

Monatsschrift Kinderheilkunde

Zeitschrift für Kinder- und Jugendmedizin

Organ der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin

Organ der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde

Elektronischer Sonderdruck für K.E. Mühlendahl

Ein Service von Springer Medizin

Monatsschr Kinderheilkd 2012 · 160:455–460 · DOI 10.1007/s00112-011-2574-4

© Springer-Verlag 2012

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der
privaten Homepage und Institutssite des Autors

K.E. von Mühlendahl · M. Otto

Rückstände und Schadstoffe in der Muttermilch

Redaktion

K.E. v. Mühlendahl, Osnabrück
 R. Kerbl, Leoben

Rückstände und Schadstoffe in der Muttermilch

Abkürzungen	
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BPA	Bisphenol A
BVKJ	Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte
DAKJ	Deutsche Akademie für Kinder- und Jugendmedizin e. V.
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DEHP	Diethylhexylphthalat
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DiDP	Diisodecylphthalat
DiNP	Diisononylphthalat
EFSA	European Food Safety Agency
EU	Europäische Union
HCB	Hexachlorbenzol
β-HCH	β-Hexachlorcyclohexan
KG	Körpergewicht
NOAEL	„No observed adverse effect level“
OctaBDE	Octabromdiphenylether
PentaBDE	Pentabromdiphenylether
PBDE	Polybromierte Diphenylether
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine/ Dibenzofurane
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonsäure
PFS, PFC	Polyfluorierte Substanzen („compounds“)
PFT	Polyfluorierte Tenside
POP	„Persistent organic pollutants“
SCF	„Scientific Committee on Food“
TDI	„Tolerable daily intake“
TEQ	Toxizitätsäquivalent
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WHO-PCDD/F-TEQ	PCDD/F-TEQ entsprechend WHO-Definition

Vor etwa 30 Jahren setzte in Deutschland ein umweltbewussteres, unruhiges Denken und Fordern ein. Der Chemieunfall von Seveso (1976), die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl (1986) und saurer Regen mit Waldsterben waren Signale, ebenso wie eine Empfehlung einer Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln der DFG zur Beschränkung des vollständigen Stillens auf 4 Monate wegen der in Muttermilch enthaltenen Schadstoffe und Rückstände.

Eine Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln der DFG [7] empfahl 1984 wegen der Belastung der Muttermilch mit Schadstoffen und Rückständen eine Beschränkung der Dauer des vollständigen Stillens auf 4 Monate. Müttern, die länger stillen wollten, wurde vorgeschlagen, die Rückstandsgehalte in ihrer Milch bestimmen zu lassen und davon Ausmaß und Dauer des weiteren Stillens abhängig zu machen. Als daraufhin Mitglieder eines Arbeitskreises Ökopädiatrie des BVKJ öffentlichkeitswirksam empfahlen, dass Mütter überhaupt nicht mehr stillen, sondern die Milch 1 Jahr abpumpen und verwerfen sollten, um sich so zu entgiften, wurde 1991 seitens der DAKJ die Kommission für Umweltfragen (Umweltkommission) eingerichtet. Diese begann mit einem interdisziplinären Fachgespräch (im Arbeitszimmer von Prof. Eberhard Schmidt in Düsseldorf), mit dem Ziel, zu einer begründeten Bewertung der vorhandenen Dioxinbelastung der Muttermilch zu kommen [15]. 1998 wurde in einem interdisziplinären Konsensus die

Empfehlung der DFG-Senatskommission revidiert:

„Die Belastung der Frauenmilch mit Organochlorverbindungen ist in den letzten 5–15 Jahren deutlich zurückgegangen Es gibt keine Hinweise darauf, dass die – früher höhere – Belastung mit Organochlorverbindungen zu einer gesundheitlichen Schädigung der gestillten Säuglinge geführt hat. Um so weniger dürften gesundheitliche Risiken in der heutigen Situation zu erwarten sein. (Die Empfehlung zu einer Beschränkung der Stilldauer) kann aufgrund der neuen Daten zurückgenommen werden“ [1].

» Über die Muttermilch findet sozusagen eine Entgiftung der Mutter statt

Inzwischen weiß man, dass die relativ hohen Konzentrationen an PCB grenzwertig nicht ganz unschädlich waren [28]. Ferner stellte sich heraus, dass über die Muttermilch tatsächlich eine Entgiftung stattfindet, insofern, als entgegen dem erwarteten Trend einer Akkumulation mit zunehmendem Alter die Konzentrationen in der Muttermilch von Frauen, die mehrfach gestillt hatten, abnehmen. So konnte in der niedersächsischen Muttermilchstudie [29] gezeigt werden, dass beispielsweise der PCB-Gehalt der Muttermilch mit zunehmendem Alter ansteigt, von 0,15 mg/kg Fett bei den unter 25-Jährigen auf 0,4 mg/kg Fett bei den 35- bis 40-Jährigen. Die Referenzwerte (95. Perzentile der Verteilung in der Bevölkerung) lagen bei den über 60-Jährigen über 7-mal höher als bei den 18- bis 19-Jährigen [22]. Gleichgerichtete Verände-

