

**Zeitschrift:** Schweizer Hebamme : offizielle Zeitschrift des Schweizerischen Hebammenverbandes = Sage-femme suisse : journal officiel de l'Association suisse des sages-femmes = Levatrice svizzera : giornale ufficiale dell'Associazione svizzera delle levatrici

**Herausgeber:** Schweizerischer Hebammenverband

**Band:** 87 (1989)

**Heft:** 9

**Artikel:** Wirkung von Umwelteinflüssen auf Schwangere und Kleinkinder

**Autor:** Schlumpf, Margaret

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-951105>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Wirkung von Umwelteinflüssen auf Schwangere und Kleinkinder

Dr. Margret Schlumpf  
Pharmakologisches Institut der Universität Zürich

Einem Bericht der National Academy of Sciences (USA) zufolge finden heute 17202 Chemikalien in Pestiziden, Kosmetika und Pharmaka, bzw. als Nahrungsmittelzusätze Verwendung. Davon gelten nur rund 6,8% als genügend und 16,4% als teilweise genügend getestet, um Gesundheitsrisiken auszuschliessen. Für eine überraschend grosse Zahl von Chemikalien (44%) liegt überhaupt keine Information über Toxizität vor und für kommerziell erhältliche Substanzen, die nicht den oben genannten vier Kategorien zuzuzählen sind, fällt das Resultat noch schlimmer aus: als genügend getestet werden überhaupt keine, als teilweise genügend 11% erachtet (1). Zu 80% dieser Substanzen sind gar keine Daten erhältlich.

Katastrophen, wie sie in Minimata oder Taiwan auftraten, zeigen plötzlich auf, wie toxisch solche Substanzen sind, wenn sie kurzfristig in höherer Dosierung an die Umwelt abgegeben werden: In Minimata verseuchte eine Acetaldehydfabrik mit ihren quecksilberhaltigen Abwässern die Meeresbucht. Die Fische akkumulierten das Schwermetall und wiesen schliesslich einen gefährlich hohen Gehalt auf. Die Fischer wurden krank. Am stärksten betroffen jedoch waren Kinder und Ungeborene; je nach Grad der Vergiftung waren später einige teilweise oder ganz schulungsunfähig, in mehreren Fällen wurde komplette Debilität festgestellt (2).

In Taiwan wurde aus Versehen Reisöl mit polychlorierten Biphenylen (PCB, siehe unten) vermischt. Wiederum erkrankten Erwachsene, und auch hier waren Kinder und Neugeborene besonders stark betroffen (Missbildungen der Zähne, Gingiva, Nägel, der Haut und intellektuelle Defizite). Diese zwei Katastrophen zeigen die Folgen unbeabsichtigter, fahrlässig verursachter erhöhter Chemikalien-Exposition (3). Praktisch nichts ist dagegen heute bekannt über die Folgen einer Langzeitwirkung solcher Substanzen bei niedriger Dosierung (4).

Zwei Fragen drängen sich daher auf: Welche Chemikalien sind überhaupt potentiell gefährlich für den Menschen? Sind unsere Kinder stärker davon betroffen als wir Erwachsenen?

Was die Auswahl und Menge der hier diskutierten Substanzen betrifft, ist eine umfassende Darstellung nicht möglich. Dies hängt einmal mit dem Umfang dieser Arbeit zusammen, dann aber auch mit der immer noch geringen Anzahl von Publika-

tionen. Wir wollen vor allem 4 Gruppen von Chemikalien, die heute in grossen Mengen anfallen, besprechen. Chemikalien, die zudem die Tendenz haben, sich in biologischen Systemen anzureichern, in unsere Nahrungsmittelkette einzudringen und schliesslich Bestandteil unserer täglichen Nahrung zu werden.

