



EUROPA

# Effekte von Luftschadstoffen auf die Gesundheit und Entwicklung von Kindern

- **eine zusammenfassende  
Bewertung der vorliegenden  
Forschungsergebnisse**
- **Deutsche Kurzfassung** –



# Effekte von Luftschadstoffen auf die Gesundheit und Ent- wicklung von Kindern

**- eine zusammenfassende Bewertung der vorlie-  
genden Forschungsergebnisse**

**- Deutsche Kurzfassung -**

## Hinweis

Dieses Dokument ist die deutsche Übersetzung der ausführlichen Zusammenfassung einer Studie der WHO: „Effects of air pollution on children's health and development – a review of the evidence“, Krzyzanowski M., Kuna-Dibbert, B., Schneider, J. Eds., WHO Regional Office for Europe, 2005. (<http://www.euro.who.int/document/E86575>)

### Schlüsselwörter

AIR POLLUTANTS – adverse effects  
AIR POLLUTANTS – prevention and control  
CHILD WELFARE  
EPIDEMIOLOGIC STUDIES  
RISK ASSESSMENT  
ENVIRONMENTAL EXPOSURE  
META-ANALYSIS

Bitten um Zusendung von Exemplaren der Veröffentlichungen des WHO-Regionalbüros sind an *publicationrequests@euro.who.int*, Anträge auf Genehmigung der Wiedergabe an *permissions@euro.who.int* und auf Genehmigung zur Übersetzung an *pubrights@euro.who.int* zu richten. Sie können sich auch direkt an das Referat Veröffentlichungen wenden: Referat Veröffentlichungen, WHO-Regionalbüro für Europa, Scherfigsvej 8, DK-2100 Kopenhagen Ø, Dänemark.

### © Weltgesundheitsorganisation 2005

Alle Rechte vorbehalten. Das Regionalbüro für Europa der Weltgesundheitsorganisation begrüßt Anträge auf Genehmigung der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe oder Übersetzung seiner Veröffentlichungen.

Die in dieser Veröffentlichung benutzten Bezeichnungen und die Darstellung des Stoffes beinhalten keine Stellungnahme seitens der Weltgesundheitsorganisation bezüglich der Rechtsstellung eines Landes, eines Territoriums, einer Stadt oder eines Gebiets bzw. ihrer Regierungsinstanzen oder bezüglich des Verlaufs ihrer Staats- und/oder Gebietsgrenzen. Die in Tabellenüberschriften benutzte Bezeichnung „Land oder Gebiet“ umfasst Länder, Territorien, Städte oder Gebiete. Gestrichelte Linien in Karten geben den ungefähren Verlauf von Grenzen an, über die u. U. noch keine vollständige Einigkeit besteht.

Die Erwähnung bestimmter Unternehmen oder der Erzeugnisse bestimmter Hersteller besagt nicht, dass diese von der Weltgesundheitsorganisation gegenüber anderen ähnlicher Art, die im Text nicht erwähnt sind, bevorzugt oder empfohlen werden. Abgesehen von eventuellen Irrtümern und Auslassungen, sind Markennamen im Text besonders gekennzeichnet.

Die Weltgesundheitsorganisation verbürgt sich nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen und haftet nicht für sich aus deren Verwendung ergebende Schäden. Die von Autoren oder Redakteuren zum Ausdruck gebrachten Ansichten entsprechen nicht notwendigerweise den Beschlüssen oder der ausdrücklichen Politik der Weltgesundheitsorganisation.

# INHALT

**Seite**

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>1</b>
<b>Anhang 1.....</b>	<b>5</b>
Liste der Autoren .....	5



## Kurzfassung

Die derzeit vorliegenden Forschungsergebnisse weisen in ihrer Gesamtheit betrachtet darauf hin, dass die Gesundheit von Kindern durch Luftverunreinigungen in Europa stark in Mitleidenschaft gezogen wird. Diese Studie enthält eine zusammenfassende Bewertung der allerneuesten Forschungsergebnisse und darüber hinaus auch eine Evaluierung der Schlüssigkeit der verschiedenen in Studien beobachteten Gesundheitsauswirkungen.

