

Institut für Wasser-, Boden und Lufthygiene des Umweltbundesamtes,  
Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes • Berlin

# Referenzwerte für HCB, $\beta$ -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch

Stillen ist die natürliche und beste Form der Ernährung des Säuglings, da Frauenmilch in den ersten Lebensmonaten ein besonders hohes Maß an Sicherheit für seine ungestörte Entwicklung bietet. Muttermilch ist nicht nur in Gehalt und Verfügbarkeit der Nährstoffe dem Stoffwechsel und dem jeweiligen Bedarf des Säuglings optimal angepaßt, sondern sie enthält auch viele Stoffe zur Förderung des Wachstums, der Reifung und zur Abwehr von Infektionen. So vermindert ausschließliches Stillen in den ersten drei Lebensmonaten das Risiko für gastrointestinale Erkrankungen, Infektionen der oberen Luftwege und plötzlichen Kindstod. Durch das Stillen wird die Zufuhr von Fremdeiweiß und damit die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung allergischer Reaktionen reduziert [1]. Muttermilch beeinflusst nach neueren Erkenntnissen die Immunantwort des Kindes auch im späteren Leben positiv [2]. Mütter, die gestillt haben, haben darüber hinaus ein geringeres Risiko, an Brustkrebs zu erkranken. Nicht zuletzt fördert das Stillen auch eine enge Mutter-Kind-Beziehung [1].

## Rückstände in der Frauenmilch

Die Frage der Rückstände in Frauenmilch hat in der Vergangenheit immer wieder zu Verunsicherungen bei den Müttern geführt, da Rückstände beim

Stillen an den Säugling weitergegeben werden. Um möglicherweise mit dem Stillen verbundene Risiken besser abschätzen zu können, werden in der Bundesrepublik Deutschland seit vielen Jahren Frauenmilchproben auf lipophile und persistente Rückstände untersucht.

Zu den untersuchten Verbindungen gehören die Organochlorpestizide, die polychlorierten Biphenyle (PCB) und die polychlorierten Dibenzodioxine und -furane. Sie akkumulieren über die Nahrungskette Pflanze – Tier – tierische Lebensmittel im menschlichen Fettgewebe. Obwohl Produktion und Verwendung der meisten Organochlorpestizide und der PCB in der Bundesrepublik Deutschland schon seit langem verboten sind (z.B. DDT seit 1972, HCB seit 1977, PCB seit 1989) und Dioxine nie als technisches Zielprodukt hergestellt wurden, sind sie noch heute in Frauenmilch nachweisbar. In jüngerer Zeit wurden auch synthetische Duftstoffe aus Waschmitteln und Kosmetika, wie die lipophilen Nitromoschus- und die polycyclischen Moschusverbindungen, in Frauenmilch identifiziert. Im Gegensatz zu den persistenten Organochlorverbindungen werden diese Duftstoffe im wesentlichen über die Haut aufgenommen. Frauenmilch als fettreiche Körperflüssigkeit kann als ein Bioindikator für die Kontamination des menschlichen Orga-

nismus mit lipophilen und persistenten Verbindungen angesehen werden.

Aufgrund der seit langem bestehenden Anwendungs- bzw. Produktionsverbote für Organochlorpestizide und PCB sind in Frauenmilchproben aus der Bundesrepublik Deutschland deutlich fallende Gehalte feststellbar. So liegen die Rückstandskonzentrationen von Dieldrin, cis-Heptachlorepoxyd (cis-HEPO) und  $\alpha$ -Hexachlorcyclohexan ( $\alpha$ -HCH) heute bereits im Bereich bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze, die von verschiedenen Untersuchungsämtern mit 0,01 bis 0,001 mg/kg Fett angegeben wird [3]. Ebenfalls im Bereich bzw. unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze liegen die Gehalte an Toxaphen, die in einigen Frauenmilchproben deutscher Herkunft gemessen wurden [4]. Dagegen sind z.B.  $\beta$ -HCH, HCB, p,p'-DDT und p,p'-DDE (letztere zusammengefaßt zu Gesamt-DDT) sowie die PCB-Kongeneren 138, 153 und 180 in Frauenmilch gut meßbar [3]. Für diese zuletzt genannten Organochlorverbindungen werden hier Referenzwerte abgeleitet.

## Einflußgrößen auf die Rückstandsgehalte

Auf die wesentlichen Faktoren, die die Gehalte an HCB,  $\beta$ -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch beeinflussen, soll hier kurz eingegangen werden.

### Länge und Anzahl der Stillperioden

Beim Stillen werden auch im Körperfett gespeicherte Kontaminanten ausgeschieden. So werden im Verlauf einer dreimonatigen Laktation mit täglich ca. 700 ml Milch und 20–30 g Fett mit maximal 2 kg Milchfett je nach Substanz ca. 10–30% der im Körper gespeicherten Rückstände ausgeschleust. Je länger die Gesamtstilldauer ist, desto stärker sinkt der Rückstandsgehalt der Frauenmilch [5–7]. Bei Frauen, die ihr zweites oder drittes Kind stillen, beträgt die durchschnittliche Rückstandsbelastung nur noch ca. 65–75% im Vergleich zu Erstgebärenden [6]. Anzahl und Länge der Stillperioden haben einen erheblichen Effekt auf die Rückstandsgehalte, ihr Einfluß ist statistisch signifikant [6, 8].