1. Diese Eigenschaften besitzen in hohem Masse die Schwermetalle (z.B. Quecksilber, Blei und Cadmium), die von verschiedenen Industrien vor allem in Verbindung mit Röst-, Schmelz- und Feuer-Raffinationsprozessen und von Kehrlichtverbrennungsanlagen ausgestossen werden (5). Eine Sonderstellung nimmt das Blei ein, das auch heute noch zum grössten Teil vom Motorfahrzeugverkehr emittiert wird.
2. Die gasförmigen Stoffe aus Verkehr und Heizung, wie Stickoxide (NO<sub>2</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>) und Kohlenmonoxid/dioxide (CO/CO<sub>2</sub>), werden wir vor allem im Zusammenhang mit immunotoxischen Fragen berühren.
3. Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH/s) sind ebenfalls sehr weit verbreitet. Sie entstehen in erster Linie bei der Verbrennung von fossilen Oelen (Benzinmotoren, Diesel, Heizung etc.) (7, 6).
4. Die halogenierten aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen sind eine Gruppe von Chemikalien verschiedenster chemischer Zusammensetzung, die als Pestizide (DDT), Herbizide sowie in der Industrie Verwendung finden: Die PCB's (polychlorierte Biphe-

nyle), die in sogenannten geschlossenen Systemen (als Kühlflüssigkeit für Transformatoren und Kondensatoren) vorkommen sowie die PCB's und PBB's (polybromierte Biphenyle), die bei der Synthese von Plastik, Druckschwärze und Oberflächenmaterialien eine sehr grosse Rolle spielen. So gelangen sie in kleinen Mengen bei der Verarbeitung oder durch den Abfall in die Umwelt (Luft, Wasser, Boden). Zusätzlich entstehen sie als Nebenprodukte bei der Synthese von halogenierten Biphenylen oder Phenolen. Tetrachlorbenzodioxan (TCDD) ist die hochgiftige Substanz, die 1976 in Seveso zu trauriger Berühmtheit gelangte. Durch fehlerhafte Manipulation bei der Synthese von Trichlorphenol gelangten gegen 50 kg TCDD in die Atmosphäre. Den halogenierten aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen gemeinsam sind ihre Abbauresistenz und ihre Fettlöslichkeit, Eigenschaften die bewirken, dass sie sich besonders lange in der Umwelt halten (9,8).

Um die Belastung des Kindes durch solche Schadstoffe besser beurteilen zu können, müssen wir seine spezielle Situation in Betracht ziehen: sein unterschiedliches Verhalten, den Umstand, dass es immer mehr schädlichen Einflüssen ausgesetzt ist, sowie die möglicherweise unterschiedliche Aufnahme und Wirkung von Schadstoffen im noch unreifen Organismus.

Am gründlichsten bearbeitet von den oben erwähnten Substanzen ist das Schwermetall Blei, eine Substanz, die sich in der klinischen wie in der Grundlagenforschung wiederholt als speziell toxisch für Kinder erwiesen hat. Aber ist denn Blei im Zeitalter des Katalysators überhaupt noch eine Thema? In einer unlängst veröffentlichten Verlautbarung des amerikanischen «Committee on Environmental Hazards and on Accident and Poison Prevention» heisst es (10): Blei bleibt ein hohes Risiko für amerikanische Kinder. Praktisch alle sind dem Blei ausgesetzt, das in der Luft, im Staub und im Boden vorkommt, obwohl bleifreies Benzin in den USA schon in den frühen 70er Jahren eingeführt wurde. Diese und verschiedene andere Massnahmen haben zwar zu einer Senkung des Blutbleigehalts (in µg/dl) der Bevölkerung geführt. Aber diese Senkung vermag nicht Schritt zu halten mit den immer niedrigeren Blutbleiwerten, die heute in der Fachlite-

ratur als schädlich bezeichnet werden. Trotz drastischen Eliminierungsmassnahmen bleibt dieser Schadstoff in einer Konzentration erhalten, die für das Kind bei längerdauernder Belastung ein Risiko darstellt.