Tab. 1 Belastung der Muttermilch mit Chlorkohlenwasserstoffen (mg/kg Fett), zeitliche Trends zwischen 1980 und 2007

	1979/1980 [7]	1994 [16]	2003/2005 [16]	2006 [29]	2007 Referenzwerte ([16], S. 95)
DDT	1,19	0,36	0,17	0,081	0,5
PCB	1,82	0,67	0,27	0,183	0,5
HCB	1,14	0,12	0,03	0,023	0,06
β-HCH	0,38	0,04	0,02	0,012	0,07

DDT Dichlordiphenyltrichlorethan, HCB Hexachlorbenzol, β-HCH β-Hexachlorcyclohexan, PCB polychlorierte Biphenyle

rungen fanden sich für DDT, HCB und β-HCH. Hingegen nahmen bei allen Substanzen die Konzentrationen mit zunehmender Zahl gestillter Kinder ab, so z. B. PCB von 0,32 mg/kg Fett auf 0,21 mg/kg Fett nach dem Stillen von 4 und mehr Kindern [29].

Rückblickend waren die weit gestreute Beunruhigung und der Protest von betroffenen Müttern heilsam. Es gab ein umweltpolitisches Umdenken mit Verbot und Anwendungsbeschränkungen von schädlichen, persistenten Organochlorverbindungen und Einschränkung der Immissionen, etwa von Dioxinen und Furanen. Der Erfolg solcher Maßnahmen ist an den rückläufigen Konzentrationen in der Muttermilch ablesbar (■ Tab. 1), so dass heute wegen deren Belastung mit den seinerzeit inkriminierten Schadstoffen und Rückständen keinerlei Einschränkungen des Stillens ausgesprochen werden müssen. Diese Aussage ist allerdings differenziert zu betrachten. So erfreulich der deutliche Rückgang der klassischen Kontaminanten auch ist, so ist zu beachten, dass neue, umweltbelastende chemische Verbindungen hinzugekommen sind,

- die z. T. schwer abbaubar und damit persistent sind und sich in den Nahrungsketten akkumulieren,
- die z. T. in sehr hohen Mengen produziert und freigesetzt werden und
- die auf verschiedenen Ebenen biologisch aktiv und damit für den Menschen sowie für Fauna und Flora toxisch sein können.

Es handelt sich dabei um Halogenkohlenwasserstoffe (Flammschutzmittel, perfluorierte Tenside), Nitroaromaten (einige Duftstoffe), um Stoffe, die bei Verbrennungsprozessen anfallen (Dioxine, Furane, dioxinähnliche PCB), um Weichmacher (hauptsächlich Phthalate als Diester einer Dikarbonsäure) und um BPA (■ Abb. 1). All diese Substanzen lassen

sich in der Muttermilch nachweisen. Inwieweit das beachtlich oder bedenklich ist, wird im Folgenden betrachtet.

Polychlorierte Dibenzodioxine/-furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

Dioxine und Furane sind unerwünschte Rückstände, die bei Verbrennungsprozessen in Gegenwart von Chloratomen entstehen. In geringen Mengen wurden PCDD/F auch in der vorindustriellen Zeit bei Verbrennungen freigesetzt.

Bei den PCDD/F wie auch bei den dioxinähnlichen PCB gab es in den vergangenen 3 Jahrzehnten einen erfreulichen Rückgang (■ Tab. 2). Bei Erwachsenen liegt die heutige durchschnittliche Aufnahme von PCDD/F und dioxinähnlichen PCB bei 77 pg/kg/Tag, während diese 1985–1990 noch bei 200 pg/kg/Tag WHO-PCDD/F-TEQ lag [5].

Allerdings gilt auch heute noch für Säuglinge, dass die mögliche Belastung als hoch eingeschätzt wird. Wenn der jeweilige erlaubte Höchstgehalt in den Säuglingsnahrungen ausgeschöpft werden würde [5], nähme ein 3 Monate alter, voll gestillter Säugling täglich 35 pg/kgKG WHO-PCDD/F-TEQ auf. Das liegt beträchtlich über den als TDI angesehenen Mengen:

- WHO: 1–4 pg/kgKG/Tag PCDD/F + dioxinähnliche PCB;
- SCF: 2 pg/kgKG/Tag.

Der TDI-Wert gilt allerdings für eine lebenslange tägliche Aufnahme, und Säuglinge, die gestillt werden, erhalten eine solche hohe Zufuhr nur während einiger Monate.