### Das Alter

Das Alter der Mutter korreliert positiv mit den Rückstandskonzentrationen in der Frauenmilch. Sein Einfluß ist statistisch signifikant [8]. So sind aufgrund der längeren Akkumulationszeiten und der früher höheren Expositionen die mittleren Rückstandsgehalte in Milchproben von 40jährigen Frauen, die ihr erstes Kind stillen, um den Faktor 1,5 bis 2 höher als in Milchproben von 20jährigen Frauen mit einem Kind [6].

### Regionale Einflußfaktoren

Bei den in den alten Bundesländern geborenen und aufgewachsenen Frauen sind kaum qualitative und nur geringe quantitative regionale Unterschiede der Rückstandssituation festzustellen. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß die Aufnahme der Schadstoffe hauptsächlich über tierische Lebensmittel erfolgt, und die Versorgung mit diesen überwiegend überregional erfolgt [6].

Zwischen den alten und den neuen Bundesländern ergibt ein Vergleich der Rückstandsgehalte ein substanzabhängig differenziertes Bild. So waren in Untersuchungen der Jahre 1990/91 bei den Gehalten an HCB und  $\beta$ -HCH bei Berücksichtigung der analytischen Streuung keine Unterschiede feststellbar,

während die mittleren Gehalte an DDT im Vergleich zu den alten Bundesländern in Proben aus den neuen Bundesländern etwa doppelt so hoch (aufgrund des DDT-Einsatzes in der DDR in den Jahren 1983–88) und die mittleren PCB-Konzentration nur halb so groß waren [9]. Diese anfangs deutlichen Unterschiede der mittleren PCB-Gehalte (1990: alte Bundesländer: Ges.-PCB=0,93 mg/kg Fett, neue Bundesländer: Ges.-PCB=0,38 mg/kg Fett) scheinen aufgrund von Anwendungsverböten und Sanierungsmaßnahmen einerseits sowie der überregionalen Lebensmittelversorgung andererseits mit der Zeit geringer zu werden. So überschneiden sich die für 1994 mitgeteilten mittleren PCB-Gehalte in den neuen Bundesländern (0,59 mg/kg Fett) mit dem unteren Ende des Bereichs der in den alten Bundesländern ermittelten PCB-Konzentrationen (0,55–0,88 mg/kg Fett) [3]. Daten aus ehemaligen Produktions- bzw. Altlastenstandorten, wie z.B. Bitterfeld-Wolfen, zeigen immer noch deutlich erhöhte Werte an HCB,  $\beta$ -HCH und DDT [10].

Deutliche Unterschiede im Kontaminationsspektrum und in der Kontaminationshöhe sind häufig in Milchproben von Müttern ausländischer Herkunft festzustellen, sie reflektieren den unterschiedlichen Pestizideinsatz in den einzelnen Ländern. Bei Müttern ausländischer Herkunft mit langjährigem Lebensmittelpunkt in Deutschland nivellieren sich die Unterschiede. Auch längere Auslandsaufenthalte deutscher Frauen – insbesondere im osteuropäischen, asiatischen, afrikanischen oder südamerikanischen Raum – können im Vergleich zu den deutschen Durchschnittswerten zu Veränderungen der Rückstandsgehalte in den entsprechenden Muttermilchproben führen [5, 6].

### Ernährungsgewohnheiten

Die wesentliche Aufnahme der Organochlorverbindungen erfolgt über die Nahrung – speziell über die tierischen Fette wie Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fisch. So weisen Milchproben von Frauen mit langfristig überdurchschnittlichem Verzehr von fettreichen Fischen um bis zu 10% höhere

PCB-Gehalte auf [6]. Auch Untersuchungen zum PCB-Gehalt im Blut belegen eine vergleichbar geringe, statistisch nicht signifikante Zunahme mit der Häufigkeit des Fischverzehr [11].

Bei vegetarischer Kost sollte die Aufnahme und damit die Körperlast des Menschen mit Organochlorpestiziden und PCB geringer sein. Aus Studien läßt sich eine Reduktion der Organochlorverbindungen in Frauenmilch ableiten, diese ist jedoch gering und aufgrund der kleinen Probenzahlen und der großen Spannbreite der Meßwerte statistisch nicht signifikant [6, 11, 12]. Es ist davon auszugehen, daß erst eine langjährig vegetarische Ernährung ohne Eier, Milch und Milchprodukte zu merklich geringeren Rückstandsgehalten in der Frauenmilch führen kann.

### Körpergewicht der Frau

Die lipophilen Organochlorverbindungen werden im menschlichen Körperfett gespeichert. Der Einfluß des Körpergewichtes bzw. des Body Mass Index ( $BMI = \text{Körpergewicht} / \text{Körpergröße}^2$ ) auf die Rückstandsgehalte in Frauenmilch gibt jedoch kein einheitliches Bild wieder. Bei vergleichbarer Schadstoffaufnahme sollten in Milchproben untergewichtiger Frauen (kleiner BMI) höhere Rückstandskonzentrationen vorliegen als bei übergewichtigen Frauen (größerer BMI), bei letzteren ist eher von einem über den größeren Körperfettanteil vermittelten Verdünnungseffekt auszugehen. Eine erhöhte Schadstoffmenge nehmen übergewichtige Frauen jedoch auf, wenn die überdurchschnittliche Nahrungsaufnahme bevorzugt über tierische Fette erfolgt. So findet man häufig keinen Einfluß oder sogar bei den verschiedenen Rückständen in Bezug auf den BMI gegenläufige Tendenzen [8, 11].

