechte Luftqualität entsteht durch unterschiedliche Prozesse. Schadstoffe gelangen vor allem durch Verkehr, Industrie, Energieerzeugung, Landwirtschaft und das Heizen von Gebäuden in die Luft. Ebenso gibt es natürliche Quellen wie Vulkanausbrüche und Bodenerosion (siehe Abbildung 1). Entscheidend ist nicht nur, wo Schadstoffe entstehen, sondern auch, wie sie sich ausbreiten, umwandeln und bei bestimmten Wetterlagen in der Atmosphäre anreichern können.

Was ist Luftverschmutzung?

© Helmholtz-Forum Erde und Umwelt | Erstellt mit Unterstützung von KI



Abbildung 1. Quellen der Luftverschmutzung

Luftgetragene Partikel bilden ein komplexes Gemisch aus Teilchen unterschiedlicher Größe und chemischer Zusammensetzung. Je nach Quelle enthalten sie beispielsweise Ruß, Salze oder Metalle. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Grobstaub ($> 10 \mu\text{m}$) und Feinstaub. Bei Feinstaubpartikeln differenziert man zwischen i) grobem Feinstaub mit maximal $10 \mu\text{m}$ großen Partikeln (PM_{10}), ii) feinen Partikeln mit einer Größe von bis zu $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) und iii) ultrafeinen Partikeln, die $0,1 \mu\text{m}$ und kleiner sind ($\text{PM}_{0,1}$).

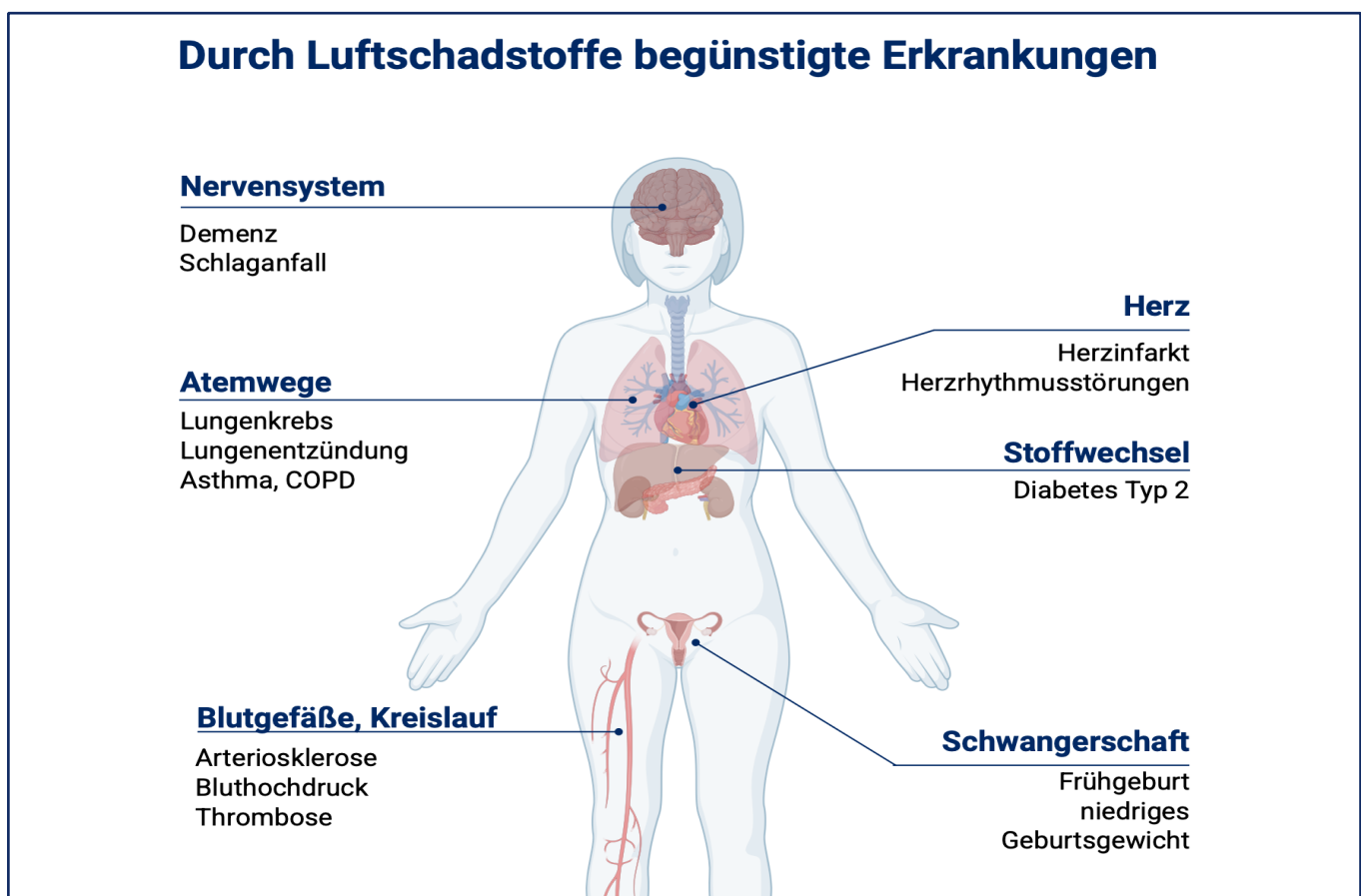
Je kleiner die Partikel sind, desto leichter durchdringen sie die Schutzbarrieren des Körpers und desto eher gelangen sie in den Blutkreislauf:

Größe des Partikels	Beispiele für Zielregionen im Körper
Grobstaub	Nasen- und Rachenraum
Feinstaub PM_{10}	Bronchien und Bronchiolen
Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$	Lungenbläschen
Ultrafeine Partikel $\text{PM}_{0,1}$	Blut

Zu den gasförmigen Schadstoffen zählen zum Beispiel Stickoxide, Schwefeldioxid und Ozon. Andere Schadstoffe, wie zum Beispiel Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS), kommen in der Luft sowohl gasförmig als auch partikelgebunden vor. Diese und andere persistente Stoffe (z. B. chemische Additive aus Reifenabrieb) gewinnen als Langzeitbelastung zunehmend an Bedeutung.

Einige Luftschadstoffe werden direkt freigesetzt. Andere, etwa Ozon und ein großer Teil des Feinstaubs, entstehen erst in der Atmosphäre durch chemische Umwandlung gasförmiger Vorläufersubstanzen; dies sind sekundäre Luftschadstoffe. Entscheidend ist somit nicht nur, wo Schadstoffe ausgestoßen werden, sondern auch, wie sie sich in der Atmosphäre ausbreiten, umwandeln und schließlich zur tatsächlichen Exposition der Bevölkerung beitragen. Ein Beispiel hierfür ist Ammoniak, das vor allem durch Tierhaltung und Düngemittel aus der Landwirtschaft freigesetzt wird. In der Atmosphäre wird das gasförmige Ammoniak über Reaktionen mit Stickoxiden zu Ammoniumnitrat und über Reaktionen mit Schwefeloxiden zu Ammoniumsulfat und damit zu sekundärem Feinstaub.

Die Exposition gegenüber Luftverschmutzung kann erhebliche gesundheitliche Auswirkungen haben (siehe Abbildung 2). Der Zusammenhang zwischen Luftqualität und Gesundheit ist jedoch oft schwer greifbar, da Luftverschmutzung zu multifaktoriellen Erkrankungen wie Krebs, Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen kann, für deren Entstehung auch andere, zum Teil vermeidbare Risikofaktoren relevant sind¹.



© DKfZ | Erstellt mit BioRender

Abbildung 2. Ausgewählte gesundheitliche Auswirkungen von Luftschadstoffen

Die Bedeutung sauberer Luft für die Krebsprävention wird inzwischen sogar auf europäischer Ebene hervorgehoben. Im 2026 aktualisierten Europäischen Kodex zur Krebsbekämpfung wurde Luftverschmutzung erstmals ausdrücklich als Risikofaktor benannt. Der von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) koordinierte Kodex nennt die Verringerung der Belastung durch Luftschadstoffe als eine von 14 zentralen Maßnahmen zur Krebsprävention und unterstreicht damit die gesundheitspolitische Relevanz einer wirksamen Luftreinhaltepolitik³.

Luftverschmutzung ist der zweitwichtigste Risikofaktor für Lungenkrebs, direkt nach dem Rauchen⁴. Epidemiologische Studien zeigen, dass jährlich rund 1.000 Lungenkrebsfälle auf Feinstaub zurückzuführen sind⁵. Gerade an verkehrsreichen Straßen ist das Erkrankungsrisiko messbar erhöht, wie eine Studie aus dem Ruhrgebiet zeigt⁶. Dabei kann bereits eine Feinstaubkonzentration, die unterhalb des europäischen Grenzwerts liegt, gesundheitliche Risiken mit sich bringen. Bisher gibt es keinen nachgewiesenen unteren Schwellenwert, ab dem Luftschadstoffe als unbedenklich gelten^{7,8}.