Die EU-Verordnung bleibt unklar und erläuterungsbedürftig, denn nach Deutung der verbesserungsbedürftigen Richtlinie käme es zu einer möglichen „Überschreitung des TDI um das 1,5- bis 5,7-Fache, wenn der vorgeschlagene Höchst-

wert auf die Angebotsform bezogen wird, bzw. um das 10- bis 16-Fache, wenn der vorgeschlagene Höchstgehalt auf das verzehrfertige Produkt bezogen wird“ [5].

» Derzeit wird keine Einschränkung des Stillens empfohlen

Empfehlung. Trotz der möglichen Überschreitung des TDI während der Zeit des Stillens empfehlen sowohl die WHO als auch das BfR wegen der mit dem Stillen verbundenen gesundheitlichen Vorteile keine mengenmäßige oder zeitliche Einschränkung der Muttermilchernährung.

Polybromierte Diphenylether – Flammschutzmittel

PBDE-Gemische, in denen Diphenyle 4 bis 10 Bromatome enthalten, werden vielen Produkten als Flammschutzmittel zugegeben: Kunststoffen, insbesondere den Gehäusen von Elektrik- und Elektronikgeräten, Dämm- und Montageschäumen, Textilien, Teppichen usw. Diese lipophilen Substanzen gasen aus und reichern sich in der Umwelt und in den Nahrungsketten an. Weltweit wurden allein vom OctaBDE über 60.000 t/Jahr eingesetzt. Die Produktion und Anwendung der Kongeneren PentaBDE und OctaBDE sind in der EU seit 2003 und weltweit seit 2010 verboten, über weitere Einschränkungen wird an verschiedenen Stellen nachgedacht.

PBDE sind inzwischen ubiquitär nachweisbar, so auch in der Muttermilch. Seit den 1970er Jahren kam es zu einem starken Anstieg der messbaren Konzentrationen, so etwa in Schweden: 1972 0,07 ng GesamtPBDE/g Milchlakt, 1997 4,02 ng/g [18]. In den Jahren von 2001–2004 wurden in Deutschland 1,7 ng/g gemessen, 2006–2008 1,36 ng/g, zuletzt mit einer Tendenz zu abfallenden Konzentrationen [13]. In England lagen die Konzentrationen bei 6,3 ng/g, in den USA und in Kanada wurden 10- bis 100-fach höhere Werte als in Deutschland gefunden.

Die Datenlage hinsichtlich der Toxizität ist lückenhaft. In hohen Dosen (im Bereich einiger hundert bis tausend Mikrogramm pro kgKG) sind manche PBDE bei Versuchstieren neurotoxisch, krebsauslö-

send und endokrine Disruptoren. Wegen der Heterogenität der Substanzen ist die Definition eines TDI nicht möglich. Die tatsächliche tägliche Aufnahme liegt im Bereich von 1 ng/kgKG/Tag.

Resümee. Nach Einschätzung des Umweltbundesamtes und des Bundesinstituts für Risikobewertung stellen die Flamm- schutzmittelrückstände in der Muttermilch in Deutschland kein Gesundheitsrisiko dar [2, 25, 26].

Moschusduftstoffe

Vielen Verbrauchsartikeln werden heutzutage Duftstoffe beigefügt. Weltweit werden jährlich mehrere tausend Tonnen synthetischer Moschusverbindungen produziert. Dabei handelt es sich um Nitromoschusverbindungen, mehrfach mit NO₂-Gruppen besetzte Aromaten (am häufigsten Moschusxylyl- und -keton) und diverse polyzyklische Moschusverbindungen. Das Nebeneinander von verschiedenen Verbindungen und unterschiedlichen Anwendungsbeschränkungen erschwert die Bewertung.

Moschusxylyl wird in der EU seit Ende der 1990er Jahre nicht mehr eingesetzt. Weitere Nitromoschus- und eine der polyzyklischen Verbindungen dürfen gemäß entsprechender EU-Verordnungen seit etwa 10 Jahren nicht mehr in Kosmetika enthalten sein.

Moschusverbindungen sind lipophil und schwer abbaubar. Sie werden inzwischen weltweit in zahlreichen Umweltmedien gefunden. Sie reichern sich in tierischem und menschlichem Fettgewebe an und sind dementsprechend auch in der Muttermilch zu finden.

► Beim Menschen ist der perkutane Aufnahmeweg am bedeutendsten.