Dagegen beeinflusst eine Gewichtsveränderung während der Stillperiode die Rückstandsgehalte im Milchfett stark. So sinken bei Gewichtszunahme der stillenden Mutter während der Laktationsperiode die Rückstandskonzentrationen in der Frauenmilch (verdünnte Fettdepots). Eine Gewichtsabnahme in dieser Zeit führt jedoch zur Konzentrierung der lipophilen Rückstände im

Körperfett und damit zu signifikant höheren Gehalten in der Frauenmilch und sollte deshalb vermieden werden [8].

## Referenzwerte

Basis für die Ableitung von Referenzwerten stellt nach Definition der Kommission „Human-Biomonitoring“ das 95. Perzentil der Meßwerte der Stoffkonzentrationen in der jeweiligen Matrix einer Stichprobe aus einer definierten Bevölkerungsgruppe dar. Der Referenzwert charakterisiert den Ist-Zustand (sog. Hintergrundbelastung) eines ubiquitär vorkommenden Stoffes bei einer Bevölkerungsgruppe ohne erkennbare spezifische Belastung zum Zeitpunkt der Untersuchung. Da es sich um einen rein statistisch abgeleiteten Wert handelt, kommt ihm per se keine gesundheitliche Bedeutung zu [13].

## Datengrundlage

Datengrundlage für die hier abgeleiteten Referenzwerte sind die von den Untersuchungsämtern der Bundesländer im Jahr 1994 analysierten und dem

BgVV für die zentrale Datendokumentation in aggregierter Form übermittelten Rückstandsgehalte in Frauenmilchproben aus der Bundesrepublik Deutschland. Diesen übermittelten Analysendaten in Frauenmilch liegt keine repräsentativ gezogene Zufallsstichprobe zu Grunde. Vielmehr wurden die Untersuchungen auf Wunsch interessierter Mütter von den Landesuntersuchungsämtern durchgeführt, über den Anlaß liegen keine Informationen vor. Ein Vergleich der Daten mit Ergebnissen anderer Studien läßt jedoch darauf schließen, daß in der Regel keine besonderen Expositionen vorhanden waren. Angaben von konfundierenden Faktoren zur Charakterisierung der Referenzpopulation sind – außer der Herkunft aus dem Bundesland – nicht übermittelt worden. Generell kann man von einer relativ homogenen Altersgruppe zwischen 20 und 40 Jahren ausgehen. Nach Aussagen der Untersuchungsämter lassen nur sehr wenige in Deutschland lebende ausländische Mütter ihre Frauenmilch auf Rückstände untersuchen. Genaue Zahlen liegen hierzu nicht vor.

## Ermittlung der 95. Perzentile und Datenvergleich

Zur statistisch exakten Ermittlung des 95. Perzentils benötigt man die Einzelmesswerte. Diese standen jedoch nicht zur Verfügung. Vielmehr stellten die Untersuchungsämter der Bundesländer ihre Untersuchungsergebnisse als aggregierte Daten mit folgenden Angaben zur Verfügung:

- ▶ Anzahl der untersuchten Frauenmilchproben
- ▶ Häufigkeitsverteilung der Meßwerte (einheitliche Meßwerteklassen wurden vorgegeben)
- ▶ Mittelwert, Medianwert, 95. Perzentil, Maximalwert

Dementsprechend ergab sich folgender Weg, um anhand dieses Datenmaterials die 95. Perzentile für die gesamte Stichprobe in genügender Genauigkeit zu ermitteln:

- a) Für jede der oben genannten Verbindungen wurden die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Bundesländer zu einer Gesamthäufigkeitsverteilung der Bundesrepublik Deutsch-

Tabelle 1

### Organochlorpestizide und PCB in Frauenmilch aus der Bundesrepublik Deutschland: Vergleich der Datenlage 1994 und 1979–81

Rückstand	Daten von 1994 [5]					DFG-Studie [7] Daten von 1979–81		
	Probenzahl	Mittelwert [mg/kg Fett]	Meßwerteklasse, die das 95. Perzentil enthält [mg/kg Fett]	95. Perzentil interpoliert in der Meßwerteklasse [mg/kg Fett]	Abschätzung des 95. Perzentil als gewichtetes Mittel [mg/kg Fett]	Probenzahl	Mittelwert [mg/kg Fett]	95. Perzentil [mg/kg Fett]
β-HCH	1754	0,04	>0,090–0,105	0,10	0,10	2709	0,38	1,03
HCB	1757	0,12	>0,300–0,400	0,32	0,30	2709	1,14	2,16
Gesamt-DDT <sup>1)</sup>	1741	0,36 <sup>2)</sup>	>0,750–1,000 <sup>2)</sup>	0,94 <sup>2)</sup>	0,91 <sup>2)</sup>	2709	1,91	4,09
PCB 138	1757	0,14	>0,250–0,300	0,28	0,27		nicht angegeben	
PCB 153	1757	0,18	>0,300–0,350	0,34	0,34		nicht angegeben	
PCB 180	1757	0,09	>0,150–0,200	0,19	0,18		nicht angegeben	
Gesamt-PCB	1757	0,67	>1,250–1,500 <sup>3)</sup>	1,27 <sup>3)</sup>	1,25 <sup>3)</sup>	2709	1,82 <sup>4)</sup>	3,66 <sup>4)</sup>
Summe 3 PCB <sup>5)</sup>	1757	0,41	>0,76–0,915	0,77	0,76	2709	1,11	2,23

