

Ultrafeinstaub in der Luft: Weltweite Studie zählt fast zwei Millionen vorzeitige Todesfälle pro Jahr

Erste globale, hochauflösende Kartierung zeigt, dass etwa die Hälfte der vorzeitigen Todesfälle durch Ultrafeinstaubverschmutzung auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zurückgeht.

Gemeinsame Pressemeldung des Max-Planck-Instituts für Chemie und der Universitätsmedizin Mainz

Ultrafeinstaub, das sind ultrafeine Partikel, die kleiner als 100 Nanometer und für das bloße Auge unsichtbar sind, trägt weltweit erheblich zur Sterblichkeit bei. Zu diesem Ergebnis kommt eine internationale Studie von Forschenden unter Leitung des Max-Planck-Instituts für Chemie in Mainz und des Cyprus Instituts in Nikosia, Zypern, an der auch Kardiologinnen und Kardiologen der Universitätsmedizin Mainz beteiligt waren. Die Forschenden schätzen, dass weltweit jährlich 1,99 Millionen Menschen an Ultrafeinstaub vorzeitig sterben. Das sind etwa fünf Prozent aller Todesfälle durch nicht-übertragbare Krankheiten. Rund die Hälfte davon entfällt auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Forschenden plädieren daher für verbindliche Grenzwerte. Die Studie erscheint im Fachjournal Cardiovascular Research (Oxford University Press, Zeitschrift der European Society of Cardiology).

Anders als Feinstaub (PM_{2,5}), für den in der EU und den USA gesetzliche Grenzwerte gelten, sind ultrafeine Partikel (UFP) bislang nicht reguliert. Obwohl sie kaum zur Feinstaubmasse beitragen, besitzen sie aufgrund ihrer geringen Größe eine sehr große Oberfläche im Verhältnis zu ihrer Masse. Sie können tief in die Lunge eindringen, die Atemwegsbarriere überwinden und über die Blutbahn sowie die Riechschleimhaut direkt ins Gehirn gelangen. Damit unterscheiden sie sich grundlegend von größeren Feinstaubpartikeln.

Globale Belastungskarte mit sehr hoher Auflösung

Für die Studie kombinierte das Team Satellitendaten, Landnutzungsinformationen und Messdaten aus 155 Orten weltweit mithilfe maschinellen Lernens. Damit konnte es die langfristige Ultrafeinstaubbelastung erstmals mit einer Auflösung von einem Kilometer für den Zeitraum 2010 bis 2019 abbilden. In Städten liegen die mittleren jährlichen Konzentrationen demnach typischerweise zwischen 10.000 und 30.000 Partikeln pro Kubikzentimeter. Zu der Zahl von 1,99 Millionen vorzeitigen Todesfällen geben die Forscher eine Spannbreite, das sogenannte 95 Prozent Konfidenzintervall, an. Es besagt, dass mit einer Sicherheit von 95 Prozent der Wert der Todesfälle zwischen 0,81 und 3,89 Millionen liegt.

Auf Basis einer Meta-Analyse großer Kohortenstudien aus Europa und Nordamerika leiteten die Forschenden zudem ein Risikoverhältnis für die Sterblichkeit ab und verknüpften es mit den Expositionsdaten. Das Ergebnis: eine Sterblichkeitsdichte von 35,7 (Konfidenzintervall: 15,8–65,5) je 100.000 Einwohner und Jahr in Europa und 27,4 (Konfidenzintervall: 12,9–47,4) je 100.000 in Nordamerika. Besonders hoch ist die Belastung in Süd- und Osteuropa. Weltweit entfallen etwa 91 Prozent der ultrafeinstaubbedingten Todesfälle auf Stadtgebiete, davon 78 Prozent auf dicht besiedelte urbane Zentren.

„Ultrafeinstaub ist buchstäblich ein blinder Fleck der Luftreinhaltepolitik: Er wird von keiner Vorschrift erfasst, obwohl er in unseren Städten allgegenwärtig ist. Mit unseren Daten können wir erstmals weltweit zeigen, wo die Belastung am höchsten ist und welche Quellen dafür verantwortlich sind – insbesondere die Verbrennungsprozesse im Verkehr, in der Industrie und in der Energieerzeugung. Das gibt der Politik ein konkretes Werkzeug an die Hand, um gezielt gegenzusteuern.“ Prof. Dr. Jos Lelieveld, Direktor emeritus am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz und Erstautor der Studie