Die akute Toxizität für den Menschen ist gering [21]. Hinsichtlich chronischer Wirkungen werden in der Literatur neurotoxische, mutagene und reproduktionstoxische Wirkungen diskutiert. Für viele dieser Moschusverbindungen ist derzeit eine genauere Abschätzung der chronischen Toxizität für den Menschen noch nicht möglich. In dem hier diskutierten Zusammenhang ist von Bedeutung, dass die orale Zufuhr quantitativ weit hinter der transku-

Monatsschr Kinderheilkd 2012 · 160:455–460 DOI 10.1007/s00112-011-2574-4
© Springer-Verlag 2012

K.E. von Mühlendahl · M. Otto

Rückstände und Schadstoffe in der Muttermilch

Zusammenfassung

In den letzten 30 Jahren gingen die Konzentrationen von toxischen Chlorkohlenwasserstoffen [auch als POP („persistent organic pollutants“) bezeichnet] in der Muttermilch erfreulicherweise deutlich zurück. Das gilt für DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan), HCB (Hexachlorbenzol), PCB (polychlorierte Biphenyle), β-HCH (β-Hexachlorcyclohexan) und PCDD/F (polychlorierte Dibenzodioxine/ Dibenzofurane). Im gleichen Zeitraum kam es jedoch zu einer ubiquitären Verbreitung neuer Substanzgruppen, die in Mengen von z. T. über hunderttausend bis zu mehreren Millionen Tonnen pro Jahr produziert und teilweise in die Umwelt freigesetzt werden: Flamm-

schutzmittel, Duftstoffe, Weichmacher, perfluorierte Verbindungen und Bisphenol A. Diese Stoffe sind in der Muttermilch nachweisbar, allerdings in geringen bis sehr niedrigen Konzentrationen. Akute und mittelfristig eintretende gesundheitliche Beeinträchtigungen sind von ihnen nicht zu befürchten. Aus toxikologischen, umweltmedizinischen Gründen muss derzeit keine Einschränkung des Stillens empfohlen werden.

Schlüsselwörter

Muttermilch · Stillen · Umweltschadstoffe · Chlorkohlenwasserstoffe · Ökotoxikologie

Contaminants in human milk

Abstract

During the last 30 years, concentrations of toxic chlorinated organic pollutants, also known as persistent organic pollutants (POP) in breast milk have markedly decreased. This holds true for dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), hexachlorobenzene (HCB), polychlorinated biphenyls (PCB), beta-hexachlorocyclohexane (β-HCH) and polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans (PCDD/F). However, residues and pollutants originating from new classes of chemical products and which are produced in quantities of 100,000s up to millions of tons per year have spread ubiquitously and are part-

ly released into the environment: flame retardants, fragrances, softeners, perfluorated tensides and bisphenol A. All these substances can be detected in breast milk in small to nearly insignificant concentrations. Acute and medium-term health problems are not to be expected. There are no toxicological reasons which could be taken as arguments against breast feeding.

Keywords

Human milk · Breast feeding · Environmental pollutants · Hydrocarbons, chlorinated · Ecotoxicology

tanen Aufnahme zurücksteht [20]. In der Muttermilch fanden sich – bei insgesamt rückläufigen Werten – in den 1990er Jahren für verschiedene Nitromoschusverbindungen Konzentrationen von 0,03–0,1 mg/kg Fett [17, 19].

Resümee. Die aus den angeführten Konzentrationen errechenbaren, summierten täglichen Aufnahmen liegen im Bereich von wenigen µg/kgKG/Tag und damit um 1 bis 2 Größenordnungen unter einem berechneten vorläufigen TDI. Da, wenn der transkutane Aufnahmepfad betrachtet wird [20], die kalkulierten Resorptionsmengen 10- bis 100-fach höher liegen, dürfte es für die Belastung von Säuglingen viel wichtiger sein, die Verwendung von parfümierten Produkten zu vermei-

den als die Muttermilchproblematik in den Vordergrund zu stellen.

Phthalate

Bei ihnen handelt es sich um verschiedene Ester der 1,2-Benzoldikarbonsäure (Phthalsäure), also nicht um Chlorkohlenwasserstoffe. Der Anteil des ursprünglich meistverwendeten DEHP ist deutlich rückläufig, dafür steigen die Anteile von DiNP und DiDP. Weltweit werden jährlich mehrere Millionen Tonnen produziert (2004: etwa 7 Mio. Tonnen; [11]). Ungefähr 90% werden als Weichmacher in der Kunststoffproduktion eingesetzt, daneben kommen Phthalate in vielen anderen chemischen Produkten und Verbrauchsartikeln vor.