Die gesundheitlichen Folgen von Luftverschmutzung sind volkswirtschaftlich relevant: Sie stehen in Zusammenhang mit einer erhöhten Anzahl an Krankheitstagen und Produktivitätsverlusten und führen zu verlorenen Lebensjahren im erwerbsfähigen Alter^{2,9}. Dass eine schlechte Luftqualität langfristige Folgen nach sich ziehen kann, zeigt auch eine Studie zur Luftverschmutzung in der ehemaligen DDR: Eine Phase intensiver Luftverschmutzung war dort mit einer deutlich erhöhten Zahl von umweltbedingten Erkrankungen verbunden¹⁰.

Politischer Handlungsbedarf

In Europa hat sich die Luftqualität in den vergangenen zwei Jahrzehnten zwar schon verbessert¹¹, weltweit sind durch Luftverschmutzung bedingte Todesfälle und verlorene gesunde Lebensjahre seit den 1990er-Jahren jedoch kaum zurückgegangen⁸. Luftverschmutzung bleibt das größte umweltbedingte Gesundheitsrisiko, und die europäischen Vorgaben bleiben weiterhin hinter den Empfehlungen der WHO-Luftgüteleitlinien zurück. An 20 % der europäischen Messstationen werden die EU-Grenzwerte für beispielsweise PM₁₀ und Ozon noch immer überschritten. Mehr als 90 % der Stadtbevölkerung sind Konzentrationen von PM_{2,5} und Ozon ausgesetzt, die über den WHO-Richtwerten liegen. Die wirtschaftlichen Folgen sind dabei enorm: Luftverschmutzung kostet die EU jährlich rund 600 Milliarden Euro – das entspricht etwa 4 % des BIP – durch Behandlungskosten und krankheitsbedingte Produktivitätsverluste¹¹.

Klimaresiliente Bepflanzung mit geringer Luftbelastung

Urbane Vegetation hat das Potential, positiv auf städtische Luftqualität und Mikroklima zu wirken. Bäume, Hecken, Grünflächen oder grüne Fassaden spenden Schatten, halten Feuchtigkeit zurück und wirken kühlend. Ebenso können sie an ihren Oberflächen Luftschadstoffe zurückhalten oder auffangen und somit deren Konzentration verringern. Andererseits emittiert Vegetation flüchtige organische Verbindungen (BVOC). Diese können in Kombination mit Stickoxiden und Sonnenlicht bodennahes Ozon bilden und tragen außerdem zur Entstehung von organischen Partikeln bei. Dabei spielen mehrere Faktoren eine Rolle, etwa die Art der Vegetation, die Dichte und Höhe der Bepflanzung sowie saisonale Bedingungen, die das Wetter und die Durchmischung der Stadtluft beeinflussen.

Ozon- und Partikelbildung hängen maßgeblich von Emissionen von Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen ab. Zu deren Quellen zählen Straßenverkehr, Industrie und Haushalte. Somit stellt die Reduktion dieser Emissionen einen zentralen Hebel zur Verbesserung der Luftqualität dar. Ein zweiter, ergänzender Hebel ist die Wahl von Baumarten, die geringe BVOC-Emissionen aufweisen, wie beispielsweise **Spitzahorn, Blumen-
esche und Stadtlinde**¹². Diese Arten tolerieren auch vorübergehende Trockenheit¹³. Für saubere, ozon- und pollenarme Stadtluft sollten trotz ihrer Klimaresilienz Eichen, Pappeln und Weiden nicht massenhaft gepflanzt werden, da diese bei sommerlicher Hitze große Mengen an Isopren ausstoßen, welches zur Ozonbildung beiträgt. Zudem belasten diese Arten die Atemwege von Allergikern und Allergikerinnen.



