

Gefährlicher Feinstaub

"Direkt ins Gehirn"

Feinstaub entsteht im Verkehr, bei der Landwirtschaft, in Kraftwerken und Kaminen. Je kleiner die Partikel, desto größer die Gefahr. Von Philip Bethge



CHRISTOPH HARDT / IMAGO

Braunkohlekraftwerk in Bergheim-Niederaußem in Nordrhein-Westfalen (Menge der Feinstaubemissionen 2016: 309 Tonnen): "Optimale Bedingungen für die Partikelbildung"

01. Februar 2019

Lutz-Matthias Peters will es noch einmal ganz genau erklären. "Zuerst öffne ich die Luft", sagt der Schornsteinfeger und zieht einen Regler am Kamin von Frau Nyholm. Zwei Holzscheite hat er in den Brennraum gelegt, Anzünder aus Holzwolle darauf gepackt, Kleinholz quer darüber. Peters entzündet den Stapel. Sofort züngeln die Flammen nach oben. Aber Achtung - nicht zu hoch!

"Ein Feuer muss behutsam losbrennen", sagt Peters, "sonst kommt Ruß oben aus dem Kamin. Das wollen wir vermeiden."

Peters, 58, ist Schornsteinfegermeister in Hamburg-Langenhorn. Heute ist er zur "Feuerstättenschau" im Haus von Ehepaar Nyholm. In welchem Zustand ist der Ofen? Wird er richtig bedient? Vor allem: Wie sollte er benutzt werden, um möglichst wenig Schadstoffe auszustoßen?

Alle drei bis vier Jahre kontrolliert Peters jeden der etwa 600 Kaminöfen in seinem "Kehrbezirk", gibt Hinweise zum Betrieb des Ofens und zur Holzlagerung. Die Bundesimmissionsschutzverordnung will es so. Alles in Ordnung also mit Nyholms "Raumheizer mit Flachfeuerung", wie das Gerät auf Amtsdeutsch heißt?

Das Heizen mit Holz gilt als besonders klimaneutrale Art, Wärme zu erzeugen. Immerhin ist es ein nachwachsender Rohstoff, der da verfeuert wird. Aber es gibt auch einen anderen Blick auf den Kamin. Man kann ihn sehen als den Stinkediesel des Eigenheims.

Der Meteorologe Jörg Kachelmann sieht ihn so. Er wettet gegen die "Holzofen-Lüge" und führt seit Monaten einen Twitter-Feldzug gegen den (tatsächlich so genannten) "Hausbrand" - Hashtag: "Reichenfeinstaub".

Hat der Mann recht? Rund zwölf Millionen Kaminöfen in Deutschland blasen kaum weniger Kleinstpartikel in die Luft als der Straßenverkehr. Und dann gibt es da noch die Landwirtschaft, die Kohlekraftwerke, die Industrie.

Stickoxide aus Dieselabgasen sind nicht gesund, aber feiner Staub in der Atemluft gilt Medizinern als der gefährlichere Luftschadstoff. Und zwar bereits in geringeren Konzentrationen als derzeit erlaubt.

Am Donnerstag hat das Umweltbundesamt (UBA) die neuen Daten zur Luftqualität veröffentlicht. Das Ergebnis: Obwohl die Schadstoffbelastung in Deutschland langfristig sinkt, war 2018 gegen den Trend im Jahresmittel mehr Feinstaub in der Luft als noch ein Jahr zuvor.

3700 Güterwaggons (Fassungsvermögen jeweils 55 Tonnen) könnte der Feinstaub füllen, der zwischen Flensburg und Garmisch-Partenkirchen innerhalb eines Jahres in der Luft schwebt. Bei etwa der Hälfte davon handelt es sich um Partikel, die kleiner sind als 2,5 Mikrometer. Sie gelten als besonders gefährlich, weil sie besonders effektiv in die Lunge eindringen können - und von dort in die Blutbahn.

Und als wäre das noch nicht bedrohlich genug, beschreiben Forscher bereits eine weitere Gefahr: Ultrafeinstaub. Er ist noch kleiner (unter 100 Nanometer) und soll bis ins Gehirn gelangen können.

