

Luftschadstoffe

Feinstäube – Winzlinge mit großer Wirkung

Eine Konzentration, unterhalb derer die Partikel gesundheitlich unbedenklich sind, ist bislang nicht bekannt.

München war am Ostermontag die erste deutsche Stadt, die gegen die zu Jahresbeginn in Kraft getretene EU-Richtlinie verstoßen hat, wonach der Grenzwert von 50 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft an höchstens 35 Tagen im Jahr überschritten werden darf. Bereits jetzt ist aufgrund von Schadstoff-Messungen an bundesweit rund 400 Stationen abzusehen, dass auch andere Metropolen diese gesetzlichen Vorgaben nicht werden einhalten können, so dass Politiker und Umweltschützer über regulatorische Konsequenzen diskutieren.

Wissenschaftler schütteln angesichts des Medienwirbels der letzten Tage den Kopf, denn das „plötzliche“ Interesse an den gesundheitlichen Auswirkungen von Feinstaub beruht nicht auf brandaktuellen Erkenntnissen. Vielmehr verdichtet sich die internationale Datenlage über die gesundheitsschädigenden Wirkungen von Feinstaub seit mehreren Jahren. Für die Allgemeinbevölkerung ist die derzeitige Diskussion unter dem Aspekt irritierend, dass die Staubemissionen in Deutschland seit den 60er-Jahren – subjektiv und objektiv – insgesamt um mehr als die Hälfte zurückgegangen sind.

Doch wie so oft liegt die Krux im Detail: Im selben Maße wie Filteranlagen und saubere Brennstoffe den Anteil an sichtbaren Grobstäuben in der Luft reduzierten (Smog), stieg die Konzentration von Feinstäuben. Obwohl diese kleinen Partikel im Verdacht stehen, massiv gesundheitsschädigend zu sein,

kann man sich ihrer Exposition bislang nicht entziehen. Denn Feinstäube entstehen durch unvollständige Verbrennungsprozesse in Industrie, Haushalt und im Autoverkehr – insbesondere bei Dieselmotoren. Aber auch der Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßenbelägen produziert Stäube. Somit schweben Milliarden feinsten Teilchen an jeder Hauptverkehrsstraße in jedem Kubikmeter Luft, halten sich dort über



Foto: dpa

Fast alle derzeit eingesetzten Stationen messen pauschal die Masse aller Teilchen mit Durchmessern von unter 10 Mikrometern – jedoch nicht ihre Zahl. Technische Grundlage für den Wiegevorgang von Luftschadstoffen ist ein Ansaugkopf, der eine konstante Luftmenge durch einen Feinfilter leitet. Was sich in diesen absetzt, kann gewogen werden. Ultrafeine Partikel lassen sich jedoch nicht zuverlässig wiegen. In diesen Fällen greifen die Luftanalytiker zu optischen Zählmethoden.

Stunden und Tage und werden von jeder Luftströmung erneut aufgewirbelt.

Für die Weltgesundheitsorganisation (WHO), Mediziner und Umweltepidemiologen gilt es inzwischen als gesichert, dass hohe Konzentrationen von Feinstäuben beim Menschen im Zusammenhang stehen mit dem gehäuften Auftreten von:

- chronischem Husten
- Bronchitiden

- kardiovaskulären Effekten
- einer Verschlechterung der Lungenfunktionswerte (vor allem bei Kindern)
- Lungenkrebs und einer
- Verkürzung der Lebenserwartung.

„Wir können davon ausgehen, dass mehr Menschen durch Feinstaubexposition sterben als durch Verkehrsunfälle“, sagte Ministerialdirektor Dr. habil. Uwe Lahl vom Bundesumweltministerium

kürzlich auf dem Kongress der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie in Berlin. Weil die Gefährlichkeit des Staubes – auch partikelförmige Materie (PM) genannt – stark von der Größe seiner Teilchen abhängt, definieren Umweltmediziner mehrere Klassen:

- inhalierbaren Feinstaub mit einem Durchmesser von maximal 10 µg (PM 10),
- lungengängigen Feinstaub mit maximal 2,5 µg Durchmesser (PM 2,5) und
- ultrafeine Partikel mit maximal 0,1 µg Durchmesser (PM 0,1).

