Wie schädlich die Luftverschmutzung wirklich ist

Fakten zu Feinstaub und Stickoxiden

Seit in manchen Städten Diesel-Fahrverbote in Kraft sind, reißt die Diskussion nicht ab: Wie gefährlich sind Stickoxide und Feinstaub? Was ist belegt - und was wird nur behauptet?

Wie kann man die Gefahr durch Stickoxide und Feinstaub beweisen?

Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass die aktuelle Belastung der Atemluft mit Feinstaub und Stickoxiden unsere Gesundheit schädigt. Dabei ist die genaue Ursache nicht immer leicht zu erkennen, da Stickoxide und Feinstaub häufig gemeinsam auftreten - zusammen auch noch mit Ruß und Ozon. Zudem kommt überall dort, wo es hohe Feinstaub- und Stickoxid-Werte gibt, auch eine hohe Lärmbelastung, die ebenfalls gesundheitliche Folgen haben kann.

Die Ergebnisse stammen in der Regel aus sogenannten "epidemiologischen Studien": Man vergleicht Lebenserwartungen: Sterben Menschen in Städten mit hoher Luftverschmutzung früher als andere? Erkranken sie häufiger? Das alles sind jedoch statistische Hinweise. Die einzelnen Faktoren lassen sich dabei nicht immer scharf trennen, durch mathematische Methoden aber immerhin einigermaßen eingrenzen.

Seit den 1990er Jahren gibt es zahlreiche solche epidemiologischen Studien. Darunter sind auch Langzeitstudien, darunter auch einige ganz große mit Millionen von Teilnehmern. 2017 hat eine aus den USA anhand der Adressen und der Gesundheitsdaten von 62 Millionen die Auswirkung von Feinstaub dokumentiert. Zu Stockoxid gibt es Studien aus Kanada und den Niederlanden, auch mit Millionen von Fallzahlen.

Gibt es außer diesen statistischen Zusammenhängen weitere Belege?

Die gibt es auch. Man kann zum Beispiel untersuchen, wie Stickoxide und Feinstaub auf Zellen wirken. Es gibt Tierversuche und auch Expositionsstudien an Menschen. Hierbei atmen Menschen unter kontrollierten Bedingungen kurzfristig mit Stickoxiden angereichte Luft ein, um kurzfristige Effekte (z.B. auf die Atemwege) zu erkennen. Wie reagiert die Lunge? Wie reagiert der Kreislauf? Und die seriösen unter diesen Versuchen zeigen auch da im Ergebnis ziemlich klar, dass Stickoxide bei vor allem vorbelasteten Menschen – Asthmatiker, Herz-Kreislauf-geschwächte Menschen – unmittelbare Folgen hat. Auch die Autoindustrie hat schon solche Versuche durchführen lassen - die methodisch allerdings kritisiert wurden.

Auf Spielplätzen, die nah an befahrenen Straßen liegen, ist

die Gefahr für Kinder, mit Feinstaub belastet zu werden, groß.

Kritiker verweisen auf andere Erklärungen: Menschen, die an einer stark befahrenen leben, sind meist ärmer, leben ungesünder, rauchen vielleicht auch mehr ... liegt es vielleicht also gar nicht an den Abgasen?

Es gibt Methoden, diese Störeinflüsse rauszurechnen. Zum einen kann man diese Daten einfach bei den Betroffenen mit abfragen und dann bei der Auswertung berücksichtigen.

Aber man kann Studien so anlegen, dass diese Störeinflüsse eher gering sind. Man kann z.B. Stadtviertel nehmen mit ähnlicher Bevölkerung aber unterschiedlicher Stickoxidwerten, und die vergleichen. Man kann auch untersuchen: Sterben an Tagen mit hoher Luftverschmutzung überdurchschnittlich viele Menschen. Wenn man das untersucht, hat das den Vorteil, dass der Zusammenhang klarer ist. Denn dass diese erhöhten Todesfälle dann etwas mit Rauchen zu tun haben, ist ja sehr unwahrscheinlich.

Man kann auch beobachten, wie verändert sich denn die Sterblichkeitsrate in Gegenden, wo sich die Luftverschmutzung verringert. Wenn die Menschen dann tendenziell länger leben, ist das auch ein guter Hinweis. Eine Studie in Brasilien hat genau das gezeigt: dass Menschen länger leben, wenn die Feinstaubbelastung abnimmt.

Und jetzt stecken zwar in jeder dieser Studien gewisse Unschärfen, aber deshalb gibt es ja wieder Metastudien, die genau das Ziel haben, die Erkenntnisse aus vielen einzelnen Studien zusammenzuführen.

Was genau ist Feinstaub?

Feinstaub hat wenig mit dem zu tun, was sich in der Wohnung auf Schränken und Regalbrettern sammelt. Die Wissenschaftler verstehen darunter winzig kleine Partikel, die in der Luft schweben und einen Durchmesser von weniger als zehn Mikrometer haben - ein hundertstel Millimeter. Dabei handelt es sich um Rußpartikel, Reifen-, Kupplungs-, Bremsenabrieb, Plastikteilchen, Rückstände aus der Düngung oder Abfallbeseitigung, Pollen, Staub von Baustellen oder der Schüttgutverladung. Baustellen-Staub sorgt genauso für erhöhte Feinstaubwerte wie der Abrieb von Bremsen und Reifen.