"Aus Sicht des Gesundheitsschutzes ist die Belastung der Bevölkerung mit Feinstaub das Sorgenkind Nummer eins", sagt Marcel Langner, Experte für Luftreinhaltung beim UBA in Dessau-Roßlau. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfehle einen Grenzwert von 20 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft. Kalifornien und die Schweiz zum Beispiel hätten den Wert übernommen. In der EU jedoch sei die doppelte Menge erlaubt.

"Im Vergleich zu Stickoxiden ist Feinstaub der stärker wirkende Schadstoff", sagt Barbara Hoffmann, Leiterin der Umweltepidemiologie an der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf. Gesundheitseffekte

seien sogar noch deutlich unterhalb der WHO-Richtwerte zu sehen. "Die Grenzwerte für Feinstaub sind zu hoch", sagt die Umweltmedizinerin.

Hoffmann verbrachte in den vergangenen Wochen viel Zeit damit, Falschinformationen über die Wirkung von Luftschadstoffen zu korrigieren. Etwa hundert Ärzte um den ehemaligen Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP), Dieter Köhler, hatten ein Papier veröffentlicht, in dem sie geltende Grenzwerte für Feinstaub und Stickoxide infrage stellten. Die Gesundheitsgefahren seien "maßlos überschätzt", polterte der Arzt, und die Grenzwerte "nicht zu hoch, sondern zu niedrig".

Im Land der Gasgeber war Köhler das mediale Interesse mit derlei Thesen sicher. Doch seine Einwände sind umstritten. Einem seiner Co-Autoren wird Nähe zur Autoindustrie nachgesagt. Zudem hat Köhlers Attacke mit Wissenschaft nicht viel zu tun. Im November erst veröffentlichte dieselbe DGP, der Köhler einst vorsah, ein 100-seitiges Positionspapier, das ausdrücklich vor Luftschadstoffen warnt. 451 wissenschaftliche Referenzen zitieren die Forscher. Ihr Fazit: Für die deutsche Bevölkerung sei derzeit "kein optimaler Schutz vor Erkrankungen, die durch Luftverschmutzung verursacht werden, gegeben".

Gemeint sind mit Feinstaub mikrometerkleine Schwebpartikel, die mit jedem Atemzug massenweise in den Körper gelangen. Laut UBA verkürzen solche Partikel jährlich rund 45.000 Menschen in Deutschland das Leben. Solche Zahlen beruhen auf sogenannten Beobachtungsstudien in der Bevölkerung. Wenn bei höheren Feinstaubwerten mehr Menschen früher sterben und alle anderen Einflussgrößen herausgerechnet wurden, vermuten die Forscher einen Zusammenhang.

Doch bedeutet dieser Zusammenhang auch, dass Feinstaub die Ursache für die vorzeitigen Tode ist? "Allein nicht", sagt Umweltmedizinerin Hoffmann, "Kausalität wird angenommen, wenn zusätzlich Laborstudien vorliegen, die die Schädlichkeit einer Substanz plausibel nachweisen." Bei Feinstaub sei das der Fall.

Forscher lassen feinstaubbelastete Luft über Zellkulturen streichen. Tiere wurden in Expositionskammern Feinstäuben ausgesetzt und später untersucht. Das Ergebnis sei eindeutig, sagt Hoffmann: "Gelangt Feinstaub in die Lunge, versetzt das den Körper in Aufruhr."

Schädliche Partikel

Mögliche Auswirkungen von Feinstaub auf den Körper

Quelle: DGP



Lunge

Auslösen entzündlicher Prozesse
Erhöhtes Gesundheitsrisiko bei Menschen mit chronischen Lungenerkrankungen
Lungenkrebs



Herz und Gefäße

Bluthochdruck
Erhöhtes Risiko für Herzinfarkt und Schlaganfall



Gehirn

Hinweise auf beschleunigte Neurodegeneration im Alter (Demenz)



Fötus (Schwangerschaft)

Erhöhtes Risiko für ein niedrigeres Geburtsgewicht

DER SPIEGEL

Zunächst dringt der Feinstaub in die Lunge ein und löst dort Entzündungen und sogenannten oxidativen Stress aus. Lungenkrebs, Asthmaanfälle und Bronchitis können die Folge sein. Besonders kleine Partikel können aus den Lungenbläschen in die Blutbahn gelangen.

Der Körper reagiert, Entzündungsvorgänge werden ausgelöst, das Immunsystem springt an. Die Blutgefäße verengen sich. Schlaganfall und Herzinfarkt werden wahrscheinlicher, ebenso Diabetes.