Aehnlich stellt sich das Problem für andere Schwermetalle, wie Cadmium und Quecksilber, sowie für halogenierte und nicht-halogenierte Kohlenwasserstoffverbindungen. All diese Substanzgruppen sind als ubiquitär (überall) vorkommende Chemikalien seit geraumer Zeit in unserer Nahrungsmittelkette enthalten.

### Eintrag von Chemikalien in die Umwelt: Beispiel Schwermetalle

Wie die gasförmigen Stoffe Stickoxid, Kohlenmonoxide, Kohlendioxid und Schwefeldioxid werden auch Schwermetalle in kleinsten Partikeln in die Luft ausgestossen. Die Konzentration solcher gas- und partikelförmiger Schadstoffe in der Luft nimmt in Gebieten mit viel Verkehr und hoher Industrialisierung sehr stark zu. Etwas anders stellt sich das Problem bei den PCB's und PBB's dar. Diese gelangen in grösseren Mengen fast nur durch Unglücksfälle, etwa bei einem Brand, als hochtoxische Substanzen, wie z.B. 2,3,8,8-Tetrachlorodibenzodioxin (TCDD) in die Luft (4). Sind die Schadstoffpartikel einmal in der Luft, bleiben sie dort je nach ihrer Grösse längere Zeit hängen und sinken schliesslich zu Boden. Die ausgestossenen Bleipartikel z.B. (zumeist inorganische Bleisalze) sind sehr klein (0,015 – 5/um, 1/um = 1/1000 mm). Sie bleiben durchschnittlich 10 Stunden lang in der Luft, bevor sie zu Boden sinken. Die Konzentration des Schwermetalls im Staubbiederschlag am Boden ist sehr unterschiedlich, je nach Verkehrslage und meteorologischen Verhältnissen (11). Am Boden kann sich das Schwermetall auf Pflanzen ablagern oder von der Wurzeln aufgenommen werden. Dieser Prozess wiederum wird durch einen höheren Säuregrad des Bodens und durch geringe Humusschichten begünstigt.

So gelangt das Schwermetall schliesslich in die menschliche Nahrungsmittelkette, die heute, nicht zuletzt auch als Folge globaler Zusammenhänge, eine unkontrollierbare Ansammlung von Chemikalien darstellt. Die lange Halbwertszeit des Metalls (Zeit, die verstreicht, bis die Hälfte der Schadstoffkonzentration abgebaut ist) hat zur Folge, dass z.B. die globale Bleiverschmutzung lange, vielleicht für immer, be-

stehen bleibt. Lange Halbwertszeiten sind auch das Problem der anderen toxischen Schwermetalle, wie z.B. Cadmium (12) sowie der chemisch sehr stabilen halogenierten und nicht halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen.

### Aufnahme in den Körper

Partikuläre und gasförmige Schadstoffe in der Luft werden von den Lungen resorbiert. Diese pulmonale Resorption hängt stark von der Partikelgrösse ab: Je kleiner und je löslicher die Partikel sind, desto gründlicher ist die Resorption. Vom eingeatmeten Bleistaub und Cadmium wird rund 40% in den Atemwegen deponiert und davon im allgemeinen 80-100% beim Blei, bzw. rund 60% beim Cadmium, (12) resorbiert. Die grösste Menge an Schadstoffen wird heute aber mit der Nahrung zugeführt. Der Anteil Blei und Cadmium, den der erwachsene Mensch aus Nahrung und Wasser resorbiert, beträgt rund 5-10%. Die allgemeine Ernährungslage scheint bei der Aufnahme aller Schadstoffe eine grosse Rolle zu spielen. So führt z.B. eine Unterversorgung mit Mineralien wie Kalzium und Eisen oder mit Proteinen zu einer erhöhten Resorption von Schwermetallen aus dem Darm (13,12). Resorptionsrate und Verteilung im Körper sind für alle Gruppen von Schadstoffen verschieden; Blei gelangt zuerst ins Blut, wo es an Erythrozytenproteine gebunden in verschiedene Organe transportiert und schliesslich im Knochen gelagert wird. Chronische Bleiexposition führt zu erhöhter Ablagerung von Blei in den Knochen (13).