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des Projekts "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe" (Systematische Bewertung der Gesundheitsauswirkungen von Luftverunreinigungen in Europa) erstellt. Dieses Projekt wurde vom Europäischen Zentrum für Umwelt und Gesundheit der Weltgesundheitsorganisation durchgeführt, zur Unterstützung der Entwicklung der Europäischen Luftreinhaltepolitik, und insbesondere des Programms ‚Saubere Luft für Europa‘ (CAFE; ‚Clean Air for Europe‘) der Europäischen Kommission. Auf Basis der epidemiologischen und toxikologischen Literatur, insbesondere von Arbeiten, die in den letzten zehn Jahren veröffentlicht wurden, wurden von der Weltgesundheitsorganisation ausgewählte Experten eingeladen, Syntheseberichte zu bestimmten Themen zu erstellen. Diese wurden einem Review durch externe Fachleute unterzogen und anschließend in einem Expertentreffen diskutiert. Während dieses Treffens wurden die vorhandenen Daten im Hinblick auf die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Exposition gegenüber Luftschadstoffen und verschiedenen Gesundheitsauswirkungen jeweils im Konsens bewertet.

Die Studie behandelt folgende Fragestellungen: Faktoren, die die Empfindlichkeit von Kindern gegenüber Luftverunreinigungen beeinflussen, Effekte während der Schwangerschaft, Sterblichkeit bei Säuglingen und Kleinkindern, Entwicklung der Lungenfunktion, Asthma und Allergien, Entwicklung der kognitiven Leistungsfähigkeit und Krebserkrankungen bei Kindern. Die Experten wurden gebeten, Schlussfolgerungen darüber zu ziehen, ob die in epidemiologischen Studien beobachteten Zusammenhänge zwischen Luftverunreinigungen und Gesundheitsauswirkungen kausaler Natur sind, wobei hier eine mehrstufige Skala zum Einsatz kam: a) die Datenlage ist ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zu schließen; b) die Datenlage legt einen kausalen Zusammenhang nahe; c) die Datenlage ist nicht ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zu schließen; d) die Datenlage zeigt keinen Zusammenhang.

Die besonders hohe Empfindlichkeit von Kindern gegenüber dem Einfluss von Luftverunreinigungen ist auf eine Reihe von Unterschieden zwischen Kindern und Erwachsenen zurückzuführen, die im folgenden angeführt werden. Die Entwicklung bzw. das Wachstum der Lunge; noch nicht voll entwickelte Stoffwechselsysteme, das noch nicht voll ausdifferenzierte Immunsystem; oftmalige Infektionen der Atemwege sowie Verhaltensmuster, die zu hoher Exposition bzw. zur Aufnahme hoher spezifischer Dosen von Schadstoffen in der Lunge führen. Die Effizienz der Entgiftungssysteme zeigt ein zeitabhängiges Muster während der pränatalen und postnatalen Entwicklung der Lunge, welches z.T. für die erhöhte Schadstoff-Empfindlichkeit von Kindern in bestimmten kritischen Phasen verantwortlich ist.

Die Studie weist auch auf mögliche Langzeitfolgen hin, die durch Schädigungen der Lunge im Kindesalter verursacht werden. Die Exposition von Lungen, die im Wachstum befindlich sind, gegenüber Luftschadstoffen kann zu einer Verminderung der maximalen funktionalen Kapazität bei Heranwachsenden führen, und dadurch die funktionale Reservekapazität vermindern. Dies

könnte zu einer erhöhten Empfindlichkeit im Alter gegenüber verschiedenen Einflüssen führen wie etwa Infektionen, Tabakrauch und Exposition am Arbeitsplatz.

Manche Kinder sind empfindlicher als andere gegenüber den Einflüssen von Luftverunreinigungen. Kinder mit chronischen Lungenerkrankungen, insbesondere mit Asthma, haben ein höheres Risiko verglichen mit Kindern ohne diese Erkrankungen. Polymorphismen bei Genen, deren Genprodukte eine Rolle bei der Verhinderung bzw. Reparatur von Verletzungen von Geweben spielen, erklären u.U. einen Teil der individuellen Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen. Darüber hinaus variiert die Exposition gegenüber Schadstoffen in der Innenraumluft. Kinder, die in Innenräumen hohen Schadstoffkonzentrationen ausgesetzt sind, etwa durch Tabakrauch, haben ein höheres Risiko, durch Außenluftschadstoffe zusätzlich geschädigt zu werden.

