

Die Atemluft enthält immer ein Gemisch aus vielen Stoffen. Aus gesundheitlicher Sicht am bedeutendsten sind der Feinstaub und die giftigen Gase Stickstoffdioxid und Ozon. Während die beiden Gase kurz in Kästen vorgestellt werden, soll die gesundheitliche Wirkung von Feinstaub näher dargestellt werden.

VON HANNS MOSHAMMER*

Lebensmittel Atemluft

Schon die Ärzte im ausgehenden Mittelalter beobachteten die bösen Folgen von Schadstoffen in der Luft an bestimmten Arbeitsplätzen, vor allem in Bergwerken und anderen schlecht belüfteten Bereichen. In der Renaissance verfasste Georgius Agricola seine Arbeit über den Bergbau, in welcher er auch die Gesundheitsgefahren beschrieb, und Paracelsus leitete seine Erkenntnis von der Bedeutung der Dosis für die Schädlichkeit von Beobachtungen an Quecksilber-Dämpfen ab. Noch bis

zum heutigen Tag gewinnen wir viele Erkenntnisse zu Atemgiften aus Beobachtungen an belasteten Arbeitsplätzen, zum Beispiel bei Quarz- oder Asbeststaub. Obwohl die Arbeitsplatzgrenzwerte inzwischen niedriger sind und auch streng kontrolliert werden, findet man bei ArbeitnehmerInnen an belasteten Arbeitsplätzen doch eine deutliche Abnahme der Lungenfunktion im Vergleich zum natürlichen Alterungsprozess.

Erst relativ spät erkannten Ärzte, dass auch die „normale“ Luft in Städten und

weiter auf Seite 22 →

ZUSAMMENFASSUNG

Die Luft, die wir atmen, ist unser wertvollstes Lebensmittel. Daher sollten wir an unsere tägliche Luft die höchsten Anforderungen stellen, sei es in der Stadt, auf dem Weg zur Arbeit, am Arbeitsplatz oder zuhause. Wir haben es in der Hand, die Luftqualität und damit unsere Gesundheit zu schützen.



SCHWERPUNKT LUFTREINHALTUNG

→ industriellen Ballungsräumen ungesund sein kann. Die großen Smogkatastrophen in der Mitte des 20. Jahrhunderts, allen voran die Smogepisode von London im Jahr 1952, lehrten uns, dass die ungünstige Kombination starker Rußproduktion aus Industrie, Verkehr und Hausbrand einerseits und eine austauscharme Wetterlage andererseits zu massiven Beeinträchtigungen der Luftqualität und zu einer deutlichen und langanhaltenden Zunahme der Sterbefälle und Krankenhausaufnahmen führt. Bald darauf setzten sehr intensive Maßnahmen zur Luftreinhaltung ein, die in den Industrieländern auch erfolgreich waren.

GESUNDHEITSSCHÄDEN

Diese Schäden werden durch verschiedene Mechanismen ausgelöst, die unter anderem auch von der chemischen Zusammensetzung der Staubteilchen abhängen. Die allgemeine Wirkung aller Staubarten besteht darin, dass Staubteilchen in der Größe bis zu wenigen Mikrometer Durchmesser von den Abwehrzellen des menschlichen Immunsystems als „Eindringlinge“ aufgefasst und entsprechend bekämpft werden. Diese immunologische Reaktion führt primär zur Entzündung in den Atemwegen, sekundär aber auch in den Wänden der Blutgefäße und in den inneren Organen. Diese Entzündungsreaktion ist nicht von der chemischen Zusammensetzung und auch nur in geringem Maße von der Größe und von der Form der Teilchen abhängig. Besonders kleine Teilchen mit unter zehn Nanometer (10 nm) Durchmesser entgehen wahrscheinlich dieser Immunreaktion und größere Teilchen mit über zehn Mikrometer (10 μm ; 100 μm = 1/10 mm = ca. 1 Haaresbreite) Durchmesser bleiben zum überwiegenden Teil bereits in Mund und Nase hängen und werden