<sup>1)</sup> Gesamt-DDT = p,p'-DDE + p,p'-DDT

<sup>2)</sup> keine Daten aus den neuen Bundesländern enthalten

<sup>3)</sup> Gesamt PCB = 1,64 x (PCB 138 + PCB 153 + PCB 180)

<sup>4)</sup> berechnet als Clophen A 60 x 0,6

<sup>5)</sup> Summe 3 PCB = PCB 138 + PCB 153 + PCB 180; hier berechnet aus dem Wert für Gesamt-PCB dividiert durch 1,64

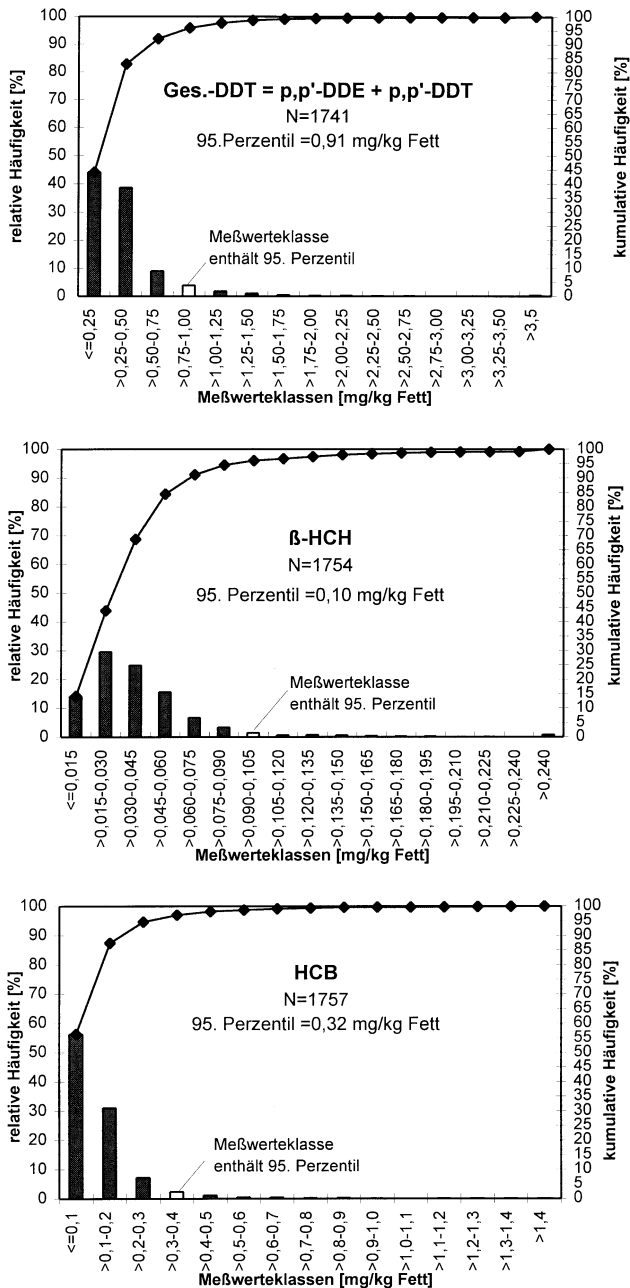


Abb. 1 ▲ Histogramme und kumulative Häufigkeitsverteilung für Gesamt DDT, β-HCH und HCB in Frauenmilch aus der Bundesrepublik Deutschland (Daten von 1994)

land addiert und die Meßwertklasse, die das 95. Perzentil enthielt, identifiziert.  
b) Innerhalb der so identifizierten Meßwertklasse wurde auf das 95. Perzentil linear interpoliert. Die Histogramme und die kumulativen Häufigkeitsverteilungen sind in den Abb. 1 und 2 dargestellt.

Zusätzlich wurde als Näherungsverfahren aus den berichteten 95. Perzentilen der Bundesländer das 95. Perzentil für die Gesamtstichprobe als gewichtetes Mittel abgeschätzt. Obwohl diese Vorgehensweise zur Ermittlung des 95. Perzentils statistisch nicht einwandfrei ist, zeigt der Ergebnisvergleich in der Tabelle 1 eine überraschend gute Überein-

stimmung der auf unterschiedlichen Wegen erhaltenen Resultate.

Die so ermittelten 95. Perzentile beruhen im wesentlichen auf Untersuchungsergebnissen aus den alten Bundesländern ( $n=1741$ ). Aus den neuen Bundesländern lagen für das Jahr 1994 nur wenige Daten vor ( $n=16$ ). Da die Gehalte an β-HCH, HCB und PCB in Frauenmilchproben aus den alten und den neuen Bundesländern vergleichbar sind, wurden sie gemeinsam ausgewertet [3, 9]. Dagegen liegen die Angaben für DDT in den neuen Bundesländern nach wie vor deutlich höher. Sie wurden bei der Ableitung der Referenzwerte nicht berücksichtigt. Untersuchungsergebnisse aus spezifisch exponierten ehemaligen Produktionsstandorten, wie Bitterfeld, wurden generell nicht in die Ermittlung der 95. Perzentile einbezogen.

