

Wirkungen von Partikeln auf den Menschen

Kurzfassung des Vortrags auf der Fortbildungsveranstaltung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie: Staubimmissionen – Herkunft, Messung, Beurteilung und Wirkung vom 04.11.04

Es liegen eine Vielzahl von Untersuchungen zu den Auswirkungen von Partikeln auf die Gesundheit vor, insbesondere auch experimentelle, arbeitsmedizinische und (umwelt)epidemiologische Daten beim Menschen. Die epidemiologische Evidenz ist eindeutig (s. u.).

1. Erkenntnisse aus Tierversuchen und aus kontrollierten klinischen Studien

Methodische Vorbemerkungen/Einschränkungen: Tierversuche und kontrollierte klinische Studien können mit klar definierten Stäuben (Inhaltsstoffe, Konzentrationen) bei eindeutig festgelegten Umgebungsfaktoren durchgeführt werden. Tierversuche liegen nur für definierte Kurzzeitbelastungen vor und gelten für Untersuchungen in Partikeln im Umweltbereich von $< 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als zu unempfindlich. Die Übertragbarkeit vom (kleinen) Versuchstier auf den Menschen ist nicht immer gegeben.

Tierversuche und klinische Studien wurden durchgeführt, mit der Zielrichtung:

- die biologische Plausibilität der statistischen Assoziationen (Epidemiologie, s. u.) zu belegen,
- die für die gesundheitlichen Wirkungen verantwortlichen Staubkomponenten zu ermitteln,
- den Wirkungsmechanismus und eine Dosis-Wirkungs-Beziehung für die verantwortliche(n) Staubkomponente(n) zu analysieren.

In verschiedenen toxikologischen Untersuchungen waren Metallverbindungen in den Stäuben mit den größten Wirkungen verbunden; allerdings sind die Daten nicht einheitlich, sodass hier noch keine abschließende Wertung möglich ist.

Im Tierversuch und bei kontrollierten klinischen Studien wurden durch Partikelinhalation lokale Entzündungsreaktionen am Atemtrakt festgestellt, mit erhöhten Protein- und Zellgehalten in der bronchoalveolären Lavage. In einigen (nicht allen!) Untersuchungen konnten auch Veränderungen der Lungenfunktionsparameter gemessen werden – Der Atemtrakt ist zeitlich unmittelbar betroffen.

Ebenfalls über entzündungsähnliche Reaktionen wurden Funktionsveränderungen des Herzens mit Rhythmusstörungen, Änderungen der Blutviskosität und der Blutgerinnung, Veränderung der Blut(mikro)zirkulation in Abhängigkeit von Partikelinhalationen gefunden. Im Zusammenhang mit einer Luftschadstoffepisode 1985 wurden vergleichbare Effekte auch bei Herz-Kreislauf-Patienten gemessen – diese Wirkungen können etwas verzögert auftreten.

2. Erkenntnisse aus der Epidemiologie beim Menschen: Kurzeffekte und Langzeiteffekte

Methodische Vorbemerkungen/Einschränkungen: Generell entfällt bei epidemiologischen Untersuchungen das Problem der Übertragbarkeit vom Tier auf den Menschen und die Frage, inwieweit ein – artifizielles – Design eines Experiments die Realität tatsächlich abbildet. Da die Realität in ihrer Gesamtheit erfasst wird und da bei Partikelbelastung stets auch andere Schadstoffe zeitgleich auftreten, ist es nur durch differenzierte statistische Verfahren möglich, deren (Summen-)Wirkung getrennt zu berechnen. Grundsätzlich können in epidemiologischen Untersuchungen nur Assoziationen (Korrelationen, statistische Zusammenhänge) gemessen werden. Eine Kausalität (ursächliche Zusammenhänge) kann aus epidemiologischen Untersuchungen nicht unmittelbar abgeleitet werden. Hierzu ist u. a. ein plausibles biologisches Modell und dessen experimentelle Überprüfung (z. B. im Tierversuch oder in kontrollierten klinischen Studien, s. o.) nötig.