daher nicht eingeatmet. Eventuell sind wasserlösliche Staubteilchen weniger gefährlich, weil sie sich bei Kontakt mit den Schleimhäuten auflösen und dadurch ihren Teilchencharakter verlieren und so das Immunsystem nicht stimulieren. Andererseits kommen auch diese Körner nicht isoliert in reiner Luft vor. So können sie als Kondensationskeime für größere Teilchen dienen, an die sich teilweise giftige schwerer flüchtige organische Substanzen anlagern, die mit dem löslichen Kern in die tieferen Atemwege transportiert werden und das Staubkorn vor der raschen Auflösung schützen.

LANGZEITWIRKUNG

Viel bedeutender als chemische Zusammensetzung, Größe und Form ist daher die Gesamtzahl der Teilchen, da jedes Teilchen jeweils eine Abwehrzelle aktivieren kann. Die Reaktion einer einzelnen Entzündungszelle wird in aller Regel noch keinen bleibenden Schaden am Gewebe setzen. Eine Schwelle, ab

der eine Entzündung zu einer bleibenden Narbe im Gewebe führt, die sich dann zum Beispiel zu einer Verdickung in der Gefäßwand und in der Folge zur Arterienverkalkung weiter entwickelt, ist individuell sehr unterschiedlich. Wie überall spielen zusätzliche Belastungen und vor allem genetische Faktoren eine wichtige Rolle. Jedenfalls treten schon bei heutzutage üblichen Staubbelastrungen und nicht erst bei Überschreitung der gesetzlichen Grenzwerte bei vielen Menschen solche langfristige Schäden hinterlassende Entzündungsvorgänge auf.

Von kurzfristigen Belastungsspitzen sind daher besonders Personen mit Vorerkrankungen betroffen, für die bereits eine geringe Verschlechterung gefährlich ist: Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen oder mit schweren Gefäßverkalkungen wie z.B. Durchblutungsstörungen am Herzen können selbst im Zuge einer kurzen Schadstoffepisode sterben. Gegenüber längerer Belastung sind vor allem kleine Kinder empfänglich. Zudem haben in jungen Jahren ge-

STICKSTOFFDIOXID (NO₂)

GESUNDHEITSSCHÄDLICHE EFFEKTE

Als gasförmiger stark oxidierender Schadstoff wirkt NO₂ aggressiv auf die Schleimhäute in den Atemwegen und der Lunge. Es treten Entzündungen in den Atemwegen auf und die Infektionsabwehr wird geschwächt. Kranke Menschen, etwa Asthmatiker, sind hinsichtlich einer akuten Wirkung empfindlicher (z.B. Verringerung der Lungenleistung). Wesentlich relevanter als die Akutwirkungen sind die Langzeitwirkungen verkehrsnaher NO₂-Immissionen für die menschliche Gesundheit. Betroffen sind dabei vor allem die Atemwege. So wurden in Bevölkerungsgruppen, die über längere Zeit erhöhten NO₂-Werten ausgesetzt sind, u.a. ein gehäuftes Auftreten von chronischem Husten und Infektionen wie Bronchitis beobachtet.



Autoabgase – besonders gefährlich für Kleinkinder

*Doz. Dr. med. univ. Hanns Moshammer ist Umweltmediziner an der Meduni Wien, Institut für Umwelthygiene, Vorsitzender des Vereins „ÄrztInnen für eine gesunde Umwelt“ und Sachverständiger für Umweltmedizin.