Die individuelle Exposition gegenüber Luftschadstoffen wird künftig maßgeblich von sozioökonomischen Entwicklungen abhängen. Doch selbst bei einer weiteren Verbesserung der Luftqualität und sinken der individueller Belastung könnten die absoluten Todeszahlen durch Luftverschmutzung bis zum Ende des Jahrhunderts zunehmen, da die Weltbevölkerung gleichzeitig wächst und altert¹⁴. Die bisherigen Fortschritte reichen also nicht aus, um die gesundheitlichen Folgen langfristig zu begrenzen. Modellierungen für Europa zeigen, dass weitere Maßnahmen nötig sind, um die WHO-Luftgüteleitlinien flächendeckend umzusetzen¹⁵. Gesundheitsorientierte Stadtplanung stellt eine mögliche Maßnahme auf kommunaler Ebene dar, beispielsweise mittels Begrünung durch Hecken und geeignete Bäume (Details siehe Seite 4).

Die neue EU-Luftqualitätsrichtlinie¹⁶ gibt ab 2030 strengere Grenzwerte für zentrale Luftschadstoffe vor. Ihre Einhaltung kann durch die Dekarbonisierung der Wirtschaft unterstützt werden, etwa durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energiequellen. In Deutschland muss die Umsetzung im Rahmen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bis 11. Dezember 2026 festgeschrieben werden. Dazu zählen ein umfassenderes Monitoring der Luftqualität und konkrete Luftreinhaltepläne. Die WHO-Luftgüteleitlinien⁸ gehen einen Schritt weiter und empfehlen beispielsweise eine Feinstaub-Konzentration (PM_{2,5}) von höchstens 5 µg/m³ im Jahresdurchschnitt¹⁷, wohingegen die EU-Luftqualitätsrichtlinie ab 2030 einen Grenzwert von 10 µg/m³ vorsieht (Details siehe unten). Um die persönlichen Gesundheitsrisiken und die damit verbundenen wirtschaftlichen Belastungen zu verringern, sollten die beschlossenen EU-Grenzwerte konsequent eingehalten und Schadstoffbelastungen auch darüber hinaus weiter gesenkt werden.

WHO-Luftgüteleitlinien und EU-Luftqualitätsrichtlinie

Die folgende Übersicht* stellt die Richtwerte für Schadstoffe aus den WHO-Luftgüteleitlinien sowie die Grenzwerte für Schadstoffe und den Zielwert für Ozon aus der ab 2030 geltenden EU-Luftqualitätsrichtlinie einander gegenüber:

Schadstoff	Mittelungszeit	WHO-Richtwert	EU-Grenzwert ab 2030
PM _{2,5}	Jahr	5 µg/m ³	10 µg/m ³
PM ₁₀	Jahr	15 µg/m ³	20 µg/m ³
Stickstoffdioxid	Jahr	10 µg/m ³	20 µg/m ³
EU-Zielwert ab 2030			
Ozon	8h am Tag	100 µg/m ³ (max. 3-4 Überschreitungstage pro Jahr)	120 µg/m ³ (max. 18 Überschreitungstage pro Jahr)

* Für eine vollständige Übersicht der Werte für alle Schadstoffe sowie alle Mittelungszeiten siehe WHO-Luftgüteleitlinien⁸ und EU-Luftqualitätsrichtlinie¹⁶

Luftqualitätsstandards sollten auf Grundlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse weiterentwickelt und langfristig stärker an die WHO-Luftgüteleitlinien angenähert werden³. Für Schadstoffe wie ultrafeine Partikel, Ruß und bestimmte PAK besteht weiterhin Forschungsbedarf. Ein besseres Verständnis der verschiedenen Quellen und Vorkommen sowie ein umfassenderes Monitoring und Wirkungsstudien^{8, 11, 18} sind Grundlage für dauerhaft belastbare Grenzwerte. Aktuelle europäische Projekte zeigen, wie Monitoring-Infrastrukturen für Luftschadstoffe, ultrafeine Partikel und Verkehr ausgebaut werden können, um belastbarere Daten für Gesundheitsfolgenabschätzungen und lokale Luftreinhaltestrategien bereitzustellen (z. B. Net4Cities¹⁹).