Im Gegensatz zu Blei wird Cadmium im Blut in Lymphozyten konzentriert und vor allem in Leber und Niere gespeichert. Das in der Leber gespeicherte Cadmium wird nur sehr langsam ausgeschieden.

Die Halbwertszeit für Cadmium in der Leber wird mit 5-10 Jahren angegeben (12). Von den polychlorierten Kohlenwasserstoffverbindungen weiss man, dass sie sich auch im Menschen anreichern können, und zwar vor allem im Fettgewebe. Die Speicherwerte für andere Gewebe sollen ihrem Fettgehalt entsprechen (14).

### Die Belastung der Mutter bedeutet eine Belastung des Feten

Die Plazenta wirkt keineswegs als vollständige Schranke für Schwermetalle und halogenierte Kohlenwasserstoffverbindungen. Die Durchlässigkeit ist aber nicht für alle Schadstoffe gleich hoch. Beim Blei ist

der Fetus ähnlichen Konzentrationen ausgesetzt wie die Mutter (15, 16), während beim Cadmium der Plazenta eine gewisse Barrierewirkung eingeräumt wird (15, 16). Hingegen findet sich Cadmium in der Plazenta, was auch für PAH, speziell bei Raucherinnen gilt (17). Ebenfalls plazentagängig sind PCB und PBB. Sie lassen sich auch im Nabelschnurblut nachweisen, und zwar beim Kind in kleineren Mengen als bei der Mutter (18, 3). Solche Messungen wurden vor allem bei Katastrophen (z.B. in Taiwan oder in Michigan wo PBB irrtümlich einem Viehfuttermittel beigegeben wurde) oder bei erhöhter beruflicher Exposition der Mutter vorgenommen (19, 20, 21).

Welche Bedeutung haben erhöhte Schadstoffwerte während der Schwangerschaft? Am besten untersucht wurde diese Frage wiederum am Beispiel Blei. Schon Blutbleiwerte ab 10-20 µg/dl können eine verkürzte Schwangerschaft zur Folge haben. Der Anteil untergewichtiger Neugeborenen nimmt schon ab einer Konzentration von 12 µg/dl zu. Interessant ist auch die Feststellung, dass die Auswirkung von Blei auf das Geburtsgewicht bei Müttern über 30 Jahren noch ausgeprägter ist (22). Verschiedene Studien deuten darauf hin, dass nicht nur die Bleiexposition der Mutter während der Schwangerschaft, sondern auch die vorangegangene Exposition eine Rolle spielt. Absorbiertes Blei, das in den Knochen gespeichert wurde, kann während der Schwangerschaft bei erhöhtem Bedarf an Kalzium zusammen mit diesem mobilisiert werden und Mutter wie Kind zusätzlich belasten (23). Ganz ähnlich können offenbar auch die im Fettgewebe gespeicherten halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen während Schwangerschaft oder Laktation freigesetzt werden (24); bei unveränderter Schadstoffexposition der Mutter nimmt nämlich die PCB-Konzentration in der Milch mit jedem gestillten Kind ab.

### Das Kind ist stärker exponiert und resorbiert mehr

Kinder sind Schadstoffen aus der Luft, aus der Nahrung, und infolge ihres Verhaltens, auch aus dem Staubbiederschlag und aus dem Boden viel stärker ausgesetzt, und zwar aus verschiedenen Gründen:

1. Sie inhalieren wegen ihrer geringen Grösse und ihrer Lebhaftigkeit mehr Staub und Auspuffgase.
2. Sie spielen häufig am Boden, und ihr

Hygieneverständnis ist noch wenig entwickelt. Was für Schadstoffmengen (z.B. Schwermetalle) Kinder auf diese Weise aufnehmen, lässt sich zwar nicht so genau berechnen wie bei Nahrungsmitteln. Doch gibt es Studien, die einen Zusammenhang des Blutbleiwertes mit dem Bleigehalt in der unmittelbaren Umgebung des Kindes nachweisen (25, 26). Es gibt sogar Schätzungen, wonach Kleinkinder beim Spielen praktisch gleich viele Schadstoffe aufnehmen wie beim Essen.