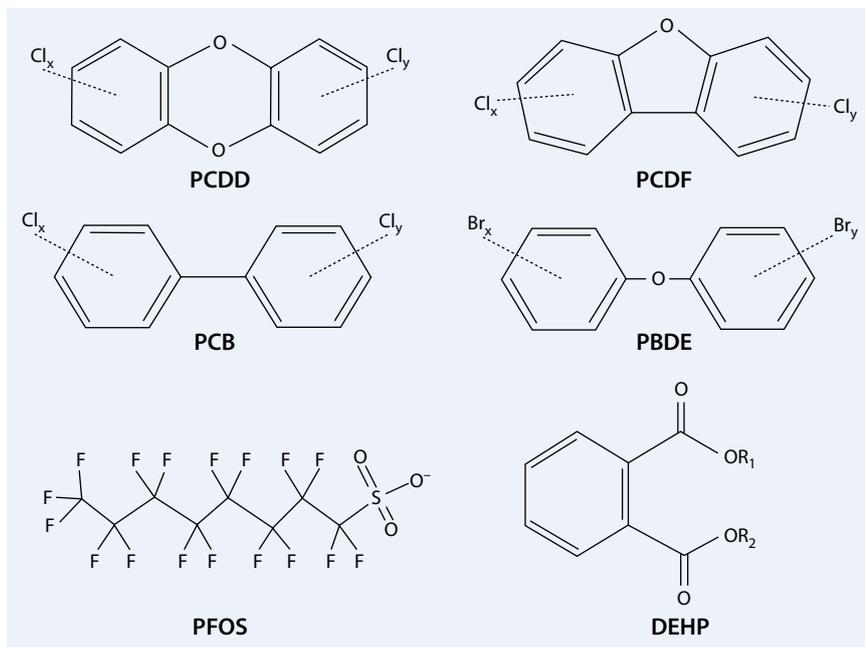


Abb. 1 ▲ Chemische Strukturformeln der besprochenen Substanzklassen: PCDD/F polychlorierte Dibenzodioxine und -furane, PCB polychlorierte Biphenyle, PBDE polybromierte Diphenylether, PFOS Perfluorooktansulfonsäure, DEHP Diethylhexylphthalat

Die Aufnahme erfolgt inhalativ, dermal und v. a. oral, z. B. durch aus Lebensmittelverpackungen freigesetzte Phthalate. Auch in der Medizin verwendete Infusions- und Transfusionsbeutel und -schläuche können erhebliche Mengen an Phthalaten freisetzen. Bei der künstlichen Ernährung eines Frühgeborenen lag beispielsweise die (ungewollte) DEHP-Zufuhr zwischen 10 und 20 mg/Tag. In derartigen Ernährungssituationen wurde bei Säuglingen und Kindern die duldbare tägliche DEHP-Aufnahme um ein Vielfaches überschritten [8].

Nach hydrolytischer Spaltung entstehen Monoester, die teilweise oxidiert, dann glukuronidiert und verhältnismäßig schnell ausgeschieden werden, also im Menschen nicht kumulieren. Phthalate gelten – dosisabhängig und im Tierversuch – als toxisch für Leber, Niere und Testes, und sie sind schwache endokrine Disruptoren.

➤ **DEHP ist seit Februar 2011 seitens der EU als reproduktionstoxisch eingestuft.**

Verschiedene Phthalate und deren Metaboliten sind in der Muttermilch nachweisbar, und zwar in Konzentrationen von einigen µg/l (bis etwa 50 µg/l). In ähnlichen Konzentrationen finden sie sich in industriell hergestellten Säuglingsnahrungen.

Die wenigen vorhandenen Studien zeigen bezüglich der Gehalte in der Muttermilch keine klare Tendenz hinsichtlich einer Zu- oder Abnahme. Die EFSA legte für DEHP einen TDI von 50 µg/kgKG fest, basierend auf einem tierexperimentell ermittelten NOAEL von 5 mg/kgKG. Für DnBP liegen die entsprechenden Werte bei 10 µg/kgKG bzw. 2 mg/kgKG.

Resümee. Die errechenbaren täglichen Aufnahmen von gestillten Säuglingen (ähnlich von Säuglingen, die mit industriellen Säuglingsmilchen ernährt werden; [9]) liegen um 1 bis 2 Größenordnungen unter den genannten TDI-Werten.

Bisphenol A

BPA ist seit Jahren Objekt intensiver und kontroverser Diskussionen, da es in sehr großen Mengen produziert wird (weltweit mehrere Millionen Tonnen pro Jahr). Jährlich werden in Deutschland etwa 400.000 t eingesetzt, hauptsächlich zur Herstellung von Polycarbonatkunststoffen und von Epoxidharzen.

Polycarbonat findet sich in sehr zahlreichen Verbrauchsartikeln. Dazu gehören Plastikflaschen und andere Plastikbehälter für Getränke und Lebensmittel. Metallische Dosen enthalten Epoxidharze

in ihrer Innenbeschichtung. BPA lässt sich in Lebensmitteln und Getränken nachweisen, in der Regel in Mengen von unter 3 µg/kg Lebensmittel, unter sehr ungünstigen Umständen bis 10 µg/kg.

Im hier besprochenen Kontext relevant ist die Freisetzung aus Babyflaschen. Fabrikneue Flaschen aus Polycarbonat geben keine messbaren Mengen an BPA ab. Nach langjährigem Gebrauch nimmt infolge von Alterungsprozessen die BPA-Freisetzung geringfügig zu. Auch für Babyflaschen gilt die Abschätzung, dass in der Milch nicht mehr als 3 µg/l, im ungünstigen Fall bis 10 µg/l enthalten sein dürften.

Es gibt wenige Untersuchungen zum BPA-Gehalt der Muttermilch, in denen Konzentrationen zwischen 0,28 und 1,3 µg/l bestimmt wurden [27]. Die daraus resultierende Belastung gestillter Säuglinge ist als unbedeutend einzustufen.