Baustellen-Staub sorgt genauso für erhöhte Feinstaubwerte wie häufiges Bremsen im Stadtverkehr

Fördert Feinstaub Lungenkrebs?

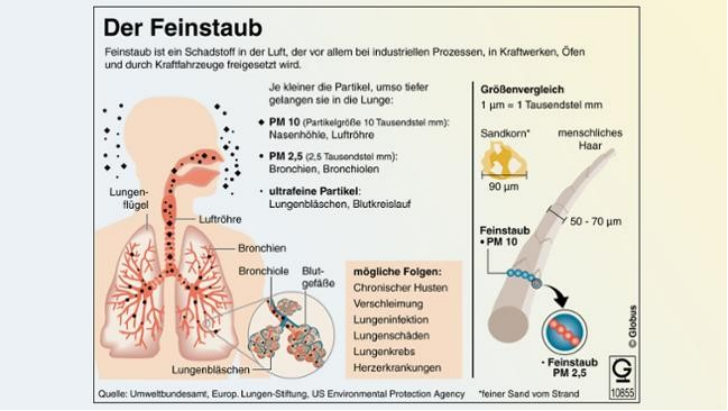
Je kleiner die Schwebeteilchen sind, desto leichter können sie in die tiefsten Veräste-

lungen der Lunge eindringen (das schaffen Teilchen, die kleiner als 2,5 Mikrometer sind, also etwa so klein wie Bakterien). Noch problematischer sind die ultrafeinen Teilchen von unter 0,1 Mikrometer, die es sogar schaffen, aus den Lungenbläschen ins Blut und damit überall in den Körper zu gelangen. Dort können sie überall für Entzündungen sorgen.

Wie genau die kleinen Partikel dort Schaden anrichten ist zwar nicht bis ins Detail geklärt. Aber als gesichert kann gelten: Überall dort, wo sich besonders viel Feinstaub in der Luft konzentriert, ist die Zahl tödlich verlaufender Schlaganfälle, Herzleiden und Atemwegserkrankungen wie Asthma erhöht.

Bei einer Vergleichsstudie in Schanghai (www.circ.ahajournals.org/content/136/7/618) rüsteten Forscher 17 Studentenheime mit Luftreinigungsgeräten aus, die den Feinstaub aus der Luft wirksam herausfilterten. Neun Tage liefen sie tatsächlich mit Filter, neun Tage ohne – ohne dass die Bewohner das wussten. Ihre Blutwerte aber zeigten ohne Filterung eine deutliche Erhöhung von Faktoren, die Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes Vorschub leisten: Blutzuckerwerte, Blutdruck und die Konzentration von Stresshormonen stiegen ebenso wie die von Signalstoffen, die mit Entzündungen und erhöhter Thromboseneigung einhergehen.

Auch Lungenkrebs scheint gefördert zu werden, wie eine Übersichtsstudie kürzlich nahelegte (www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(13)70279-1/abstract). Plausibel ist die Entstehung von Lungenkrebs durch Feinstaub auch deshalb, weil an der Oberfläche der Staubpartikel häufig krebserregende Substanzen haften, die die Wirkung verstärken. Neben Lungenkrebs gibt es deutliche Hinweise darauf, dass auch andere Krebsformen durch Feinstaub entstehen können (www.cebp.aacrjournals.org/content/early/2016/04/18/1055-9965.EPI-15-0626).



Stickoxide in der Luft stammen vor allem aus Dieselmotoren

Stickoxide sind gasförmige Verbindungen, die aus Stickstoff (N) und Sauerstoff (O) bestehen. Dabei handelt es sich entweder um Stickstoffmonoxid (NO) oder Stickstoffdioxid (NO2), die zusammen als NOx bezeichnet werden. NO und NO2 kommen in der Natur kaum vor. Sie entstehen bei Verbrennungsprozessen, vor allem in Motoren.

Besonders viel Stickoxid emittieren Dieselmotoren, weil der Kraftstoff dort bei höheren Temperaturen verbrennt als im Benziner. Zudem können sie aus dem Benzinmotor durch den Dreiwegekatalysator recht einfach eliminiert werden - in Dieselmotoren funktioniert der aber prinzipbedingt nicht. Nur durch eine aufwendige Nachbehandlung mit Harnstoff können die Stickoxide chemisch aus dem Diesel-Abgas gelöst werden, über die aber nur neue Dieselmotoren verfügen, die die Abgasnorm Euro 6 erfüllen. Leider haben aber hier die Autohersteller getrickst, so dass die Reinigung nur auf dem Prüfstand richtig funktionierte.

Stickoxide verengen Bronchien und Blutgefäße und fördern Diabetes

Stickoxide werden überwiegend als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert. In der Atmosphäre oxidieren sie zu Stickstoffdioxid (NO2). Dieses greift die menschlichen Schleimhäute an und reizt daher die Atemwege. In hohen Konzentrationen (mehr als 200 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft) kann es zu akuten Entzündungen kommen – was langfristig zu Asthma und chronischer Bronchitis führen kann.