3. Nach wie vor gilt aber die Nahrung als Hauptquelle der Schadstoffaufnahme. Kinder essen im allgemeinen die gleiche kontaminierte Nahrung wie Erwachsene; die Portionen sind zwar kleiner, aber im Verhältnis zum Körpergewicht trotzdem erheblich grösser (Tabelle 1).
4. Dazu kommt, dass die Resorption von Schadstoffen (z.B. Blei und Cadmium) durch Magen und Darm bei Kindern wesentlich höher ist: für Blei beträgt sie 40 bis 50% gegenüber bloss 5-10% bei Erwachsenen (27/29). Kinder nehmen pro Woche schätzungsweise 0.2mg (Erwachsene 0.4mg) Cadmium ein (28). Ein 10kg schweres Kind nimmt also rund viermal soviel Cadmium auf wie ein Erwachsener (70kg). Dabei empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation der UNO für Kinder eine Dosierung, die proportional geringer ist als für Erwachsene.

In Fettgeweben von Kindern aus hochindustrialisierten Ländern (32) fand man zudem höhere Werte an halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen.

Tabelle Bleiaufnahme und Resorption bei Erwachsenen und Kindern (in µg) pro Tag (13, 27, 30, 31).

	Erwachsener 70kg		Kind 10kg	
	Aufnahme	Resorption	Aufnahme	Resorption
Luft	15	6	5	2
Nahrung	150-400	22-60	50-100	23.5-47
total/kg				
Körpergewicht	0.4-0.95		2.55-4.9	

### Wie wirkt sich ein Schadstoff auf die Kinder aus?

Auch die Literatur zu diesem Thema geht weitgehend aus Studien über den Einfluss von Blei auf die intellektuelle Entwicklung

des Kindes zurück. Schon in den 70<sup>er</sup> Jahren erschienen die ersten Untersuchungen über Schul- Lern- und Verhaltensstörung im Zusammenhang mit erhöhten Blut- oder Milchzahnbleiwerten von Kindern (33). Diese Publikationen waren anfänglich heftig umstritten.

Die Autoren sahen sich gezwungen, eine exakte Analyse der Herkunft dieser Kinder vorzulegen: Nur Kinder aus ähnlichen sozioökonomischen Verhältnissen (ökonomisches, soziales und intellektuelles Umfeld) durften miteinander verglichen werden (34). Im Verlauf der 80<sup>er</sup> Jahre erschien dann in den USA, in Deutschland und in Grossbritannien eine ganze Reihe von Publikationen mit dem gleichen Befund, dass bleibelastete Kinder einen IQ-Verlust von 4-5 Einheiten erleiden. Um den Zusammenhang zwischen Bleibelastung und Verhaltensstörungen glaubhaft zu machen, muss man nachweisen können, dass eine Dosis-Wirkungsbeziehung besteht.

Diese Beziehung wurde mehrfach untersucht. In ihrer umfassenden Studie untersuchten Smith und Mitarbeiter mehrere tausend Kinder vergleichbarer Herkunft und teilten sie entsprechend ihrer Zahnbleiwerte in 3 Gruppen ein. Die IQ Werte der drei Gruppen wichen signifikant voneinander ab. Die Gruppe mit der höchsten Zahnbleikonzentration wies die niedrigsten IQ-Werte auf (35). Amerikanische Autoren halten diese Schadstoff-bedingte Verschiebung der IQ-Werte für äusserst beunruhigend. Die Zahl der Kinder mit einem IQ zwischen 80 und 100 nimmt nämlich um das Dreifache zu, während die Zahl der Kinder mit einem IQ über 125 (36) im gleichen Mass abnimmt. Im Lauf der Jahre wurden solche Wirkungen bei immer tieferen Blutbleiwerten nachgewiesen. Galten 1979 (37) noch 25-30 µg/dl als Grenzwerte für eine negative Entwicklung, liegen diese Werte nach heutiger Meinung bei 10 bis maximal 15 µg/dl (38, 39).