Gesamt-DDT wurde als Summe von p,p'-DDE und p,p'-DDT angegeben. Aus der Summe der drei PCB-Kongeneren 138, 153 und 180 wurde nach Schulte und Malisch mit dem Faktor 1,64 der Gesamt-PCB-Gehalt für Frauenmilch berechnet [14]. Da die Kommission „Human-Biomonitoring“ die Referenzwerte für PCB im Blut als Summe der drei genannten Kongeneren ermittelt hat, ist zu Vergleichszwecken das 95. Perzentil auch für diese PCB-Berechnungsgrundlage angegeben worden (Summe 3 PCB).

Der Vergleich der Daten aus dem Jahr 1994 mit den Ergebnissen der DFG-Studie, die auf Untersuchungen der Jahre 1979–81 beruhen, verdeutlicht den Rückgang der Gehalte an Organochlorverbindungen in der Frauenmilch. Obwohl unterschiedliche Analysenmethoden benutzt wurden und unterschiedliche Probenahmestrategien den Untersuchungen zugrunde liegen, ist der rückläufige Trend eindeutig. Die mittleren Gehalte von Gesamt-DDT, β-HCH und HCB sanken in diesem Zeitraum um ca. 80–90%, von Gesamt-PCB um ca. 60% [3]. Die für 1994 ermittelten 95. Perzentile aller genannten Organochlorverbindungen liegen sogar deutlich unterhalb der Mittelwerte aus den Jahren 1979–81. Im Zeitraum von 1991 bis 1994 sind die 95. Perzentile für β-HCH um ca. 25%, für HCB um ca. 35%, für Gesamt-DDT um ca. 30%

und für die PCB-Kongeneren sowie Gesamt-PCB um ca. 20% zurückgegangen.

Für die 3 PCB-Kongeneren und deren Summe in den Matrices Vollblut und Plasma hat die Kommission „Human-Biomonitoring“ altersabhängige Referenzwerte auf der Basis der 95. Perzentile abgeleitet [15, 16]. In der Tabelle 2 werden die für PCB in Frauenmilch ermittelten 95. Perzentile (Altersbereich ca. 20 bis 40 Jahre) den PCB-Referenzwerten in Vollblut bzw. Plasma für die vergleichbaren Altersgruppen gegenübergestellt. Für diesen Vergleich wurden die volumenbezogenen Referenzwerte mittels abgeschätzter mittlerer Fettgehalte umgerechnet. Berücksichtigt man die Streuung der analytischen Messung, so liegen bei Bezug auf den Fettgehalt vergleichbare Konzentrationen

im Serum bzw. Vollblut und in der Frauenmilch vor.

### Referenzwerte

Das für die Ableitung von Referenzwerten zugrunde gelegte Datenmaterial ist mit über 1750 untersuchten Proben aus dem Jahr 1994 die derzeit umfassendste Dokumentation von Rückstandskonzentrationen in Frauenmilch, die zur Verfügung steht. Die Charakterisierung der Stichprobenpopulation durch die relevanten stoffspezifischen, konfundierenden Faktoren ist jedoch aufgrund der von den Bundesländern mitgeteilten Daten nur begrenzt möglich.

Die analysierten Milchproben stellen keine hinsichtlich der konfundierenden Faktoren für die Gruppe der

stillenden Frauen in Deutschland repräsentativ ausgewählte Stichprobe dar, sondern eine zufällig zustande gekommene Probenauswahl. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Bevölkerungsgruppen sind jedoch gering. Studien belegen, daß regionale Einflussfaktoren (Ausnahme DDT in den neuen Bundesländern) oder unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten keinen signifikanten Einfluß auf die Rückstandsgelalte in Frauenmilch aus Deutschland haben [6, 9]. Auch bei Müttern, die beruflich exponiert waren, konnten keine erhöhten Werte festgestellt werden [6]. Die geringe Teilnahme ausländischer Mütter sollte bei dem großen Stichprobenumfang die Werte nicht beeinflussen. Berücksichtigt man zusätzlich die analytische Streuung,