OZON

KURZ- UND LANGZEITWIRKUNGEN

Im Gegensatz zu den Stickoxiden wird das meiste Ozon nicht unmittelbar von einer Quelle abgegeben, sondern entsteht durch atmosphärische chemische Vorgänge unter der Einwirkung der UV-Strahlen der Sonne, wobei Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen seine Bildung begünstigen. Ozon ist daher nicht nur für sich ein aggressives Gas, das Zellen und organisches Material durch Oxidation zerstören oder schädigen kann. Es zeigt auch an, dass in der

Luft ein reaktives Schadstoffgemisch vorliegt, das die Ozonbildung begünstigt. Einige Menschen reagieren besonders empfindlich auf Ozon und erleiden schon bei relativ niedrigen Konzentrationen eine Einschränkung der Lungenfunktion im Sinne einer asthmatischen Reaktion. Bedenklicher ist die langfristige Einwirkung von Ozon, die zu einer beschleunigten Alterung des Lungengewebes führt, die vor allem auch durch einen Verlust an Gewebselastizität gekennzeichnet ist.

setzte Schäden oft lang dauernde Folgen.

Neben diesem allgemeinen Wirkmechanismus der Staubteilchen existieren noch andere, die je nach Größe und chemischer Zusammensetzung unterschiedlich sind: Ganz kleine Teilchen, etwa 10 bis 100 nm, sogenannte Nanoteilchen bzw. Ultrafeinstaub, können biologische Barrieren überwinden und gelangen daher aus der Atemluft in den Lungenbläschen direkt in den Blutstrom und von dort in alle Organe. Wegen ihrer geringen Größe können sie unmittelbar chemische Reaktionen mit wichtigen Strukturproteinen eingehen. Fehlerhaft gefaltete Proteine sind ein „Markenzeichen“ verschiedener degenerativer Erkrankungen (z.B. Morbus Alzheimer). Welche Rolle Ultrafeinstaub bei der Zunahme dieser degenerativen Erkrankungen spielt, ist Gegenstand intensiver Forschung.

ULTRAFEINSTAUB

Manche chemische Bestandteile des Feinstaubes wie zum Beispiel Teerprodukte schädigen das Genmaterial im Zellkern und verursachen dadurch Krebs. Sie finden sich in vielen Stäuben, die aus Verbrennungsvorgängen hervorgegangen sind (Ruß). Metalle im Staub beeinflussen das Redoxgleichgewicht im Gewebe und können daher zur Oxidation wichtiger Fettstoffe in Zellmembranen

führen und damit die Zellfunktion beeinträchtigen. Die oxidierten Fette selber haben zelltötende und krebserregende Eigenschaften.

Die Gefährlichkeit einzelner Anteile des Feinstaubes ist besonders gut belegt. So ist zum Beispiel der Ruß aus Verbrennungsmotoren pro Massenanteil um ein Vielfaches schädlicher als das gesamte städtische Feinstaubgemisch. Vor allem Beobachtungen an Arbeitsplätzen, die mit hohen Rußbelastungen einhergehen (z.B. im Tunnelbau), führten dazu, dass die Krebsforschungsagentur der Weltgesundheitsorganisation erst unlängst Ruß als sicher krebserregend eingestuft hat.

Die ultrafeinen Teilchen sind gefährlich wegen ihrer großen Anzahl pro Masseneinheit. Allerdings sind sie sehr reaktiv. Auch wenn dies unmittelbar zu ihrer Aggressivität und Gefährlichkeit beiträgt, verringert es doch auch ihre „Lebenserwartung“: Sie neigen stark dazu, sich zu größeren weniger reaktiven und stabilen Aggregaten zusammenzuschließen. Wenn man sich vom Rand einer stark befahrenen Straße entfernt, ändert sich die Massenkonzentration nur wenig,

die Teilchenzahl nimmt aber rasch ab, so dass der Einfluss der Straße auf die Teilchenzahl nur etwa 100 bis maximal 200 Meter weit nachweisbar ist. Auch nahe der Straße wird aber ein Großteil der Feinstaubmasse durch gröbere Partikel gebildet, die durch Abrieb (Straße, Splitt, Reifen, Bremsen) und Wiederaufwirbelung verursacht wurden. Die große Zahl der ultrafeinen Teilchen kommt allerdings aus dem Auspuff der Fahrzeuge.