Publikationen der mittleren 80<sup>er</sup> Jahre berichten vor allem über die hohe Verwundbarkeit des menschlichen Feten durch Blei. Die ersten derartigen Studien stammten aus dem Childrens Hospital in Boston. Hier wurden die Säuglinge nach ihren Nabelschnur-Bleiwerten in drei Kategorien eingeteilt: «low» für höchstens 3 µg/dl, «medium» für 6-7 µg/dl und «high» für mindestens 10 µg/dl. Keines der Neugeborenen wies einen Wert über 25 µg/dl auf. (Dies ist der Wert, der heute vom US Center for Disease Control und der American

Academy of Pediatrics als Grenzwert empfohlen wird). In 5 verschiedenen Altersstufen wurden die Kinder anhand der «Bayley Scales for Infant Development» getestet. Dabei stellte sich heraus, dass die Gruppe «high» bei Tests signifikant schlechter abschnitt als die Gruppe «low». Die postnatalen Blutbleiwerte der Kinder waren dabei völlig uneinheitlich. Das bedeutet, dass die vorgeburtliche Blei-Exposition für den negativen Einfluss auf die frühkindliche Entwicklung dieser Kinder verantwortlich gemacht werden kann (38). Seither haben andere Studien den negativen Einfluss vorgeburtlicher Schwermetallexposition auf die postnatale Entwicklung bestätigt (39, 40).

Auch Cadmium in geringen Mengen, die einer durchschnittlichen Exposition entsprechen, scheint die intellektuelle Entwicklung des Kindes negativ zu beeinflussen (41). Die Einwirkung von Cadmium auf den Fetus wurde anhand von Haaranalysen bei Mutter und Kind untersucht. Im Alter von 6 Jahren wurden die Kinder erneut getestet. Dabei stellte sich heraus, dass die motorischen und intellektuellen Fähigkeiten der Kinder in einem umgekehrten Verhältnis zu den Metallkonzentrationen bei der Geburt standen. Die Studie weist zudem nach, dass auch ein Zusammenhang zwischen Wahrnehmungsstörungen und den bei der Geburt gemessenen Cadmiumwerten besteht (42). Auch vorgeburtliche Exposition von halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen gefährdet die intellektuelle Entwicklung des Kindes. Bei Kindern von Frauen, die 1979 in Taiwan bei der PCB Reisölkatastrophe (siehe oben) vorübergehend erkrankt waren, wurden später neben Anomalitäten der Gingiva, der Zähne und Nägel auch Verhaltensstörungen und IQ-Defizite festgestellt (3). Eine andere Studie beschreibt den Zusammenhang höherer PCB-Werte mit geringerem Tonus und Reflexarmut bei Neugeborenen (24, 21). Das visuelle Gedächtnis von 7 Monate alten Säuglingen (43) war umso schlechter, je höhere PCB-Werte bei Geburt im Nabelschnurblut gemessen wurden.

Über die Wirkungsmechanismen dieser biologisch nutzlosen Schadstoffe weiss man sehr wenig. Schwermetalle im allgemeinen und Blei im besonderen können in Konkurrenz mit Kalzium treten. Diese Verdrängung von Kalzium kann auf verschiedenen Ebenen einsetzen und wird schon bei der Resorption aus dem Darm wirksam. Kalzium spielt eine zentrale Rolle,



z.B. im Gehirn bei der Reizübertragung von einer Nervenzelle zur anderen. Reduzierte Mengen Kalzium (ersetzt z.B. durch Schwermetalle) können die Qualität der chemischen Reizübermittlung verschlechtern. Im weiteren können Schwermetalle die Wirksamkeit Kalzium-abhängiger Enzyme, wie z.B. von Adenylcyclase oder Proteinkinase C, beeinflussen oder die Wirksamkeit von Kalzium-bindenden Proteinen, wie Calmodulin, reduzieren (44). Überdies ist bekannt, dass z.B. Blei auch noch in die Synthese einzelner chemischer Nervenüberträgerstoffe direkt eingreifen vermag. Man kann annehmen, dass die Wirkung von Schadstoffen, wie z.B. von Blei auf das Gehirn letztlich auf einer Kombination von solchen neurochemischen Wirkungen beruht.