Handlungsoptionen für die Bundespolitik

- **Luftreinhaltung ressortübergreifend und gesundheitsorientiert verankern.** Luftreinhaltung berührt Gesundheits-, Umwelt-, Verkehrs-, Energie-, Landwirtschafts- und Wirtschaftspolitik. Die Bundesregierung sollte Maßnahmen in diesen Bereichen besser aufeinander abstimmen und gesundheitliche sowie volkswirtschaftliche Folgen der Luftverschmutzung bei Gesetzgebung, Förderung und Infrastrukturentscheidungen berücksichtigen. Dazu zählen neben den gesundheitlichen Belastungen auch Kosten durch Behandlung, Arbeitsunfähigkeit und Produktivitätsverluste^{2, 3, 9, 11}.
- **Die neue EU-Luftqualitätsrichtlinie frühzeitig umsetzen und die Datengrundlage stärken.** Für Gebiete, in denen die ab 2030 geltenden Grenzwerte voraussichtlich überschritten werden, sollten frühzeitig Luftqualitätsfahrpläne vorliegen. Sie sollten die wichtigsten Emissionsquellen, geeignete Minderungsmaßnahmen, Zuständigkeiten und erwartete Wirkungen benennen. Zugleich bietet die Umsetzung der EU-Luftqualitätsrichtlinie die Möglichkeit, Messnetze, Modellierung und Quellenanalysen weiterzuentwickeln. Neben lokalen Überschreitungen ist dabei auch die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung gegenüber PM_{2,5} und Stickstoffdioxid in den Blick zu nehmen^{16, 20}.
- **Kommunen bei einer gesundheitsorientierten Stadt- und Verkehrsplanung unterstützen.** Der Bund kann Kommunen dabei unterstützen, aktive Mobilität zu fördern und den Verkehr emissionsärmer zu gestalten. Hierzu zählt beispielsweise die Einrichtung von Zero-Emission Zones, deren Umsetzung durch eine Elektromobilitätsplakette unterstützt werden kann. Begrünungsmaßnahmen (z. B. Hecken und geeignete Bäume) sollten zudem gezielt dort eingesetzt werden, wo sie die Exposition gegenüber Luftschadstoffen wirksam reduzieren. Dabei sind insbesondere die örtlichen Schadstoffkonzentrationen und die Bebauungssituation zu berücksichtigen^{3, 21}.
- **Emissionen im Verkehrs-, Energie- und Gebäudesektor weiter senken.** Die Bundesregierung sollte die Elektrifizierung dort voranbringen, wo sie technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, und zugleich öffentlichen Verkehr sowie den Ausbau von Wind- und Solarenergie stärken. In Bereichen mit begrenzten Elektrifizierungsmöglichkeiten, etwa in Luft- und Schifffahrt, sollten alternative Kraftstoffe auch nach ihren Emissionen von Stickoxiden, Partikeln und ultrafeinen Partikeln bewertet werden. Im Gebäudesektor gilt es, emissionsarme Heizsysteme zu fördern und Feinstaubemissionen aus Holzheizungen und Kaminöfen stärker zu begrenzen. Bei älteren, emissionsintensiven Anlagen kommen Nachrüstung oder Austausch in Betracht^{1, 3, 11, 22}.
- **Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft gezielt mindern.** Ammoniak aus Tierhaltung und Düngung trägt wesentlich zur Bildung von sekundärem Feinstaub bei. Minderungen bei Tierhaltung, Düngung sowie Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sollten deshalb stärker in die Luftreinhaltepolitik und das Nationale Luftreinhalteprogramm eingebunden werden.
- **Luftreinhalteplanung überregional und grenzüberschreitend stärken.** Ozon und seine Vorläuferstoffe werden über große Entfernungen transportiert; die Handlungsmöglichkeiten einzelner Länder und Kommunen sind daher begrenzt. Die Bundesregierung sollte prüfen, die Ozonplanung stärker auf Bundesebene zu bündeln und die Minderung von Ozon- und Feinstaubvorläuferstoffen enger mit der nationalen und europäischen Emissionspolitik abzustimmen. Auf EU-Ebene sollte sie sich für weitere Minderungen von Stickoxiden, Ammoniak, Schwefeldioxid und anderen Vorläuferstoffen einsetzen. Auch großräumige Belastungsereignisse wie Waldbrandrauch sollten in Monitoring, Vorhersage und gesundheitlichen Warnsystemen stärker berücksichtigt werden^{3, 11, 16, 23}.
- **Die Bevölkerung bei hoher Luftschadstoffbelastung gezielt informieren.** Warn- und Informationsangebote sollten bei erhöhter Belastung konkrete Hinweise geben, wie sich die persönliche Exposition kurzfristig verringern lässt. Dazu gehören etwa verkehrsarme Wege oder die Anpassung körperlicher Aktivitäten bei hoher Luftbelastung. Solche Empfehlungen ergänzen Maßnahmen zur Emissionsminderung, können sie aber nicht ersetzen^{3, 11, 20}.