Der Stickstoffdioxid-Grenzwert von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft im Jahresmittel wurde 2016 an mehr als jeder zweiten Messstation in Deutschland überschritten.

Probleme machen Stickoxide zunächst mal Menschen, die vorgeschädigte Atemwege haben: Asthmatiker oder Patienten mit chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (Raucherlunge). Das liegt daran, dass Stickoxide auch in geringeren Konzentrationen die Bronchien und Blutgefäße verengen. Dieser Effekt führt auch dazu, dass sich die Wirkung von Allergenen verstärkt: Allergiker leiden bei hoher Stickoxid-Belastung der Luft mehr. Auch für Kleinkinder ist eine Belastung der Atemluft grundsätzlich bedenklicher als für Erwachsene, da der Atemluftaustausch im Verhältnis zur Körpermasse viel größer ist als bei Erwachsenen.

Auch ein Zusammenhang zwischen hoher Stickoxid-Belastung und der Entwicklung von Diabetes gilt als gesichert.

Kleinkinder leiden stärker unter einer hohen Stickoxidbelastung als Erwachsene.

Stickoxide verursachen Feinstaub

Stickoxide sind zudem die entscheidende Vorläufersubstanz, aus der im Sommer Ozon entsteht, das ebenfalls eine stark reizende Wirkung auf die Atemwege hat. Überdies gibt es Hinweise, dass Stickoxide die Wirkung der Feinstäube verstärken können. Und damit nicht genug: Stickoxide können sich mit ammoniakhaltigen Gasen aus der Landwirtschaft verbinden und Ammoniumsalze bilden, wodurch sogenannter "sekundärer Feinstaub" entsteht. Dadurch tragen Stickoxide also auch zur Feinstaubbelastung bei – die die oben beschriebenen gesundheitlichen Folgen hat.

Auch Ammoniak kann zu gesundheitsgefährdendem Feinstaub reagieren. Seit 1990 sind die Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft kaum gesunken.

8. Stickoxide verkürzen das Leben

Auch auf nicht vorgeschädigte Menschen gibt es gesundheitliche Effekte. So zeigte eine zehnjährige Untersuchung von 1,2 Millionen Bürgern Roms, dass die Wahrscheinlichkeit, an Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder auch Lungenkrebs zu sterben, steigt, wenn die Menschen in Gebieten mit hoher Stickoxidbelastung lebten. Kurzfristige Effekte wurden in Paris beobachtet: Die Sterblichkeit stieg um ein Prozent, wenn die NO2-Werte für fünf Tage um zehn Mikrogramm pro Kubikmeter stiegen. Auch wenn man die genauen Mechanismen noch nicht versteht und hier auch andere Faktoren als Stickoxid einen Einfluss haben können, raten Experten der WHO daher, die Stickoxid-Grenzwerte zur Sicherheit noch weiter abzusenken.

> Ganz nebenbei schädigen Stickoxide auch Pflanzen: Sie lassen die Blätter gelb werden und sorgen für Überdüngung und Übersäuerung des Bodens.

Die US-Umweltbehörde EPA hat im vergangenen Jahr alle verfügbaren Belege für mögliche Wirkungen von Stickoxiden auf die Gesundheit zusammengestellt. Auf dieser Basis haben Wissenschafter im Mai 2017 im Fachmagazin Nature errechnet, dass in der EU rund 38.000 Menschen vorzeitig gestorben sind, weil Dieselfahrzeuge die gesetzlichen Abgaswerte nicht einhalten. Für Deutschland hat eine Studie des Umweltbundesamt eine Zahl von mindestens 6.000 vorzeitigen Todesfällen ermittelt.

Das mit den vorzeitigen Todesfällen ist aber ziemlich umstritten, weil es auch wenig aussagt: Was heißt denn vorzeitig? Sterben die einen Tag früher, ein Jahr früher oder zehn Jahre? Als aussagekräftiger gilt da die zweite Zahl, nämlich die entgangenen Lebensjahre. Bei der gesamten Luftverschmutzung geht man da von im Schnitt einem knappen Jahr per Person aus. Speziell bei Stickstoffdioxid beträgt die verkürzte Lebenszeit im Schnitt nicht einmal einen Tag. Auch deshalb sagen Kritiker der strengen Grenzwerte: Das ist ja fast nichts.

Allerdings: Das ist ein Durchschnittswert, die Verteilung ist natürlich sehr unterschiedlich: Manchen Menschen macht das Stickoxid gar nichts aus, anderen aber sehr viel. Und Stickoxid ist auch dann schädlich, wenn es nicht zum Tod führt, denn es löst eben auch Krankheiten aus wie Asthma und Diabetes aus, mit denen man durchaus lange leben kann, die aber die Lebensqualität stark beeinträchtigen.

In Gebieten mit hoher Stickoxidbelastung sterben mehr Menschen an Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder an Lungenkrebs.

Autor: Martin Schneider und Gabor Paal

Stand: 6.3.2019, 14.52 Uhr