### Auch das Immunsystem ist betroffen

Die Arbeiten über die Toxizität von Chemikalien auf das Immunsystem sind neueren Datums und stammen in erster Linie aus der experimentellen Literatur. Die Immunkompetenz (Fähigkeit körperfremder Zellen abzuwehren) verfügt im wesentlichen über zwei Komponenten: die humorale und die zelluläre Immunität. Unter der humoralen Immunität versteht man die Produktion von Antigen spezifischen Antikörpern, die von B-Lymphozyten vermittelt werden. Mit zellulärer Immunität sind in erster Linie Funktionen von T-Lymphozyten gemeint. Daneben existiert noch die unspezifische Abwehr, die von Monozyten, Makrophagen und den (polymorphonukleären) Leukozyten, z.B. via Phagozytose, geleistet wird. Zahlreiche Daten zeigen, dass Schwermetalle, wie Blei, Cadmium und Quecksilber, die Immunantwort beeinflussen können. Der am besten übereinstimmende Befund in der Immuntoxizität von Schwermetallen ist die verschlechterte Resistenz gegenüber bakteriellen und viralen Infekten (6, 46, 9). Aber auch T-Lymphozyten-Funktionsdefekte und Makrophagen Dysfunktion werden im Zusammenhang mit Schwermetallexposition erwähnt (47). Eine solch multiple Beeinflussung des Immunsystems lässt im allgemeinen auf unterschiedliche Mechanismen schliessen, von denen aber bis heute noch sehr wenig bekannt ist. Auch beim Menschen, z.B. bei Arbeitern in Batteriefabriken, die subklinischen Dosierungen von Blei ausgesetzt sind, wurden Immundefekte festgestellt (48, 49). Kinder mit chronisch erhöhten Blutbleiwerten litten nach einer Infektion mit *Shigella enteritis*

während längerer Zeit an Durchfall als Kinder mit durchschnittlichen Blutbleiwerten (50).

Auch halogenierte aromatische Kohlenwasserstoffe, wie z.B. PCB/s sind nach experimentellen und klinischen Befunden immunsuppressiv. Im Tiermodell bewirken sie eine Atrophie (Schrumpfung) der lymphoiden Organe (Thymus, Lymphknoten) (51, 9). Als typischer Vertreter für diese Substanzgruppe verringert TCDD die spezifische Antikörperbildung, (humorale Immunität) und erhöht die Infektanfälligkeit. Beim adulten Tier werden die T-Lymphozytenfunktionen wenig und nur vorübergehend beeinflusst, währen beim vorgeburtlich exponierten Tier eine persistente Unterdrückung dieser Immunfunktion beobachtet wird. Noch 1 Jahr nach der PCB Katastrophe in Taiwan litt die exponierte Bevölkerung an verschiedenen Defekten immunologischer Funktionen (52).

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH/s) beeinflussen die humorale und zelluläre Immunantwort im Tiermodell ebenfalls. In dieser Substanzgruppe scheinen die karzinogenen Verbindungen die Immunantwort am stärksten zu unterdrücken (6). Auch hier reagiert das Immunsystem junger Tiere empfindlicher auf PAH als das adulte. PAH/s sind auch plazentagängig und werden mit der Muttermilch ausgeschieden.