Ihr Kontakt zu den Expertinnen und Experten



PD Dr. Volker Matthias

Abteilungsleiter Chemietransportmodellierung am Institut für Umweltchemie des Küstenraumes am Helmholtz-Zentrum Hereon

Expertise: Modellierung atmosphärischer Schadstoffe von der Emission bis zur Exposition; Schiffsemissionen und Auswirkungen im Küstenraum; ultrafeine Partikel und sekundäre Aerosolpartikel aus anthropogenen Vorläufersubstanzen

E-Mail: volker.matthias@hereon.de

Telefon: +49 4152 872346



Dr. Susanne Weg-Remers

Leiterin des Krebsinformationsdienstes am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Expertise: Evidenzbasierte Informationen zu krebsrelevanten Themen; kommunikationswissenschaftlich begleitete Erstellung von Gesundheitsinformationen zu Krebs

E-Mail: s.weg-remers@dkfz.de

Telefon: +49 6221 42 2890



Prof. Dr. Anke Nölscher

Direktorin am Institute of Climate and Energy Systems (Troposphere - ICE-3) des Forschungszentrums Jülich und Professorin an der Universität zu Köln

Expertise: Atmosphären-Erdsystemaustausch im Klimawandel; urbane Luftqualität; Ozonbildung; organische Spurenstoffe; Ultrafeinstaub; luftgetragenes Mikroplastik

E-Mail: a.noelscher@fz-juelich.de

Telefon: +49 2461 61 5932

Impressum

Deutsches Krebsforschungszentrum und Helmholtz-Forum Erde-Umwelt (2026). Saubere Luft – weniger Krebs: Wie gute Luftqualität zur Prävention beiträgt. Factsheet. pp. 1-8.

https://doi.org/10.48440/dkfz_helmholtz.2026.003

Die Texte stehen, soweit nicht anders angegeben, unter der Lizenz CC BY-SA 4.0.

Kontakt

Deutsches Krebsforschungszentrum

Stiftung des öffentlichen Rechts
Büro Berlin

Dr. Claudia Reschke, Nadine Liebsch
Telefon: +49 30 2021 513 14
E-Mail: c.reschke@dkfz.de

Helmholtz-Forum Erde und Umwelt

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher
Forschungszentren e.V.

Marie Heidenreich, Dr. Carolin Seiferth, Katinka
Lorenzen, Jakob Stuchtey, Dr. Katharina Sielemann
Telefon: +49 30 206 7957 32
E-Mail: marie.heidenreich@gfz.de