BPA hat eine geringe akute Toxizität, und es wird als nicht mutagen oder karzinogen eingestuft. Es bindet an Östrogenrezeptoren und führt in Tierversuchen bei Anwendung hoher Dosen zur Verweiblichung der Fortpflanzungsorgane. Darüber, ob die tatsächlich vorkommenden Belastungen durch Nahrung und andere Umweltmedien für den Menschen toxisch sein können, gibt es kontroverse Meinungen.

Viele Erkenntnisse zu BPA stammen aus Tierversuchen. In neueren Studien aber wurden erhebliche Unterschiede zwischen Menschen und Nagetieren nachgewiesen. Sie betreffen zum einen die wesentlich schnellere Metabolisierung von BPA beim Menschen, zum anderen die besondere Empfindlichkeit von Mäusen gegenüber Umweltstoffen mit östrogenen Wirkung. Dies muss bei der Übertragung der Ergebnisse von Tierversuchen auf den Menschen beachtet werden.

In Kanada, Dänemark und Frankreich wurde aus Vorsorgegründen die Verwendung BPA-haltiger Babyflaschen verboten. Das deutsche Umweltbundesamt ließ dazu verlauten:

„...die vorliegenden Kenntnisse sollten ausreichen, die Verwendung bestimmter Bisphenol-A-haltiger Produkte aus Vorsorgegründen zu beschränken“ [24],

während das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung im Januar 2010 [4] schrieb, dass es nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand nicht für erforderlich

Tab. 2 Dioxingehalte in der Muttermilch (pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Milchlief), Daten aus Deutschland. (Aus [6])

Jahr	PCDD/F	PCDD/F + dioxinähnliche PCB
1986–1990	35,7	
1991	27,5	
1992–1995	20,9–24,0	
1996–2002	12,5–15,0	
2007–2009	6,2–6,3	
2010	6,0	
2009	6,3	13,8

PCB polychlorierte Biphenyle, PCDD/F polychlorierte Dibenzodioxine und -furane

hielte, auf Babyfläschchen aus Polykarbonat zu verzichten. Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der Europäischen Kommission (SCF) gab 2002 einen vorläufigen TDI-Wert von 10 µg/kgKG/Tag an, und die Nachfolgebehörde (EFSA) erhöhte diesen 2007 auf 50 µg/kgKG/Tag.

Resümee. Die BPA-Belastung von Säuglingen durch Muttermilch ist unbedeutend. Die Empfehlungen zur Verwendung von Babyflaschen aus Polykarbonat sind uneinheitlich, wobei das leichte Gewicht und die Bruchfestigkeit bei einem Vergleich mit Glasflaschen berücksichtigt werden können.

Perfluorierte Tenside

PFS, im englischsprachigen Schrifttum „perfluorated compounds“ (PFC), bestehen aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen, bei denen alle Wasserstoffatome durch Fluor ersetzt sind. Eine der bekann-

testen perfluorierten Substanzen ist Teflon®, ein Perfluoralkan. Von umweltmedizinischer Bedeutung sind die PFT, die sowohl lipophil als auch hydrophil sind und deshalb Oberflächenspannungen herabsetzen. Wichtige Vertreter sind PFOS und die PFOA. PFT sind in einer Vielzahl von Industrie- und Konsumprodukten enthalten.

» Es gibt Bemühungen, die Produktion und Verwendung von PFT zu begrenzen

Die Aufnahme erfolgt über Lebensmittel, Hausstaub und durch direkten Kontakt mit beschichteten Gegenständen. PFT sind persistent und inzwischen fast ubiquitär nachweisbar. Wegen der langen Persistenz gibt es vielerorts Bemühungen, Produktion und Verwendung von PFT zu begrenzen.

Die nicht sehr zahlreich vorliegenden Studien, in denen Muttermilch untersucht wurde, zeigen PFOS- und PFOA-Gehalte

im Bereich von etwa 10–400 ng/l. Parallel gemessene Serumproben hatten deutlich höhere Gehalte [10, 12, 14].

Die akute Toxizität ist niedrig. PFOA und PFOS haben keine primär genotoxischen Effekte. Sie wirken nach bisherigen Kenntnissen erst bei zytotoxischen Konzentrationen genotoxisch und kanzerogen. In Tierversuchen wurden dosisabhängig auch lebertoxische Wirkungen gefunden [3].

Wegen bestehender Wissenslücken legte das Umweltbundesamt einen vorsorglichen gesundheitlichen Orientierungswert für Trinkwasser von 0,1 µg/l für die Summe von PFOA, PFOS und weiteren PFT fest, und Wasser, mit dem Säuglingsnahrung zubereitet wird, sollte der Trinkwasserkommission zufolge nicht mehr als 0,5 µg/l (Summe von PFOA und PFOS) enthalten [23]. Die EFSA bestimmte unter Zugrundelegung von Sicherheitsabständen mit einem Faktor 200 zum NOAEL TDI-Werte, die für PFOS 0,15 µg/kgKG, für PFOA 1,5 µg/kgKG betragen.