Je kleiner die Teilchen, umso länger halten sie sich in der Luft, und umso leichter können sie immer wieder

aufgewirbelt werden. Milliarden Partikel können so in jedem Kubikmeter Luft „gezählt“ werden – und doch alle zusammen nur ein Zwanzigstel Gramm wiegen. Fast alle derzeit eingesetzten Luftprüfstationen messen jedoch pauschal nur die Masse aller Teilchen mit Durchmessern von unter 10 Mikrometern – jedoch nicht ihre Zahl. Und auch die seit Jahresbeginn geltenden EU-Grenzwerte beziehen

sich lediglich auf das Gewicht aller Partikel der Größe PM 10.

Den gesundheitlich relevanten Teil des Schwebstaubs machen jedoch die kleineren Teilchen aus. So konzentriert sich die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler seit einigen Jahren auf die „lungengängigen“ Feinstäube (PM 2,5), die für schwere medizinische Folgen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Lungenkrebs verantwortlich gemacht werden. Doch was ist – auch durch Langzeitbeobachtungen – gesichert?

Gesundheitliche Beeinträchtigungen von Feinstaub auf den Menschen sind durch arbeitsmedizinische Untersuchungen vielfältig belegt. „Allerdings lassen sich diese aufgrund anderer Expositionsbedingungen nicht ohne weiteres auf die Umwelt übertragen“, berichtet Ulrike Koller vom GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg bei München (www.gsf.de/flugs/Feinstaeube.pdf).

„Die Frage, inwieweit Feinstäube eine Gefahr für die Gesundheit darstellen und aus Vorsorgegründen von Bedeutung sind, hängt von verschiedenen Faktoren ab“, sagte Lahl auf dem Pneumologenkongress. So spielt neben der Konzentration des Staubes und seiner chemischen Zusammensetzung vor allem die Größe der Partikel eine ganz wesentliche Rolle. Diskutiert wird auch, welche Bedeutung die Beladung der Staubpartikel mit anderen Substanzen hat. In der Stadtluft können zum Beispiel Schwermetalle, krebserregende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe oder Säuren an den Staub-

teilchen hängen und zusätzlich auf die Atemwege wirken.

Kontrollierte Expositionsexperimente gibt es nur wenige, dafür existiert eine große Zahl von tierexperimentellen und In-vitro-Untersuchungen, in welchen Belege für die Toxizität von Partikeln erbracht wurden. Insbesondere aber liefern umweltepidemiologische Studien Hinweise auf gesundheitliche Wirkungen von feinen und ultrafeinen Partikeln in der Umwelt.

Die derzeitigen Grenzwerte sind Kompromisse

Eine Schwelle, unterhalb der keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen für den Menschen zu befürchten sind, lässt sich daraus aber nicht ableiten. „Ähnlich wie bei der Radioaktivität scheint es auch beim Feinstaub keinen unteren Grenzwert zu geben“, sagte Priv.-Doz. Dr. med. David Groneberg (Charité Berlin) auf dem Pneumologenkongress. „Es gibt keinen Schwellenwert“, betonte auch der weltweit anerkannte Umweltepidemiologe Prof. Dr. med. Erich Wichmann vom GSF-Forschungszentrum. Für ihn sind die bestehenden Grenzwerte „ein Kompromiss aus medizinisch Sinnvollem und technisch Machbarem“.

Neuere umweltepidemiologische Studien zeigen gesundheitliche Auswirkungen bereits bei einem Anstieg der Feinstaubkonzentrationen im Bereich von weniger als 30 bis 100 µg/m³ Luft: Eine Zunahme der Partikelmasse mit einem Durchmesser von unter 10 µm (PM 10) in der Außenluft um 10 µg pro

Kubikmeter als Tagesmittelwert führt demnach zu einem Anstieg

- der Mortalität um 0,7 Prozent
- von Krankenhauseinweisungen wegen Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 0,8 Prozent und
- des Medikamentenverbrauchs bei Asthmatikern um 3,4 Prozent.

Für ultrafeine Partikel scheint es vergleichbare Zusammenhänge zu geben. Deutsche und amerikanische Untersuchungen deuten darauf hin, dass sich bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöhte Konzentrationen feiner und ultrafeiner Partikel in der Außenluft negativ auf ihren Gesundheitszustand auswirken.

Dass Feinstaub auch Herzinfarkte auslösen kann, zeigte eine Studie in *Circulation* (2001; 103: 2810–2815.). Dr. med. Annette Peters, eine Kollegin von Wichmann, hatte gemeinsam mit Forschern der Harvard University den zeitlichen Zusammenhang von Feinstäuben in der Bostoner Stadtluft und dem Auftreten von Herzinfarkten analysiert. Stieg der Feinstaubgehalt deutlich, kletterte die Infarktrate nach zwei Stunden um 48 Prozent, in 24 Stunden sogar um 69 Prozent.