Referenzen

- ¹ HEI – Health Effects Institute (2025). State of Global Air 2025: A Report on Air Pollution and Its Role in the World's Leading Causes of Death. Boston, MA: Health Effects Institute. <https://www.stateofglobalair.org/resources/report/state-global-air-report-2025>
- ² EEA – European Environment Agency (2025). Harm to human health from air pollution in Europe: Burden of disease status, 2025 (EEA Briefing No. 16/2025). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/8961999>
- ³ IARC – Internationale Agentur für Krebsforschung (2025). Europäischer Kodex zur Krebsbekämpfung, 5. Auflage. 14 Möglichkeiten, sich vor Krebs zu schützen. Lyon: International Agency for Research on Cancer. <https://cancer-code-europe.iarc.who.int/de/startseite/>
- ⁴ Berg, C., Schiller, J., & Boffetta, P. (2023). Air Pollution and Lung Cancer: A Review by International Association for the Study of Lung Cancer Early Detection and Screening Committee. Journal of Thoracic Oncology, 18, 1277-1289. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2023.05.024>
- ⁵ Gredner, T., Behrens, G., Stock, C., Brenner, H., & Mons, U. (2018). Cancers due to infection and selected environmental factors. Deutsches Ärzteblatt International, 115(35-36), 586-593. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0586>
- ⁶ LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2011). Feinstaubkohortenstudie Frauen in NRW. Langfristige gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub. Folgeuntersuchungen bis 2008. LANUV-Fachbericht 31. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30031.pdf
- ⁷ Raaschou-Nielsen, O., Andersen, Z. J., Beelen, R., Samoli, E., Stafoggia, M., Weinmayr, G., Hoffmann, B., Fischer, P., Nieuwenhuijsen, M. J., ... & Hoek, G. (2013). Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts. Prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). The Lancet Oncology, 14(9), 813-822. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470204513702791?via%3Dihub>
- ⁸ WHO – World Health Organization (2021). WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
- ⁹ OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2026). The hidden cost of air pollution on European productivity. OECD Policy Briefs, No. 60. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/017326a6-en>
- ¹⁰ Lubczyk, M. & Waldinger, M. (2025). The Long-Term Effects of Air Pollution on Health and Labor Market Outcomes: Evidence from Socialist East Germany. RFBerlin Discussion Paper Series, No. 85/25. Berlin: ROCKWOOL Foundation Berlin – Institute for the Economy and the Future of Work. <https://www.rfberlin.com/network-paper/the-long-term-effects-of-air-pollution-on-health-and-labor-market-outcomes-evidence-from-socialist-east-germany/>
- ¹¹ EEA – European Environment Agency (2026). Air quality status in Europe 2026. Copenhagen: European Environment Agency. <https://doi.org/10.2800/1334940>
- ¹² Fitzky, A.C., Sandén, H., Karl, T., Fares, S., Calfapietra, C., Grote, R., Saunier, A. & Rewald, B. (2019). The Interplay Between Ozone and Urban Vegetation-BVOC Emissions, Ozone Deposition, and Tree Ecophysiology. Frontiers in Forests and Global Change, 2, <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00050>
- ¹³ Bund deutscher Baumschulen e.V. & Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (2021). Zukunftsbäume für die Stadt. Auswahl aus der GALK-Straßenbaumliste. Berlin und Frankfurt: BdB und GALK. <https://www.galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/zukunftsbaeume-fuer-die-stadt/>
- ¹⁴ Pozzer, A., Steffens, B., Proestos, Y., Sciare, J., Akritidis, D., Chowdhury, S., Burkart, K. & Bacer, S. (2024). Atmospheric health burden across the century and the accelerating impact of temperature compared to pollution. Nature Communications, 15, 9379. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53649-9>
- ¹⁵ Franke, P., Lange, A. C., Steffens, B., Pozzer, A., Wahner, A., & Kiendler-Scharr, A. (2024). European air quality in view of the WHO 2021 guideline levels: Effect of emission reductions on air pollution exposure. Elementa: Science of the Anthropocene, 12(1), 00127. <https://doi.org/10.1525/elementa.2023.00127>
- ¹⁶ EU – Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2024). Richtlinie (EU) 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union, Reihe L, 2024/2881. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402881
- ¹⁷ UBA – Umweltbundesamt (2021). Die WHO-Luftqualitätsleitlinien 2021 – Gesundere Luft für alle. Eine gemeinsame Erklärung von medizinischen, wissenschaftlichen und Public-Health-Fachgesellschaften und Institutionen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/6232/dokumente/jointsocietystatement_german_adaption_final.pdf
- ¹⁸ Campbell, S. J., Uttinger, B., Barth, A., Leni, Z., Zhang, Z.-H., Resch, J., Li, K., Steimer, S. S., Banach, C., Gfeller, B., ... & Kalberer, M. (2025). Short-lived reactive components substantially contribute to particulate matter oxidative potential. Science Advances, 11(12). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adp8100>
- ¹⁹ Net4Cities. (2026). Zero Pollution for our cities: The project. <https://www.net4cities.eu/>
- ²⁰ UBA – Umweltbundesamt (2026). Der Luftqualitätsindex (LQI). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftqualitaet/der-luftqualitaetsindex-lqi>
- ²¹ Abhijith, K. V., Kumar, P., Gallagher, J., McNabola, A., Baldauf, R., Pilla, F., Broderick, B., di Sabotino, S. & Pulvirenti, B. (2017). Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review. Atmospheric environment, 162, 71-86. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.05.014>
- ²² Moldanova, J., Zhang, Y. & Matthias, V. (2025). Editorial for the Special Issue “Transport Emissions and Their Environmental Impact”. Atmosphere, 16(7), 775. <https://doi.org/10.3390/atmos16070775>
- ²³ UMK – Umweltministerkonferenz (2025). 104. Umweltministerkonferenz am 16. Mai 2025 in Orscholz. Endgültiges Ergebnisprotokoll, TOP 24 „Realistische Ziele der Luftreinhaltung“, insbesondere Ziff. 5-6. https://umweltministerkonferenz.de/media/104umk_ergebnisprotokoll_endgueltig.pdf