Studien weisen zudem darauf hin, dass Feinstaub das Risiko für Krankheiten wie Alzheimer erhöht, weil sich die Entzündungen auch im Gehirn abspielen können.

Einen besonders griffigen Einwand des Kritikers Köhler kann Hoffmann leicht entkräften: Der Arzt weist darauf, dass Raucher "in weniger als zwei Monaten" so viel Feinstaub einatmen, wie "sonst ein 80-jähriger Nichtraucher im Leben". Stelle die Luftverschmutzung ein so großes Risiko dar, argumentiert er, "so müssten die meisten Raucher nach wenigen Monaten versterben, was offensichtlich nicht der Fall ist".

Doch Köhler ignoriert dabei eine biologische Gesetzmäßigkeit: "Die Dosis-Wirkungs-Beziehung ist nicht linear", erläutert Hoffmann. Je höher die Dosis, desto höher der Schaden - diese intuitive Annahme gilt eben nicht für Luftschadstoffe. Im Gegenteil: "Als Raucher ist es für das Herzinfarktrisiko kein großer Unterschied, ob ich 5 oder 20 Zigaretten täglich rauche", sagt die Expertin. Dieses Risiko liege in beiden Fällen etwa 60 bis 100 Prozent höher als bei Nichtrauchern - trotz des großen Unterschieds in der Dosis.

Schon geringe zusätzliche Schadstoffkonzentrationen können große Wirkung entfalten. Wer zum Beispiel als Passivraucher regelmäßig die Feinstaubdosis nur einer Zigarette einatme, erhöhe sein Herzinfarktrisiko bereits um 50 Prozent, sagt Hoffmann. Ähnlich beim Feinstaub in der Luft: Zusätzliche fünf Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter - ungefähr der Unterschied zwischen Innenstädten und Vororten - reichten aus, um das Risiko eines Infarkts um zehn Prozent zu erhöhen.

"Das sind alles gut abgesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse", sagt Hoffmann. Mit ähnlichen Studien sei beispielsweise entdeckt worden, dass Bewegungsmangel Herzinfarkte begünstige. Auch die DGP fordert, die Feinstaubbelastung in Deutschland dringend weiterzusenken.

Doch wie kann es gelingen, die Luft noch sauberer zu machen?

Etwa 40 Prozent des Feinstaubs entstehen in der Industrie, vor allem beim Verladen von Erzen, Kohle, Getreide oder Futtermitteln. Dieser Staub ist jedoch relativ grob und damit vergleichsweise ungefährlich. Bei den kleineren Partikeln spielen die Holzfeuer und der Autoverkehr eine deutlich größere Rolle.

Nach Berechnungen des Max-Planck-Instituts für Chemie (MPIC) in Mainz sterben in Deutschland weit mehr Menschen an den Folgen der Verkehrsemissionen als an Verkehrsunfällen. Das liegt auch daran, dass Autos just dort Dreck machen, wo viele Menschen leben. Wetterphänomene können die Wirkung verstärken.

So hat Stuttgart seit Jahren den Ruf der Staubmetropole, weil sich vor allem im Herbst und Winter häufig eine sogenannte Inversionswetterlage ausbildet, die den Luftaustausch aus dem Stadtkessel verhindert. Inzwischen allerdings führt Berlin die Dreckliste der Großstädte an. Ostwinde wehen Staub aus Polen und Tschechien heran. Der Verkehr in Berlin selbst und die alten Holzkohleöfen, die dort immer noch viele Wohnungen heizen, erledigen den Rest. Die staubigste Berliner Luft wabert in der Silbersteinstraße.

Gern wird der Diesel für derlei Dreck verantwortlich gemacht. Autokäufer suchen ihr Heil im Erwerb von Benzinern, im Glauben, diese seien sauberer. Das jedoch könnte ein Irrtum sein.

Zwar gelten viele der heute neu zugelassenen Benziner, sogenannte Direkteinspritzer, als besonders umweltfreundlich. Die Technik spart bis zu 15 Prozent Kraftstoff. Doch der besondere Verbrennungsprozess hat eine weitere Folge: Es entsteht sehr viel Feinstaub.