GEFAHR DAUERBELASTUNG

Immer noch beeinflusst die Witterung wie bei der Smogkatastrophe von London die tägliche Luftqualität. Kurzfristige Spitzen der Schadstoffbelastung in Städten lassen sich daher nur wenig durch politisch-administrative Maßnahmen beseitigen. Gesundheitlich bedeutender als die kurzen Belastungen, die etwa durch Überschreitung eines gesetzlich vorgegebenen Grenzwertes für das Tagesmittel bei der Feinstaubmasse (PM10) angezeigt werden, ist jedoch die langfristige Belastung der städtischen Bevölkerung,

weiter auf Seite 24 →



WIR KÖNNEN NICHT NICHT ATMEN. DAHER IST SAUBERE LUFT IMMER UND ÜBERALL FÜR UNS BESONDERS WICHTIG.

Klein aber oho!

Bei Feinstaub ist die Anzahl entscheidender als die Gesamtmasse. Daher sind viele kleine Teilchen gefährlicher als wenige große. Mehr Infos in der Literaturdatenbank zu Luftschadstoffen: <http://ludok.swisstp.ch>

Gesundheitsfolgen

Die Luftqualität in den europäischen Städten ist besser geworden. Sie ist aber immer noch nicht gut genug und die Grenzwerte sind nicht streng genug, um jeden Gesundheitsschaden zu verhindern. Projekthomepage zur Gesundheitsfolgenabschätzung: www.aphekom.org

Auto und Zigarette

Das Auto und die Zigarette sind die beiden wichtigsten Quellen von gesundheitsgefährlichem Feinstaub an der Außenluft und im Innenraum. Homepage zu Tabakschäden: <http://www.aerzteinitiative.at>

INTERVIEW MIT KURT STRAIF VON DER IARC

DIESELABGASE SIND KREBSERREGEND

Die Internationale Agentur für Krebsforschung IARC, Teilorganisation der Weltgesundheitsorganisation WHO, hat Dieselabgase als krebserregend eingestuft – so gefährlich wie Arsen, Asbest oder Senfgas! Was nun?

Was genau an Dieselabgasen ist so gefährlich?

Straif: Es ist richtig, dass Dieselabgase seit Juni 2012 – ebenso wie Arsen oder Senfgas – von der IARC nun in die Gruppe 1, „krebserregend für den Menschen“, eingestuft sind. Dennoch ist dieser Vergleich insofern etwas unglücklich, weil Arsen oder Senfgas hauptsächlich wegen ihrer akuten Gefährlichkeit bekannt sind. Ein besserer Vergleich wäre z.B. Passivrauchen – auch weil hier ebenso wie bei Dieselabgasen primär ein Zusammenhang mit Lungenkrebs aufgezeigt wurde. Der genaue Wirkmechanismus ist noch nicht vollständig geklärt, jedoch spielen die eingeatmeten Partikel und Bestandteile der Gasphase der Dieselabgase eine Rolle bei der Krebsentstehung.

Welche Gruppen von ArbeitnehmerInnen sind stark betroffen?

Straif: Wichtige einstufigsrelevante Untersuchungen zeigten erhöhte Lungenkrebsrisiken u.a. bei Bergarbeitern unter Tage, bei LKW-Fahrern sowie Personal auf dieselbetriebenen Zügen, andere Studien fanden aber auch erhöhte Risiken aus anderen Expositionsquellen für Dieselabgase. Neben dem Straßenverkehr werden Dieselmotoren auch im Zug- oder Schiffsverkehr, bei großen Baugeräten oder Stromgeneratoren eingesetzt, dabei unterliegen Straßenfahrzeuge noch den striktesten Emissionsvorschriften – zumindest in einigen Industrieländern.

Wieso hat es so lange gedauert bis Dieselabgase als krebserregend eingestuft wurden?