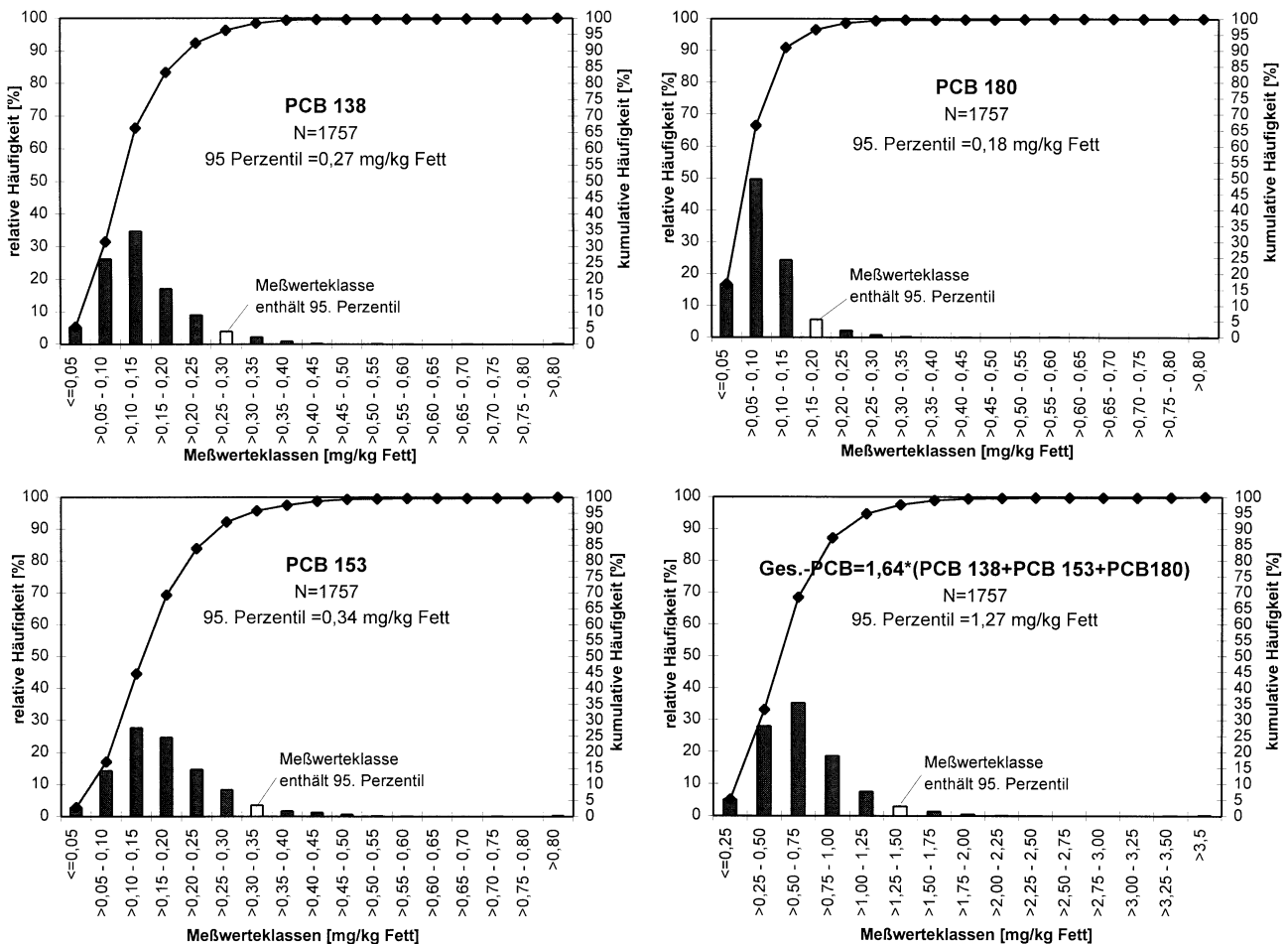


Abb.2 ▲ Histogramme und kumulative Häufigkeitsverteilungen für PCB 138, PCB 153, PCB 180 und Gesamt-PCB in Frauenmilch aus der Bundesrepublik Deutschland (Daten von 1994)

Tabelle 2  
**Vergleich der Referenzwerte für die PCB-Kongeneren in Vollblut und Plasma (ausgewählte Altersgruppen) [15, 16] mit den 95. Perzentilen in Frauenmilch**

	Vollblut			Plasma			Frauenmilch	
	Altersgruppe	Referenzwert [µg/l]	bezogen auf Fettbasis <sup>1)</sup> [mg/kg Fett]	Altersgruppe	Referenzwert [µg/l]	bezogen auf Fettbasis <sup>1)</sup> [mg/kg Fett]	Altersgruppe Fettbasis <sup>2)</sup> [mg/kg Fett]	95. Perzentil [mg/kg Fett]
PCB 138	18–25	0,8	0,16	18–25	0,8	0,09		
	26–35	1,0	0,20	26–35	1,5	0,17	ca. 20–40	0,27
	36–45	1,3	0,26	36–45	2,2	0,24		
PCB 153	18–25	1,0	0,20	18–25	1,0	0,11		
	26–35	1,5	0,30	26–35	1,9	0,21	ca. 20–40	0,34
	36–45	2,0	0,40	36–45	2,8	0,31		
PCB 180	18–25	0,7	0,14	18–25	0,8	0,09		
	26–35	1,0	0,20	26–35	1,5	0,17	ca. 20–40	0,18
	36–45	1,4	0,28	36–45	2,2	0,24		
Summe 3 PCB	18–25	2,5	0,50	18–25	3,2	0,36		
	26–35	3,5	0,70	26–35	5,6	0,62	ca. 20–40	0,76
	36–45	4,6	0,92	36–45	7,6	0,84		

<sup>1)</sup> umgerechnet unter der Annahme eines mittleren Fettgehaltes von 0,5% im Vollblut

<sup>2)</sup> umgerechnet unter der Annahme eines mittleren Fettgehaltes von 0,9% im Plasma

sollte die untersuchte Stichprobe die üblichen Rückstandsbelastungen der Frauenmilch in Deutschland adäquat widerspiegeln. Im Falle der PCB wird dies auch durch die Vergleichbarkeit der 95. Perzentile in Frauenmilch mit den für Vollblut bzw. Plasma abgeleiteten PCB-Referenzwerten für die entsprechenden, das gebärfähige Alter umfassenden drei Altersgruppen, plausibel unterstützt (Tabelle 2). Von einer weitgehenden Repräsentativität der Daten kann daher ausgegangen werden. Das vorliegende Datenmaterial stellt damit für die Ableitung von Referenzwerten eine geeignete Basis dar.