Resümee. Voll gestillte Säuglinge unterschreiten die angeführten TDI-Werte um mehr als das 6- bis 10-Fache. Diese Aufnahmemengen werden nicht als gesundheitliches Risiko für Säuglinge angesehen.

Langfristige Aspekte

Kurz- und mittelfristig sind, wie aufgezeigt, die besprochenen, in der Muttermilch ent-

Hier steht eine Anzeige.

haltenen Kontaminanten in den derzeitigen Konzentrationen nicht toxisch.

Langfristig ist nicht nur die mehrmonatige Stillperiode, sondern sind die lebenslange Zufuhr über Nahrung, Wasser, Luft usw. zu betrachten. Von Belang sind Kanzerogenität, Genotoxizität, Einflüsse auf das Immunsystem und endokrine Disruption. Dabei wird viel und oft sehr kontrovers diskutiert, ob und inwieweit die in den zurückliegenden Dezentennien stattgehabten Entwicklungen (z. B. Zunahme der Prävalenz von atopischen Krankheiten und von Malignominzidenzen) auf chemische Rückstände und Schadstoffe zurückzuführen sind. Diese bedeutsamen Aspekte können im Kontext dieses Beitrags nicht aufgegriffen werden, dürfen aber nicht unerwähnt bleiben.

Schließlich ist zu beachten, dass die Problematik im vorliegenden Beitrag anthropozentrisch betrachtet wurde, dass aber die zunehmende weltweite Belastung der Erde mit persistenten Chemikalien viel breitere Implikationen hat als nur mögliche Schädigungen der menschlichen Gesundheit.

Fazit für die Praxis

- Die erhebliche Belastung der Muttermilch mit Schadstoffen und Rückständen von lange persistierenden Chlorkohlenwasserstoffen, die vor 2 und 3 Dekaden Eltern und Kinderärzte zu Recht beunruhigte, ist deutlich zurückgegangen, weshalb frühere Empfehlungen zur Einschränkung des Stillens schon länger nicht mehr gelten.
- Neuerdings sind Produkte wie Flammenschutzmittel, Weichmacher, Duftstoffe und BPA in der Muttermilch nachweisbar.
- Die Konzentrationen dieser inzwischen neu nachweisbaren Substanzen sind noch sehr niedrig, sodass akut oder mittelfristig keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Die Entwicklung wird aber sehr sorgfältig weiter verfolgt werden müssen.
- Mit Muttermilchuntersuchungen können wichtige Informationen über die Belastung unserer Erde mit persistenten chemischen Substanzen generiert werden.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. K.E. von Mühlendahl
Kinderumwelt gGmbH,
Deutsche Akademie für Kinder- und Jugendmedizin (DAKJ) e.V.
Westerbreite 7, 49084 Osnabrück
muehlend@uminfo.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor weist für sich und seinen Koautor auf folgende Beziehungen hin: Die gemeinnützige Kinderumwelt GmbH finanziert sich über verschiedene Projekte für Fachärzte, den öffentlichen Gesundheitsdienst und die Allgemeinheit. Eines dieser Projekte, das Internetportal <http://www.alum.de> (Allergie, Umwelt und Gesundheit), wurde mit Mitteln der gesetzlichen Krankenversicherung (§ 65b SGB V) aufgebaut. Derzeit wird es mit einer zeitlich begrenzten Teilfinanzierung durch die CWFG GmbH, Frankfurt am Main, unterstützt, wobei die Unabhängigkeit der Kinderumwelt gGmbH in ihren Aussagen und Beurteilungen vertraglich festgeschrieben ist.