Im Oktober 2004 folgte eine Veröffentlichung im *New England Journal of Medicine* (351; 1721–1730), basierend auf den Daten der KORA-Studie, in deren Rahmen Wissenschaftler seit 1984 den Gesundheitszustand und die Lebensumstände von Augsburger Bürgern unter die Lupe nehmen. Hierbei wurden 691 Herzinfarktpatienten zum Ablauf der letzten vier Tage vor dem Ereignis befragt. Dabei zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Aufenthalt in Verkehrsmitteln und dem Auftreten von Herzinfarkten eine Stunde später.

Weitere Untersuchungen des GSF-Forschungszentrums haben zudem ergeben, dass winzige Metallpartikel im Feinstaub die Lunge reizen und den Schweregrad allergisch bedingter Atemwegserkrankungen wie Asthma erhöhen können. Die in Zusammenarbeit mit der amerikanischen Umweltbehörde (Environmental Protection Agency) entstandene Studie unterstützt bekannte epidemiologische Befunde zur Wirkung von Luftschadstoffen bei Kindern durch Experimente am Tiermodell. ▷

Erklärungsmodelle für die schädigende Wirkung von Feinstaub

Eine Hypothese geht davon aus, dass vorwiegend ultrafeine Partikel im Alveolarbereich Kontakt mit Pneumozyten haben und dort – über die Bildung freier Radikale – entzündliche Veränderungen auslösen. Dieses inflammatorische Geschehen beeinflusst einerseits Atemwegserkrankungen; andererseits führt es zu einer Freisetzung von Mediatoren aus Leukozyten und Makrophagen, die einen Anstieg der Blutkoagulabilität und dadurch der Plasmaviskosität bewirken. Sowohl die Atemwegsbeeinträchtigung als auch die erhöhte

Plasmaviskosität führen zur Belastung des Herz-Kreislauf-Systems, woraus sich eine erhöhte Mortalität ergeben kann.

Erhöhungen der Plasmaviskosität im Zusammenhang mit erhöhten Partikelkonzentrationen konnten während Smogepisoden in Städten nachgewiesen werden. Ob Erhöhungen der Herzfrequenz, die ebenfalls in epidemiologischen Untersuchungen demonstriert werden konnten, über eine Veränderung der Plasmaviskosität oder eine Beeinflussung des vegetativen Nervensystems zustande kommen, ist noch unklar. Für Letzteres könnte sprechen, dass auch eine Einschränkung der Herzfrequenz-Variabilität beobachtet wurde.

„Es gibt aber auch messbare Langzeiteffekte in Gegenden mit hoher Feinstaubbelastung“, sagt Wichmann. Diese Langzeitstudien zeigen, dass eine zusätzliche Feinstaubkonzentration (PM 2,5) von 10 µg/m³ Luft im Jahresmittel mit einem Anstieg der Sterblichkeit verbunden ist – und zwar um sechs Prozent für die Gesamtmortalität, um neun Prozent für die Sterblichkeit an Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen und um 14 Prozent für die Lungenkrebsmortalität. Basierend auf diesen Kohortenstudien, liegen rechnerische Aussagen vor, dass sich die Lebenserwartung durch langfristige Schwebstaubbelastung um etwa ein bis zwei Jahre verkürzen könnte.

Prüfung in Mehrschadstoffmodellen

Derartige Schätzungen und Beobachtungen berücksichtigen jedoch nicht, ob sich die genannten Gesundheitseffekte des Feinstaubes klar von den möglichen Auswirkungen gasförmiger Luftschadstoffe abgrenzen, deren Konzentrationen nachweislich mit einander korrelieren. In „Mehrschadstoffmodellen“ konnte nachgewiesen werden, dass die Kurzzeitwirkungen von Schwebstaub bedeutsamer sind als die von gasförmigen Schadstoffen wie Ozon, NO₂, SO₂ und CO. „Die Abgrenzung der Langzeitwirkungen verschiedener Schadstoffe voneinander ist dagegen schwieriger“, berichtet Koller auf den Internetseiten der GSF.

Die verschiedenen Befunde lassen sich wie folgt zusammenfassen: Kurzzeiteffekte auf die Gesundheit durch die Belastung der Außenluft mit feinen und ultrafeinen Partikeln sind in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen. Langzeitstudien zeigen, dass die Exposition gegenüber höheren Konzentrationen feiner Partikel zu einer Verkürzung der Lebenserwartung beitragen kann. Dabei werden die Morbiditäts- und Mortalitätsraten für Erkrankungen der Atemwege und des Herz-Kreislauf-Systems deutlich beeinflusst. Am überzeugendsten ist die Datenlage für feine Partikel (PM 2,5) und PM 10.