Die gasförmigen Verbindungen NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> bewirken eine reduzierte Resistenz gegen bakterielle Infekte. Beide Substanzen wirken direkt zytotoxisch (als Zellgift) auf die Makrophagen der Lungenalveolen (53, 54, 58), was die Infektabwehr stark reduziert. Erkrankungen der oberen Atemwege gehen mit erhöhten Konzentrationen von Ozon und NO<sub>2</sub> einher (55). So litten z.B. Kinder aus städtischen Verhältnissen öfter unter Erkältungskrankheiten, hatten erhöhte Bronchialsekretion und schlechtere Lungenfunktionen als Kinder aus ländlichen Gegenden (56, 57). In zunehmendem Masse sind Chemikalien, welche die Fähigkeit haben, die Immunfunktionen von Mensch und Tier zu verändern, in Umlauf und gelangen dank ihrer Beschaffenheit in unsere Nahrungsmittelkette. Perinatale Exposition ist möglich da diese zumeist lipophilen Substanzen die Plazentarschranke überwinden und auch in der Muttermilch erscheinen. Gerade das unreife Immunsystem reagiert nach vorliegenden Daten speziell empfindlich.

### Gedanken zum Thema Schadstoffe und Kinder

Wir leben in einer Welt, die zunehmend mit Chemikalien belastet ist. Das Schadenpotential dieser Substanzen ist wenig bekannt; in den meisten Fällen sind sie, wie die amerikanische Academy of Sciences in einem Bericht festhält, kaum oder gar nicht auf ihre gesundheitsschädigende Wirkung hin geprüft. In den meisten Fällen fehlen dazu auch die Gesetze, eine Tatsache, die sich in der spärlichen, oft unzusammenhängenden Information spiegelt. Fast nur bei Katastrophen geraten solche Chemikalien ins Rampenlicht: Man überprüft dann die Scherben.

Es ist unmöglich, in dieser knappen Übersicht das komplexe Thema «Schadstoffe und Kinder» auch nur annähernd vollständig zu behandeln. Das gilt für die Anzahl der besprochenen Substanzgruppen – im ganzen waren es vier – wie für die Wirkung einzelner Substanzen. Was immerhin auffällt, sind ihre ähnlichen Folgen für die hier besprochenen Organsysteme (Gehirn und Immunsystem). Diese Wirkungen basieren zum grössten Teil auf unbekannten, sicher aber auch unterschiedlichen Mechanismen. Der Verdacht auf additive Wirkungen einzelner Substanzen liegt nahe, Arbeiten darüber gibt es aber praktisch keine.

Was schliesslich ganz eindeutig aus dieser Übersicht hervorgeht, ist die spezielle Sensitivität und Verwundbarkeit des Kindes. Auch Schwangere und Ungeborene sollten durch schärfere Restriktionen vor Schadstoffexpositionen besser geschützt werden. Erhöhte Schadstoffwerte bei der Mutter bilden für das Kind ein Risiko. Freilich eines, das unter Umständen nicht gleich bei der Geburt zu erkennen ist: das Risiko, die optimale physische und intellektuelle Entwicklung zu verpassen.

### Literatur

Das ausführliche Literaturverzeichnis mit 58 Buchvorschlägen kann beim SHV-Zentralsekretariat mit einem adressierten, frankierten Rückantwortcouvert bestellt werden.  
Die Redaktion

1. Magos, L. Thoughts on life with untested and adequately tested chemicals. (1988) British J. Industr. Medicine, 45: 721-726.
2. Koos, B.J., Longo, L.D. (1976) Mercury toxicity in pregnant women, fetus, and new born infant. Am. J. Obstet. Gynecol, 126: 390-409.
3. Rogan, W.J., Gladen, B.C., Hung, K.-L., Koong, S.-L., Shih, L.-Y., Taylor, J.S., Wu, Y.-C., Yang, D., Ragan, N.B. and Hsu C.-C. (1988) Congenital poisoning by polychlorinated biphenyls and their contaminants in Taiwan. Science 241: 334-336.
4. Christen, H.R. Grundlagen der organischen Chemie. Verlag Sauerländer, Aarau, 1982.