Straif: Dieselabgase wurden von der IARC bereits 1988 als „wahrscheinlich krebserregend“ eingestuft, und die Erkenntnis zur Krebsgefährdung insbesondere aus epidemiologischen Studien hat sich seither kontinuierlich weiter verdichtet. Die Monographie-Sitzung wurde einberufen, nachdem klar war, dass wichtige große Studien rechtzeitig zum Arbeitsgruppentreffen in Lyon verfügbar sein würden, um so den Einfluss möglicher Störfaktoren (Rauchverhalten, andere berufliche Risikofaktoren für Lungenkrebs) besser abzugrenzen und das Ausmaß des Expositions-Wirkungszusammenhangs genauer zu beschreiben.

Warum fahren Autos nach wie vor ohne Partikelfilter?

Straif: Die von der IARC einberufene Arbeitsgruppe der zu diesem Thema weltweit führenden ExpertInnen bewertete die wissenschaftliche Datenlage zur Krebsgefährdung. Mit der neuen Einstufung ist es jetzt Aufgabe nationaler und internationaler Gremien, diese Erkenntnis in Schutzvorschriften umzusetzen und zu überprüfen, ob die aktuell gültigen Vorschriften ausreichenden Schutz bieten; hierbei sollten Altfahrzeuge, die oft wesentlich zur Gesamtexposition beitragen, sowie andere Quellen von Dieselabgasen, z.B. Baumaschinen, in die Überlegungen einbezogen werden.



* Kurt Straif, MD MPH PhD,
Head IARC Monographs, International
Agency for Research on Cancer (IARC),
World Health Organization (WHO).
<http://monographs.iarc.fr>

→ wobei selbst weit unterhalb des gesetzlich zulässigen Grenzwertes für das Jahresmittel noch deutliche Auswirkungen auf die Lebenserwartung und das Erkrankungsrisiko zu beobachten sind. Maßnahmen, die zu einer nachhaltigen Verbesserung der Luftqualität führten, wie das Verbot von Kohleheizungen in Dublin, haben rasch zu einer deutlichen Erhöhung der durchschnittlichen Lebenserwartung geführt.

KOSTEN UND LEBENSERWARTUNG

Um politische Maßnahmen oft auch gegen die Interessen einzelner Gruppen (z.B. AutofahrerInnen) durchzusetzen, wird versucht, die Kosten und den Gesundheitsnutzen auf eine vergleichbare Weise zu quantifizieren. Die Ansätze, Krankheiten, Leid und Tod mit Geldwerten zu messen, führten bisher zu recht widersprüchlichen Ergebnissen. Die ExpertInnen sind sich nicht einmal einig, ob eher die Zahl vermeidbarer Todesfälle oder die gewonnene bzw. verlorene Lebenszeit bewertet werden soll: wiegt der Tod eines Erwachsenen mehr oder weniger als der eines Kindes? Doch selbst wenn nur die tatsächlich anfallenden Behandlungskosten und der Verlust an Arbeitsleistung beziffert werden, stellen sich Maßnahmen zur Schadstoffreduktion in der Regel als kosteneffektiv heraus. Bereits vor der Jahrtausendwende wurde abgeschätzt, dass in Österreich jährlich durch die Feinstaubbelastung etwa 5.000 bis 6.000 Menschen vorzeitig sterben. Die Schadstoffbelastung hat sich seither in weiten Teilen des Landes kaum reduziert. Das Umweltbundesamt schätzte 2005 mittels WHO-Methode, dass die Feinstaubbelastung die Lebenserwartung jedes Österreicherers um etwa sieben bis 12 Monate verkürzt. Die höchsten Belastungen fanden sich in Graz, das durch die Beckenlage südlich der Alpen meteorologisch benachteiligt ist. Für diese Stadt ergab die Rechnung eine durchschnittliche Lebenszeitverkürzung von 17 Monaten. Gerade Graz bemühte sich sehr um eine Verbesserung der Luftqualität, so dass eine neue Berechnung im Jahr 2010 nur noch einen Lebenszeitverlust von 11 Monaten ergab. Während das Auto der größte Feinstaubverursacher der städtischen Außenluft ist, übernimmt diese Rolle im Innenraum die Zigarette. □