Es gibt umfangreiche Beweise dafür, dass Luftschadstoffe Auswirkungen auf Kinder im Mutterleib und auf Säuglinge haben. Die Datenlage ist ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Schwebstaub und einer Erhöhung der Mortalität auf Grund von Atemwegserkrankungen in der post-neonatalen Phase zu schließen. Die Datenlage legt zudem nahe, dass es einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Geburtsgewicht und Luftverunreinigungen gibt, obschon weitere Studien zu diesem Thema notwendig sind. In Bezug auf Frühgeburten und intrauterine Wachstumsverzögerungen ist die Datenlage nicht ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang dieser Effekte mit der Exposition gegenüber Luftschadstoffen schließen zu können. Epidemiologische Studien auf molekularer Basis geben Hinweise auf mögliche Mechanismen für Effekte auf das Geburtsgewicht, Frühgeburten und intrauterine Wachstumsverzögerungen. Diese Studien unterstützen die Einschätzung, dass die genannten Effekte durch Luftverunreinigungen verursacht werden können. Bei angeborenen Fehlbildungen ist die Datenlage derzeit nicht ausreichend, um klare Schlussfolgerungen ziehen zu können.

Betrachtet man die Exposition gegenüber verschiedenen Luftschadstoffen, ist die Datenlage betreffend den Zusammenhang zwischen Schwebstaub und Säuglingssterblichkeit am stärksten. In Hinblick auf die anderen genannten Effekte ist eine genaue Identifizierung der kritischen Expositionszeiträume bzw. der spezifischen Schadstoffkomponenten derzeit nicht exakt möglich.

Die Datenlage ist ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Luftschadstoffen und negative Effekte auf die Entwicklung der Lungenfunktion schließen zu können. Sowohl reversible Beeinträchtigungen der Lungenfunktion als auch chronische Verminderungen des Lungenwachstums und verminderte Lungenfunktion sind mit der Exposition gegenüber Luftschadstoffen assoziiert. Am deutlichsten sind diese Zusammenhänge mit Schwebstaub und verkehrsverursachten Luftschadstoffen (mit NO<sub>2</sub> als Indikator). Ergebnisse von diversen epidemiologischen Untersuchungen werden durch einschlägige Tierexperimente unterstützt, die nahe legen, dass Exposition im Mutterleib und nach der Geburt zu Verminderungen des Lungenwachstums führen kann.

Die Datenlage ist ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Luftschadstoffen und der Verschlimmerung von Asthma schließen zu können (vor allem durch Schwebstaub und Ozon). Das gleiche gilt für eine Zunahme der Inzidenz und Prävalenz von Husten und Bronchitis durch die Exposition gegenüber Schwebstaub. Derzeit gibt es keine ausreichende Evidenz für einen kausalen Zusammenhang zwischen der Prävalenz und Inzidenz von Asthma und Luftverunreinigungen im Allgemeinen; allerdings legt die Datenlage nahe, dass es einen kausalen Zusammenhang zwischen der Prävalenz/Inzidenz von Asthmasymptomen und einem Wohnort nahe stark befahrener Straßen gibt.

Etliche Studien sind in Einklang mit der Erklärung, dass ein Gutteil der Gesundheitseffekte von Luftverunreinigungen in Kindern über Wechselwirkungen mit Atemwegsinfektionen erfolgt. Diese Infektionen sind sehr häufig bei Kindern.

Die Datenlage legt einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Luftschadstoffen und einer Zunahme der Inzidenz von Symptomen der großen, kleinen und kleinsten Atemwege; viele dieser Symptome stehen voraussichtlich in Zusammenhang mit Infektionen. Neueste Studien legen nahe, dass Luftverunreinigungen die allergische Sensibilisierung in Individuen mit genetischer Prädisposition erhöhen kann. Dies könnte ein weiterer Hinweis darauf sein, dass Einwirkungen von Luftverunreinigungen eine kausale Rolle bei der Entstehung von kindlichen Lungenkrankheiten inkl. Asthma spielen. Mögliche Mechanismen dieser Einwirkungen sollten in Zukunft untersucht werden.