Epidemiologie – Kurzzeiteffekte: Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass bei einer kurzfristigen Zunahme der PM10-Konzentration um $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ mit folgenden gesundheitlichen Auswirkungen gerechnet werden muss:

- Anstieg der Sterblichkeit um 0,7 %,
- Anstieg der Krankenhauseinweisungen wegen Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 0,8 %,
- Erhöhung des Medikamentenverbrauchs bei Asthmatikern um 3,4 %.

Gerade ultrafeine Partikel scheinen z. B. über erhöhte Pulsraten und erhöhte Plasmapviskosität (Zähigkeit des Blutes) besonders starke Effekte auszulösen – gefährdet sind insbesondere ältere Menschen mit Vorerkrankungen.

Epidemiologie – Langzeiteffekte: Hierzu wurden bisher eine Reihe von epidemiologischen Untersuchungen in unterschiedlichen Bevölkerungen bei mehreren zigtausenden von Menschen über 10-15 und mehr Jahre ausgewertet und nachevaluert. Diese zeigen insgesamt, dass eine zusätzliche Feinstaubkonzentration (PM2,5) von $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel zu folgenden gesundheitlichen Auswirkungen führt:

- Anstieg der Sterblichkeit um insgesamt 6 %,
- Anstieg der Sterblichkeit an Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 9 %,
- Anstieg der Sterblichkeit an Lungenkrebs um 14 %.

3. Zusammenfassung

Diese Ergebnisse wurden unter den vorhandenen Konzentrationen an Partikeln und Luftschadstoffen in der Umwelt erhalten. Das heißt, bei den vorhandenen Belastungen werden die genannten Effekte gemessen; ein „Sicherheitsabstand“ existiert nicht. Darüber hinaus konnte aus den epidemiologischen Studien kein Wirkungsschwellenwert abgeleitet werden (VDI, 2003). Das heißt, die Absenkung des Grenzwerts (und dessen Einhaltung) ist aus umweltmedizinischer Sicht vordringlich. Dies wird angesichts der großen Auswirkungen auf die Gesundheit zu einer messbaren und relevanten Minderung des gesundheitlichen Risikos für die Bevölkerung führen.

Für die Bundesrepublik Deutschland wurde kürzlich eine Risikoabschätzung zur Übersterblichkeit durch Partikel und zur Verhinderung vorzeitiger Todesfälle durch Reduzierung der Partikelbelastung durch Einsatz von Partikelfiltern beim Einsatz von Dieselfahrzeugen publiziert (Wichmann, 2004).

Bezogen auf die jährlichen Sterbefälle in Deutschland durch $10\mu\text{g PM}_{2,5}/\text{m}^3$ wurde ermittelt:

- | | | |
|--|---|----------|
| • Sterblichkeit gesamt | - | + 48.000 |
| • Sterblichkeit an Herz-Kreislauf-Erkrankungen | - | + 41.400 |
| • Sterblichkeit an Lungenkrebs | - | + 5.600. |

Eine Reduktion der PM 2,5-Belastung um $3\mu\text{g}/\text{m}^3$, wie sie zum Beispiel durch den Einsatz des Dieselfilters erreicht werden kann, bedeutet dann eine Verringerung der Sterbefälle im Jahr um 14.400 Gesamtsterbefälle, 12.400 Herz-Kreislauf-Tote und 1.680 Verstorbene an Lungenkrebs.

Übersichtsliteratur (Auszug):

Peters A, Heinrich J, Wichmann HE: Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub – Epidemiologie der Kurzzeiteffekte. Umweltmed Forsch Prax (2002) 7: 101-115.

Heinrich J, Grote V, Peters A, Wichmann HE: Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub – Epidemiologie der Langzeiteffekte. Umweltmed Forsch Prax (2002) 7: 91-99.

Arbeitsgruppe „Wirkungen von Feinstaub auf die menschliche Gesundheit“ der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN: Bewertung des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes zur gesundheitlichen Bewertung von Partikeln in der Luft. Umweltmed Forsch Prax (2003) 8: 257-278.

Wichmann HE: Positive gesundheitliche Auswirkungen des Einsatzes von Partikelfiltern bei Dieselfahrzeugen – Risikoabschätzung für die Mortalität in Deutschland. Umweltmed Forsch Prax (2004) 9: 85-99.