Die durch Rundung der 95. Perzentile ermittelten Referenzwerte sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Sie gelten – bis auf Gesamt-DDT – sowohl in den alten als auch in den neuen Bundesländern. Für DDT in Frauenmilchproben aus den neuen Bundesländern kann wegen der geringen Probenzahlen ( $n=16$ ) aus nur einer Region z.Z. leider kein Referenzwert abgeleitet werden.

Auf Grund der rückläufigen Rückstandskonzentrationen könnten die auf Analysenergebnissen aus dem Jahr 1994

beruhenden Referenzwerte die heutige Hintergrundbelastung überschätzen.

### Referenzwertüberschreitungen und Stillen

Wird bei einer Rückstandsuntersuchung in Frauenmilch eine Referenzwertüberschreitung festgestellt, so ist zunächst zur Absicherung eine Wiederholungsanalyse angezeigt. Wird eine deutliche Referenzwertüberschreitung bestätigt, so sollte aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge mit der Mutter gemeinsam nach individuellen Einflussfaktoren und Belastungsquellen gesucht werden. Bei dieser Suche nach möglichen Ursachen sollten solche Aspekte, wie ein höheres Alter der Mutter (besonders beim Stillen des ersten Kindes), Gewichtsabnahme während der Stillzeit, möglicherweise ein kleiner Body Mass Index der Mutter, Wohnnähe zu ehemaligen Produktions- oder Altlastenstandorten oder längere Auslandsaufenthalte, in Erwägung gezogen werden. Soweit überhaupt möglich und unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit sinnvoll, sind spezifische Ursachen zu vermindern bzw. eliminieren, da für persistente Organochlorverbindun-

gen das Minimierungsgebot gilt. Aufgrund der langen Halbwertszeiten der Organochlorpestizide und PCB ist jedoch keine kurzfristige Entlastung möglich. Therapeutische Maßnahmen zur Verminderung der intrakorporalen Belastung sind nicht bekannt.

Tabelle 3  
**Referenzwerte für b-HCH, HCB, Gesamt-DDT und PCB in Frauenmilch aus der Bundesrepublik Deutschland, basierend auf den Daten von 1994 ( $n=1757$ )**

Rückstand	Referenzwert [mg/kg Fett]
b-HCH	0,1
HCB	0,3
Gesamt-DDT <sup>1)</sup>	0,9
PCB 138	0,3
PCB 153	0,3
PCB 180	0,2
Gesamt-PCB	1,2
Summe 3 PCB	0,8

<sup>1)</sup> Referenzwert für Gesamt-DDT gilt nur für die alten, nicht für die neuen Bundesländer

Referenzwerte haben per se keine gesundheitliche Relevanz, da es sich hierbei um rein statistisch definierte Größen handelt [13]. Daher können sie zur Ableitung von Stillempfehlungen grundsätzlich nicht herangezogen werden. Zur Beurteilung der Frage, inwieweit die Rückstandskonzentrationen in Frauenmilch zu einer gesundheitlichen Gefährdung des gestillten Säuglings führen könnten, sei deshalb auf die Stillempfehlung der Nationalen Stillkommission und auf die gemeinsame Stellungnahme von Nationaler Stillkommission, Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin und Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin verwiesen [19, 20]. Eine erste gesundheitliche Bewertung der Rückstandsgehalte in Frauenmilch hatte 1984 die DFG-Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln erarbeitet [5].

Auf der Basis der damals wesentlich höheren Rückstandskonzentrationen stellte die DFG-Senatskommission fest, daß der Nutzen des Stillens für die Entwicklung des Kindes höher einzuschätzen ist als ein möglicherweise vorhandenes, durch die Rückstände an Organochlorpestiziden und PCB bedingtes Risiko. Sie sprach sich deshalb für ein vier- bis sechsmonatiges ausschließliches Stillen aus. Für längeres Stillen wurden sogenannte Richtwerte abgeleitet, die zur Beurteilung des Risikos für den Säugling durch diese Organochlorverbindungen in der Frauenmilch dienen. Bei Überschreitungen dieser Richtwerte sollten die Muttermilchmengen verringert werden [5]. Von den von der DFG-Senatskommission ausgewerten Rückstandsdaten aus den Jahren 1979–81 überschritt schon damals nur ein sehr geringer Probenanteil diese Richtwerte.

1995 wurde diese DFG-Empfehlung ersetzt durch die Stillempfehlung der Nationalen Stillkommission und die gemeinsame Stellungnahme der Nationalen Stillkommission, der Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin und der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin, die sich auf der Grundlage der aktuellen, deutlich gesunkenen Rückstandsgehalte in Frau-

enmilch erneut mit der gesundheitlicher Bewertung befaßt haben [17–20]. In der Stillempfehlung und der gemeinsamen Stellungnahme wird betont, daß sich aus den heutigen Gehalten an Organochlorverbindungen in der Frauenmilch kein erkennbares gesundheitliches Risiko für den Säugling ableiten läßt und damit keinerlei Einschränkungen des Stillens mehr erforderlich sind. Vielmehr empfehlen sie den Müttern, ihre Kinder bis zum Übergang zur Löffelnahrung (d.h. vier bis sechs Monate) voll zu stillen, und sehen auch kein gesundheitliches Risiko, wenn danach – zusätzlich zur Beikost – noch weiter gestillt wird [19, 20]. Diese Empfehlung steht in Übereinstimmung mit der WHO und der Deutschen Gesellschaft für Pharmakologie und Toxikologie, die bereits 1988 bzw. 1992 feststellten, daß im Hinblick auf die Rückstände an PCB und Dioxine in Muttermilch keinerlei Einschränkungen des Stillens abzuleiten sind [21, 22].