Negative Auswirkungen von toxischen Substanzen wie bestimmten Schwermetallen oder persistenten organischen Verbindungen auf das Nervensystem bzw. das Verhalten von Kindern konnten nachgewiesen werden. Die Datenlage ist ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Blei (bei Konzentrationen von Blei im Blut von 100 µg/l und niedriger) und Defiziten der kognitiven Leistungsfähigkeit bei Kindern zu schließen. Die Datenlage legt zudem einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Quecksilber, PCBs sowie Dioxinen und Furanen und bestimmten negativen Auswirkungen auf die Gesundheit nahe, und zwar bei den derzeit in den europäischen Staaten auftretenden Hintergrundkonzentrationen. Bezüglich etwaiger Effekte von Mangan werden weiterführende Studien benötigt, bevor sichere Schlussfolgerungen gezogen werden können. Obwohl die Aufnahme über die Atemluft bei diesen Schadstoffen i.A. nicht der wichtigste Aufnahmepfad ist, ist doch die Emission in die Luft und der darauffolgende atmosphärische Transport meist eine bedeutende Quelle dieser Schadstoffe.

Die Gesamtheit der vorliegenden epidemiologischen Studien ist nicht ausreichend, um auf einen kausalen Zusammenhang zwischen Krebserkrankungen bei Kindern und der Exposition gegenüber Außenluftschadstoffen bei den typischen, in Europa auftretenden Konzentrationen zu schließen. Allerdings liegt dazu nur eine begrenzte Anzahl von Studien vor, und deren Ergebnisse sind nicht immer konsistent. Zukünftige Studien, innerhalb derer die Exposition in den verschiedenen Stadien bis zur Diagnose von Krebs berücksichtigt wird, wären hilfreich, um klarere Schlussfolgerungen über die Rolle der Exposition gegenüber Luftschadstoffen bei der Entstehung von Krebs bei Kindern und Erwachsenen ziehen zu können.

Zur Zeit gibt es nur eine begrenzte Anzahl von Studien, die die Auswirkungen einer Verminderung von Luftverunreinigungen auf die Gesundheit von Kindern direkt untersucht haben. Die vorhandenen Studien zeigen jedoch, dass eine Abnahme der Exposition gegenüber Luftverunreinigungen zu einer Abnahme der Krankenhauseinweisungen auf Grund von Atemwegsbeschwerden, einer Abnahme der Prävalenz von Bronchitis- und Atemwegsinfekten, und zu einer Verbesserung der zuvor beeinträchtigten Lungenfunktionszunahme führen kann. Diese Ergebnisse geben einen direkten Hinweis darauf, dass eine Abnahme von Luftverunreinigungen zu einer Verbesserung der Gesundheit bei Kindern führt.

Die relativen Risiken (d.h. die relative Zunahme der verschiedenen beschriebenen Effekte pro Zunahme der Konzentration der Luftverunreinigungen) sind i.A. gering. Allerdings sind auf Grund der weit verbreiteten Exposition und der relativ hohen Inzidenzen vieler der untersuchten Effekte die Risiken auf Populationsbasis hoch, d.h. die Summe der Krankheitsfälle, die auf Luftverunreinigungen zurückgeführt werden kann, ist in Europa sehr hoch. Zusätzliche wissenschaftliche Untersuchungen sind notwendig, um die Rolle einzelner Luftschadstoffe zu klären, und e-

benso, um Wechselwirkungen mit anderen Faktoren weiter zu beleuchten, wie etwa mit viralen Infektionen der Atemwege, der Exposition gegenüber Allergenen, der Ernährung oder genetischen Faktoren. Derartige Studien benötigen eine akkurate Untersuchung der Umwelt, um eine genauere Abschätzung der Exposition gegenüber verschiedenen Einflüssen zu ermöglichen, und ebenso ein verbessertes Verständnis bzw. eine verbesserte Berücksichtigung der (individuellen) Empfindlichkeit.

Obschon zusätzliche Forschung in vielen der genannten Bereichen notwendig ist, lässt sich aus der derzeitigen Datenlage klar die Empfehlung ableiten, dass die Exposition von Kindern gegenüber Schadstoffen verringert werden sollte. Dies gilt insbesondere für verkehrsverursachte Schadstoffe. Die Experten, die diese Studie erstellt haben, gehen davon aus, dass Verminderungen der Schadstoffbelastungen zu beachtlichen Verbesserungen der Gesundheit bei Kindern führen werden.