Besondere Gefahr für das Herz-Kreislauf-System

Die Studie unterstreicht, dass ultrafeine Partikel ein bislang unterschätztes Risiko für das Herz-Kreislauf-System darstellen. Weil sie über die Lunge in die Blutbahn übertreten können, lösen sie systemischen oxidativen Stress und eine Funktionsstörung der Gefäßinnenwand (medizinisch Endotheldysfunktion) aus, begünstigen die Entstehung von Arteriosklerose und stehen im Zusammenhang mit Bluthochdruck, Diabetes, Herzinsuffizienz, Herzinfarkt sowie einer beeinträchtigten Durchblutung der kleinen Herzkranzgefäße. Tierexperimentelle und humane Studien zeigen zudem Effekte auf die Herzfunktion und den Zellstoffwechsel bis hin zur Schädigung der Mitochondrien, der „Kraftwerke“ der Zelle.

„Für uns in der Kardiologie ist besonders alarmierend, dass ultrafeine Partikel die natürlichen Schutzbarrieren des Körpers umgehen und direkt ins Blut und sogar ins Gehirn gelangen können. Wir sehen in unseren eigenen Arbeiten, wie das Herz-Kreislauf-System auf diese Belastung reagiert: mit oxidativem Stress, geschädigten Blutgefäßen und einem erhöhten Risiko für Herzinfarkt und Schlaganfall. Rund die Hälfte der weltweit durch Ultrafeinstaub verursachten Todesfälle geht auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zurück. Das macht deutlich: Luftreinhaltung ist Herzgesundheit. Wir brauchen dringend verbindliche Grenzwerte und eine routinemäßige Überwachung von Ultrafeinstaub, so wie es sie längst für Feinstaub gibt.“ Univ.-Prof. Dr. Thomas Münzel, Seniorprofessor am Zentrum für Kardiologie der Universitätsmedizin Mainz

Niedrigere Grenzwerte könnten viele Todesfälle verhindern

Nach Analyse der Forschenden bestehen die Ultrafeinstaubpartikel in belasteten Regionen überwiegend aus den typischen Verbrennungsprodukten Ruß (Black Carbon) und organischem Kohlenstoff. Weltweit entfallen rund 75 Prozent der Belastung auf fossile Brennstoffe; in Ländern mit hohem Einkommen sind es sogar über 90 Prozent; in einkommensschwächeren Ländern spielt zusätzlich das häusliche Verbrennen von Holz eine wichtige Rolle. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Europäische Union stufen Ultrafeinstaub inzwischen als „Schadstoff von neu aufkommender Bedeutung“ ein.

Die Mainzer Studie zeigt auch, dass ein Grenzwert von 5.000 Partikeln pro Kubikzentimeter im Jahresmittel die weltweite Übersterblichkeit durch Ultrafeinstaub um etwa 45 Prozent senken könnte. Die Autorinnen und Autoren fordern daher, den Ausstoß von Verbrennungsquellen in Städten – insbesondere aus Verkehr, Industrie und Energieerzeugung – konsequent zu senken, den Ausbau nicht-fossiler Energiequellen voranzutreiben und Ultrafeinstaub in die routinemäßige Luftgüteüberwachung aufzunehmen, um die langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen besser erfassen zu können.

Über die Studie

Die Studie „Air quality and health implications of exposure to ultrafine particle pollution“ wurde von einem internationalen Team erstellt unter Leitung von Prof. Dr. Jos Lelieveld (Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, und The Cyprus Institute), gemeinsam mit Dr. Pantelis Georgiades (Cyprus

Institute) sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universität Helsinki, der King-Saud-Universität und der Kardiologie der Universitätsmedizin Mainz (Univ.-Prof. Dr. Thomas Münzel, letztere auch am Deutschen Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), Standort Rhein-Main.

Die Studie wurde unter anderem im Rahmen der EU-Horizon-Europe-Projekte CATALYSE, EMME-CARE und MARKOPOLO gefördert. Die zugrunde liegenden globalen Daten sind über das Zenodo-Repositorium frei zugänglich (zenodo.org/records/14832351).

Originalpublikation:

Jos Lelieveld, Pantelis Georgiades, Matthias Kohl, Yafang Cheng, Theodoros Christoudias, Jean Sciare, Mihalis Nicolaou, Constantine Dovrolis, Mohammed Fnais, Markku Kulmala, Andreas Daiber, Omar Hahad, Marin Kuntic, Thomas Münzel, Andrea Pozzer, Air quality and health implications of exposure to ultrafine particle pollution. Cardiovascular Research, cvag136. Juli 2026

DOI: <https://doi.org/10.1093/cvr/cvag136>