Nach Berechnungen des Schweizer Forschungsinstituts Empa stoßen Direkteinspritzer im Schnitt 2,5 Milliarden Ultrafeinpartikel pro gefahrenen Meter aus, 64-mal so viel wie ein Euro-5-Diesel mit Partikelfilter. Die Partikel der Benziner seien zudem "mit mehr genotoxischen Stoffen belegt" gewesen als jene des Diesels, berichtet der Empa-Experte Norbert Heeb.

Warum moderne Benziner "nicht schon bei ihrer Einführung mit Partikelfiltern ausgerüstet wurden", ist Heeb unklar. Die Filtertechnologie sei schon seit dem Jahr 2000 für Pkw verfügbar. Zwischenzeitlich habe die EU sogar einen zehnmal so hohen Partikelgrenzwert für Direkteinspritzer wie für Diesel festgelegt.

Ein "völlig überflüssiges Entgegenkommen gegenüber der Automobilindustrie" nennt das der Abgasexperte Andreas Mayer von der Firma TTM. Die Folge: "Mehr als die Hälfte der Autos in Deutschland, nämlich fast alle Benziner, fahren ohne Partikelfilter". Auch herkömmliche Ottomotoren, sogenannte Saugrohrein-spritzer, würden sehr viel Feinstaub ausstoßen.

Warum fällt der Dreck bei den Messungen in der Umwelt kaum auf? "Weil die emittierten Partikel viel kleiner sind als beim Diesel", sagt Mayer.

Feinstaub wird an deutschen Messstellen nach Gewicht bemessen. Straßenstaub, Reifen- und Bremsabrieb lassen sich damit gut erfassen. Schon die Dieselpartikel rutschen da auch mal durch, weil sie nicht genug wiegen. Bei Benzinern ist das Problem noch größer: Sie stoßen Partikel aus, die kaum 50 Nanometer messen. Diese Ultrafeinstäube sind extrem leicht und fallen deshalb noch weniger ins Gewicht.

Werden die Werte also falsch erfasst? Auf dem Prüfstand nicht, sagt Mayer, "dort werden Partikel gezählt, nicht gewogen". In der Umwelt aber schon. "Wir messen am Auspuff und in der Umwelt verschieden; wie vernünftig ist das?", fragt der Experte - zumal die besonders feinen Stäube der Benziner auch besonders gefährlich sind.

Ultrafeinstaub ist in der Lage, Zellmembranen zu passieren. Weil bei den Winzpartikeln die Oberfläche im Vergleich zum Volumen besonders groß ist, sind sie zudem besonders gut geeignet, Giftstoffe in den Körper zu schleusen. Experten nennen dies den "Trojanisches-Pferd-Effekt".

Bei Autoabgasen ist das besonders heikel. Genotoxisch wirkende PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) geraten mit dem Feinstaub in den Körper, ebenso wie giftige Metalloide.

"Entlang des Riechnervs können solche Partikel sogar direkt ins Gehirn gelangen", sagt Hoffmann. Sie ist besorgt, weil sich die Effekte von Ultrafeinstaub bislang nicht gut messen lassen. Ergebnisse toxikologischer Studien deuteten jedoch darauf hin, dass die Partikel "mindestens so schädlich sind wie der größere Feinstaub".

Auch wo überall die Winzpartikel entstehen, beginnen die Forscher gerade erst zu verstehen.

Wolfgang Junkermann vom Karlsruher Institut für Technologie ist versiert darin, ein Ultraleichtflugzeug durch die Abgasfahnen von Kraftwerken zu steuern. Weltweit war er so unterwegs, neben sich eine Batterie hochsensibler Messgeräte.

Seine Erkenntnis: "Kohlekraftwerke und Raffinerien sind die weltweit stärksten Einzelquellen für ultrafeine Partikel." Die modernen Abgasfilter solcher Anlagen böten "optimale Bedingungen für die Partikelbildung". Um Stickoxide abzubauen, wird den Abgasen von Kraftwerken häufig Ammoniak zugesetzt. Dabei entstehen Ammoniumsalze, die "Vorläufer von Feinstaub" sein können, sagt Junkermann. In 200 bis 300 Meter Höhe treten diese ultrafeinen Partikel aus den Schornsteinen. Hunderte Kilometer können sie dann verweht werden. Dabei wachsen sie zu Feinstaub heran, weil sich andere Partikel oder Moleküle anlagern. Irgendwann erreicht die Staubwolke den Boden.