Dr. med. Vera Zylka-Menhorn

Diabetes mellitus

Blutzuckerkontrolle fördert Kognition

Gedächtnisleistung wird bereits nach kurzer Zeit verbessert

Der Diabetes mellitus wird aufgrund epidemiologischer Assoziationen als Risikofaktor für Demenz und Alzheimer-Krankheit betrachtet. So entwickeln Typ-2-Diabetiker doppelt so häufig eine kognitive Dysfunktion wie Stoffwechselgesunde. Besteht die Zuckerkrankheit seit 15 Jahren, ist das Risiko für eine Beeinträchtigung der kognitiven Fähigkeiten um 50 Prozent erhöht. Nach Angaben von Dr. med. Giancarlo Logroscino (Boston) haben Frauen mit Typ-2-Diabetes ein um 30 Prozent erhöhtes Risiko für Funktionsverluste im Wahrnehmen und Denken als Nichtdiabetikerinnen. Diese Dysfunktionen können direkter Vorbote einer Demenz sein. „Wir müssen daher das kognitive Assessment in die Untersuchung integrieren, insbesondere bei Frauen mit seit längerem bestehendem Diabetes“, forderte Logroscino bei einem Kongress der American Academy of Neurology in San Francisco.

Diese Auffassung wird bestätigt durch eine Studie von Dr. med. Christopher M. Ryan (University of Pittsburgh Medical School). Danach verbessert eine optimierte Blutzuckerkontrolle signifikant das Arbeitsgedächtnis von Patienten mit Typ-2-Diabetes. Im Rahmen einer sechsmonatigen randomisierten Doppelblind-Studie wurden 141 mit einer Kombination behandelte Typ-2-Diabetiker im Alter zwischen 45 und 70 Jahren auf ein anderes Regime umgestellt.

Gruppe I erhielt eine Kombination von Metformin und Glyburid (n = 72), Gruppe II eine Kombination von Metformin und Rosiglitazon (n = 69). Unter beiden Kombinationen verbesserte sich die Blutzuckerkontrolle, gemessen am Nüchtern-Blutzucker. Gleichzeitig ergaben sich im Rahmen der kognitiven Tests signifikante Verbesserungen der Gedächtnisleistung, speziell des Arbeitsgedächtnisses. Die innerhalb von

vier Monaten einsetzende Verbesserung korrelierte signifikant mit der Senkung des Blutzuckers. „Die Identifizierung der Hyperglykämie als modifizierbarer Risikofaktor für einen frühzeitigen kognitiven Abbau könnte einen Befund von erheblicher Bedeutung darstellen“, betonte Dr. med. Mark W. J. Strachnan (Edinburgh), Koautor der Multicenterstudie.

Brigitte Richter

Kommunikation

Wahrheit am Krankenbett

Zertifizierte Fortbildung zur Gesprächsführung mit Schwerkranken

Gespräche mit schwer kranken und sterbenden Patienten stellen hohe Anforderungen an die kommunikativen Kompetenzen des Betreuenden. Empirische Untersuchungen belegen, dass kommunikative Kompetenzen erlernt werden können, allerdings werden deutsche Ärzte bislang selten zu Themen der Ethik und Kommunikation bei der Aufklärung schwer kranker Patienten fortgebildet. Die Arbeitsgemeinschaft für Kommunikation und Interaktion in der Medizin (KIM) in Berlin bietet in Kooperation mit der Erlanger Professur für Ethik in der Medizin zertifizierte Fortbildungen zum Überbringen schlechter Nachrichten („breaking bad news“) an.

In Kleingruppen werden im Verlauf der 1,5-tägigen Kursveranstaltung Aufklärungsgespräche geübt. Die Rolle des Patienten wird durch ärztliche Kollegen oder Simulationspatienten gespielt. Ergänzt werden die praktischen Übungen durch theoretische Grundlagen der Arzt-Patient-Kommunikation sowie zu ethischen und rechtlichen Aspekten im Kontext der Aufklärung und Behandlung schwer kranker Menschen. EB

Weitere Informationen unter: www.kim.arbeitsgemeinschaft.de oder Jan Schildmann, M.A., Klinische Medizinethik, Institut für Geschichte und Ethik der Medizin, Glückstraße 10, 91054 Erlangen, Fax: 0 91 31-85/2 28 52, E-Mail: jan.schildmann@ethik.med.uni-erlangen.de