## *Anhang 1*

### LISTE DER AUTOREN

Hugh Ross Anderson (S)	St George's Hospital Medical School, London, Vereinigtes Königreich
Tom Bellander (S)	Occupational and Environmental Health, Stockholm County Council, Stockholm, Schweden
Blanka Binková (A)	Institute of Experimental Medicine, Academy of Science, Prag, Tschechische Republik
Martin Bobak (A)	University College London, London, Vereinigtes Königreich
Bert Brunekreef (S)	Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht, Niederlande
Anwesh Chatterjee (A)	St Mary's Hospital, Portsmouth, Vereinigtes Königreich
Anoop Chauhan (A)	St Mary's Hospital, Portsmouth, Vereinigtes Königreich
Jan Dejmek (A)	Institute of Experimental Medicine, Academy of Science, Prag, Tschechische Republik
Douglas W. Dockery (A)	Harvard School of Public Health, Boston, USA
Erik Dybing (S)	Norwegian Institute of Public Health, Oslo, Norwegen
Mark Everard (A)	Sheffield Children's Hospital, Sheffield, Vereinigtes Königreich
Francesco Forastiere (A)	Agency for Public Health, Rom, Italien
Frank Gilliland (A)	University of Southern California, Los Angeles, USA
Stephen Holgate (A, S)	University of Southampton, Southampton, Vereinigtes Königreich
Sebastian Johnston (A)	Imperial College, London, Vereinigtes Königreich
Klea Katsouyanni (S)	University of Athens, Athen, Griechenland
Robert Maynard (A, S)	Department of Health, London, Vereinigtes Königreich
Ole Raaschou-Nielsen (A)	Institute of Cancer Epidemiology, Kopenhagen, Dänemark
Jonathan Samet (A, S)	Johns Hopkins University, Baltimore, USA
Bernd Seifert (S)	Umweltbundesamt, Berlin, Deutschland
Patrick J. Skerrett (A)	Harvard School of Public Health, Boston, USA
Radim J. Šrám (A)	Institute of Experimental Medicine, Academy of Science, Prag, Tschechische Republik
Jordi Sunyer	Institut Municipal d'Investigació Mèdica, Barcelona, Spanien
Peter van den Hazel	Public Health Services Gelderland Midden, Arnhem, Niederlande
Dafydd Walters (A)	St George's Hospital Medical School, London, Vereinigtes Königreich
Stephan Weiland (A)	Universität Ulm, Ulm, Deutschland
Gerhard Winneke (A)	Institut für Hygiene, Universität Düsseldorf, Deutschland
Andre Zuber	Europäische Kommission, Brüssel, Belgien

### **WHO Europäisches Zentrum für Umwelt und Gesundheit, Büro Bonn**

Birgit Kuna-Dibbert  
Michał Krzyzanowski (*Projektleiter*)  
Jürgen Schneider

A: Autor / Co-Autor

S: Mitglied des wissenschaftlichen Beirats (Scientific Advisory Committee)

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist eine 1948 gegründete Sonderorganisation der Vereinten Nationen, die sich in erster Linie mit internationalen Gesundheitsfragen und der öffentlichen Gesundheit befasst. Das WHO-Regionalbüro für Europa ist eines von sechs Regionalbüros, die überall in der Welt eigene, auf die Gesundheitsbedürfnisse ihrer Mitgliedsländer abgestimmte Programme durchführen.

#### **Mitgliedstaaten**

Albanien  
Andorra  
Armenien  
Aserbaidschan  
Belgien  
Bosnien-Herzegowina  
Bulgarien  
Dänemark  
Deutschland  
Ehemalige jugoslawische  
Republik Mazedonien  
Estland  
Finnland  
Frankreich  
Georgien  
Griechenland  
Irland  
Island  
Israel  
Italien  
Kasachstan  
Kirgisistan  
Kroatien  
Lettland  
Litauen  
Luxemburg  
Malta  
Monaco  
Niederlande  
Norwegen  
Österreich  
Polen  
Portugal  
Republik Moldau  
Rumänien  
Russische Föderation  
San Marino  
Schweden  
Schweiz  
Serbien und Montenegro  
Slowakei  
Slowenien  
Spanien  
Tadschikistan  
Tschechische Republik  
Türkei  
Turkmenistan  
Ukraine  
Ungarn  
Usbekistan  
Vereinigtes Königreich  
Weißrussland  
Zypern

**WHOLIS: 86575sumG**  
**Original: Englisch**

## **Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa**

Scherfigsvej 8, DK-2100 Kopenhagen Ø, Dänemark  
Tel.: +45 39 17 17 17 Fax: +45 39 17 18 18 E-Mail: [postmaster@euro.who.int](mailto:postmaster@euro.who.int)  
Website: [www.euro.who.int](http://www.euro.who.int)