Bis zu 85.000 Partikel pro Kubikzentimeter Luft hat der Forscher beispielsweise in der Abluft des Kohlekraftwerks Boxberg in der Lausitz gezählt. In Städten sind Werte von bis zu 20.000 Partikeln normal.

Junkermann interessiert am Ultrafeinstaub, wie er auf das Klima wirkt. "Solche Partikel greifen in den Wasserkreislauf ein", sagt der Forscher, "sie können Trockenheit, aber auch Starkregen hervorrufen." Bemerkenswert ist daran der Mechanismus: Wie aus dem Nichts entsteht aus Abgasen Staub. Solchen Dreck nennen Wissenschaftler "sekundären Feinstaub".

Forscher des MPIC haben eine solche, oft übersehene Feinstaubquelle analysiert. Die Landwirtschaft, genauer: die Massentierhaltung gilt ihnen als einer der Hauptverursacher. Auch dort ist Ammoniak die Keimzelle der Feinstaubpartikel. Das Gas entfleucht aus Gülle und Dünger.

45 Prozent des Feinstaubs in Deutschland entstehe durch die Landwirtschaft, schätzen die MPIC-Experten. Der Bauernverband hält die Hochrechnungen für "spekulativ" und "unseriös". Doch die Forscher sind sich ihrer Modelle sicher. Ihnen zufolge sterben daher auch mehr Menschen in Deutschland vorzeitig durch Feinstaub als gedacht: rund 120.000 jedes Jahr.

Was also ist zu tun? Experten fordern, auf dem Land die Tierbestände, zumindest aber die Ammoniakfreisetzung deutlich zu reduzieren. In der Stadt, wo der Verkehr wohl eine größere Rolle spielt, müssten alle Benziner mit Partikelfiltern ausgerüstet werden, fordert Abgasexperte Mayer. Nur etwa 200 bis 400 Euro würde es kosten, den gängigen Drei-Wege- durch einen Vier-Wege-Katalysator mit Feinstaubfilter zu ersetzen. "Das geht auch bei ganz alten Ottomotoren", sagt Mayer.

UBA-Experte Marcel Langner fordert eine Verschärfung der EU-Feinstaubgrenzwerte. Und auch jeder Verbraucher könne zur Reduktion beitragen: "Weniger gefahrene Kilometer und weniger Fleischkonsum bedeuten automatisch auch weniger Feinstaub", sagt Langner.

Aufklärung sei wichtig, ebenfalls beim "Hausbrand". "Ich würde kein generelles Verbot für Holzheizungen empfehlen", sagt der Experte. In besonders belasteten Gebieten aber sei es sicher sinnvoll, zumindest "Komfortkamine", die nur der Gemütlichkeit dienen, zeitweise zu verbieten. "Die Leute müssen begreifen, dass Kamine nicht automatisch umweltfreundlich sind, nur weil Holz verheizt wird", sagt Langner. "Wer einen Kamin nutzt, muss zumindest dafür sorgen, möglichst wenig Partikel freizusetzen."

Genau deshalb kniet auch Schornsteinfeger Lutz-Matthias Peters an diesem Tag bei Barbara Nyholm in Hamburg-Langenhorn vor dem Kamin. "Kein Zeitungspapier zum Anzünden verwenden", empfiehlt er noch, "wir wollen ja den Ruß in der Startphase verhindern."

Bei Nyholms steht ein "HWAM Monet" im Wohnzimmer. "Der Ofen ist ein Traum", schwärmt der Schornsteinfeger; alles in Ordnung also. Draußen im Garten misst er dann noch die "Restfeuchte" in Nyholms Holzvorrat. "15,7 Prozent", liest er von seinem Messgerät ab, "ideal". Nasser Holz verbrennt unvollständig und rußt erst recht.

Der Schornsteinfeger trägt Zylinder und den traditionellen schwarzen "Kehranzug". Auf dem goldglänzenden Koppelschloss steckt der heilige Florian, Schutzheiliger der Kaminkehrer, seinen Kopf aus einem Schornstein. "Einer für alle, alle für einen", ist darunter eingraviert.

Das gilt auch für den Feinstaub, sagt Peters: "Jeder ist mit verantwortlich."

Schicken Sie uns Ihr Feedback zu diesem Beitrag.

Dieser Beitrag erschien zum ersten Mal in der SPIEGEL-Ausgabe 6/2019.