## Literatur

- Bergmann RL, Bergmann KE (1995) **Stillen und die Gesundheit von Mutter und Kind. In: Stillen in Deutschland.** RKI-Hefte 8/1995:9–17
- Hanson LA, Dahlman-Hoeglund A, Lundin S, Karlsson M, Dahlgren U, Ahlstedt S, Telemo E (1997) **Early determinants of immunocompetence.** Nutr Rev 55: 12–20
- Vieth B, Heinrich-Hirsch B, Beck H (1996) **Trends der Rückstandsgehalte an Organochlor- und Nitroschusverbindungen in Frauenmilch der Bundesrepublik Deutschland.** Tätigkeitsbericht 1995 des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. MMV Medizin Verlag, München, S 158–163
- Abraham K, Alder L, Beck H, Mathar W, Palavinskas R, Steuerwald U, Weihe P (1995) **Organochlorine Compounds in Human Milk and Pilot Whale from Faroe Islands.** Organohalogen Compounds 26: 63–67
- DFG-Mitteilung XII der Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln (1984) **Rückstände und Verunreinigungen in Frauenmilch.** Verlag Chemie, Weinheim
- Fürst P, Fürst C, Wilmers K **Bericht über die Untersuchung von Frauenmilch auf polychlorierte Dibenzodioxine, Dibenzofurane, Biphenyle sowie Organochlorpestizide 1984–1991.** Chemisches Landesuntersuchungssamt NRW Münster
- Georgii S, Muskat E, Kleinstein J, Schubrig C, Brunn H (1988) **PCB-Einzelkomponenten und chlororganische Pestizide in Frauenmilch in Abhängigkeit von der Stilldauer.** Ernährungs-Umschau 35: 352–356
- Schade G, Heinzow B (1998) **Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human milk of mothers living in Northern Germany: Current extent of contamination, time trend from 1986 to 1997, and factors that influence the levels of contamination.** The science of total Environment 215: 31–39
- Alder L, Beck H, Mathar W (1993) **Organochlorpestizide und polychlorierte Biphenyle in Frauenmilch aus den fünf neuen Bundesländern.** Tätigkeitsbericht 1992 des Bundesgesundheitsamtes. MMV Medizin Verlag, München, S 226–228
- Belastung der Muttermilch im Landkreis Bitterfeld durch Chlororganische Pestizide und Polychlorierte Biphenyle – Ergebnisse der Untersuchungen in den Jahren 1990 und 1993. Umweltmedizinische Untersuchungen im Landkreis Bitterfeld, Abschlußbericht, Ministerium für Arbeit, Soziales und Gesundheit des Landes Sachsen-Anhalt, Oktober 1995
- Gabrio T, Schwenk M **PCB-Konzentrationen im Blut von Erwachsenen: Einfluß von Innenraumbelastungen und anderen Faktoren.** Abschlußbericht des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg, November 1997
- Plehn G (1990) **Vorkommen ausgewählter persistenter Organochlorverbindungen in Frauenmilch und deren Übergang auf den gestillten Säugling.** Dissertation an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel
- Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes (1996) **Human-Biomonitoring: Definitionen, Möglichkeiten und Voraussetzungen.** Bundesgesundheitsbl 39: 221–224
- Schulte E, Malisch R (1984) **Calculation of the real PCB content in environmental samples. II: Gas chromatographic determination of the PCB concentration in human milk and butter.** Fresenius Z Anal Chem 319: 54–59
- Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes (1999) **Stoffmonographie-PCB.** Bundesgesundheitsbl 42: 511–521
- Kappos AD, Schümann M, Angerer J **Referenzwerte für die PCB-Kongener Nr. 138, 153 und 180 und deren Summe in Humanblut.** Veröffentlichung im Druck
- Beck H (1995) **Exposition des Säuglings durch Rückstände in der Muttermilch. In: Stillen in Deutschland.** RKI-Hefte 8/1995: 67–84
- Heinrich-Hirsch B (1995) **Gesundheitliche Bewertung der Rückstände in Muttermilch. In: Stillen in Deutschland.** RKI-Hefte 8/1995: 85–91
- Beschluß der Nationalen Stillkommission vom 20.11.95 (1996) **Rückstände in Frauenmilch.** Bundesgesundheitsbl 39: 87
- Gemeinsame Stellungnahme der Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e.V., der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin und der nationalen Stillkommission (1996) **Rückstände in Frauenmilch.** Monatsschr Kinderheilkd 144: 315–316
- WHO (1988) **PCBs, PCDDs and PCDFs in Breast Milk: Assessment of Health Risks.** Environmental Health Series No. 29. World Health Organization, Copenhagen
- Stellungnahme der Beratungskommission Toxikologie der DGPT zur toxikologischen Bedeutung der Dioxin-Gehalte in der Muttermilch, DGPT Mitteilungen Nr. 10 (1992) 31