Literatur

1. Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e. V., Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin und Nationale Stillkommission (1998) Rückstände in Frauenmilch. *Monatsschr Kinderheilkd* 146:1005–1007
2. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2005) Rückstände von Flammenschutzmitteln in Frauenmilch aus Deutschland unter besonderer Berücksichtigung von polybromierten Diphenylethern (PBDE). Abschlussbericht. BfR, Berlin
3. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2008) Gesundheitliche Risiken durch PFOS und PFOA in Lebensmitteln sind nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand unwahrscheinlich. Stellungnahme 004/2009 des BfR vom 11.09.2008. BfR, Berlin
4. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2010) Fragen und Antworten zu Bisphenol A in verbrauchernahen Produkten, aktualisierte FAQ des BfR vom 03.05.2010. BfR, Berlin
5. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2011) Bewertung der zur Revision vorgeschlagenen EU-Höchstgehalte für Dioxine und PCB. Stellungnahme 029/2011 des BfR, 21.01.2011. BfR, Berlin
6. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2011) Frauenmilch: Dioxingehalte sinken kontinuierlich. *Information Nr. 011/2011 vom 23.03.2011*. BfR, Berlin
7. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (1984) Rückstände und Verunreinigungen in Frauenmilch Mitteilungen XII. Verlag Chemie, Weinheim
8. Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin (2002) Freisetzung von Phthalaten aus Infusionssystemen. *Monatsschr Kinderheilkd* 150:340–341
9. Frederiksen H, Akslaede L, Sorensen K et al (2011) Urinary excretion of phthalate metabolites in 129 healthy Danish children and adolescents: estimation of daily phthalate intake. *Environ Res* 111:656–663
10. Fromme H, Tittlemier SA, Völkel W et al (2009) Perfluorinated compounds – exposure assessment for the general population in western countries. *Int J Hyg Environ Health* 212:239–270
11. Fromme H, Gruber L, Seckin E et al (2011) Phthalates and their metabolites in breast milk – results from the bavarian monitoring of breast milk (BAMBI). *Environ Int* 37:715–722
12. Fromme H, Raab U, Fürst P et al (2011) Vorkommen und gesundheitliche Bedeutung von persistenten organischen Substanzen und Phthalaten in der Muttermilch. *Gesundheitswesen* 73:e27–e43
13. Hoopmann M, Huppmann R, Albrecht UV et al (2009) Polybromierte Diphenylether (PBDE) als neue Substanzklasse im niedersächsischen Muttermilchprojekt. *Umweltmed Forsch Prax* 14:183–194
14. Kärman A, Ericson I, Bavel B van et al (2007) Exposure of perfluorinated chemicals through lactation: levels of matched human milk and serum and a temporal trend, 1996–2004, in Sweden. *Environ Health Perspect* 115:226–230
15. Kommission für Umweltfragen der Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin und Ernährungs-kommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde (1992) Dioxine und Furane in der Frauenmilch. *Kinderarzt* 23:709–712
16. Kommission Humanbiomonitoring des Umweltbundesamtes (2008) Aktualisierung der Referenzwerte für HCB, β -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheits-schutz* 51:1239–1242
17. Lignell S, Darnerud PO, Aune M et al (2008) Temporal trends of synthetic musk compounds in mother's milk and associations with personal use of perfumed products. *Environ Sci Technol* 42:6743–6748
18. Meironytė DM, Noren K, Bergman A (1999) Analysis of polybromated diphenylethers in Swedish human milk. A time-related trend study. *J Toxicol Environ Health* 58:320–341
19. Reiner JL, Wong CM, Arcaro KF, Kannan K (2007) Synthetic musk fragrances in human milk from the United States. *Environ Sci Technol* 41:3815–3820
20. Sattelberger R, Gauch H (2004) Humanbiomonitoring von Moschusduftstoffen. Endbericht an das Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. BMGF-Verlag, Wien
21. Schmeiser HH, Gminski R, Mersch-Sundermann V (2001) Evaluation of health risks caused by musk ketone. *Int J Hyg Environ Health* 203:293–299
22. Schulz C, Wilhelm M, Heudorf U, Kolossa-Gehring M (2012) Update of the reference and HBM values derived by the German human biomonitoring commission. *Int J Hyg Environ Health* 215:27–35
23. Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt (2006) Vorläufige Bewertung von perfluorierten Tensiden (PFT) im Trinkwasser am Beispiel ihrer Leitsubstanzen Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonsäure (PFOS). Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt vom 21.06.06, überarbeitet am 13.07.06. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/pft-im-trinkwasser.pdf>. Zugegriffen: 31.03.2012
24. Umweltbundesamt (2010) Bisphenol A – Massenschmiedemie mit unerwünschten Nebenwirkungen. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3782.html>. Zugegriffen: 31.03.2012
25. Umweltbundesamt (Österreich) (2008) Fact Sheet polybromierte Diphenylether (PBDE). Umweltbundesamt, Wien, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umwelthemen/gesundheit/fact_sheets/Fact_Sheet_bromierte_Diphenylether.pdf. Zugegriffen: 31.03.2012
26. Umweltbundesamt und Bundesinstitut für Risikobewertung, gemeinsame Presseinformation (2005) Flammenschutzmittel in Muttermilch – in Deutschland kein Risiko für Säuglinge 24/2005, 19.07.2005. Eigen-druck. Umweltbundesamt und Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin
27. Vandenberg LN, Chahoud I, Heindel JJ et al (2010) Urinary, circulating, and tissue biomonitoring studies indicate widespread exposure to bisphenol A. *Environ Health Perspect* 118:1055–1070
28. Winneke G (2007) Appraisal of neurobehavioral methods in environmental health research: the developing brain as a target for neurotoxic chemicals. *Int J Hyg Environ Health* 210:601–609
29. Zietz BP, Hoopmann M, Funcke M et al (2008) Long-term biomonitoring of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in human milk from mothers living in northern Germany. *Int J Hyg Environ Health* 211:624–638