

Muttermilch-Untersuchungen 1999-2003

Niedersächsisches
Landesgesundheitsamt



Umwelt und Gesundheit Report 2



5 Jahre Muttermilch-Untersuchungs-
programm des Landes Niedersachsen
Auswertungen von 1999 - 2003

Niedersächsisches Landesgesundheitsamt
Roesebeckstr. 4-6, 30449 Hannover
Tel. (0511) 45 45 –0
Fax. (0511) 45 45 –140
<http://www.nlga.niedersachsen.de>

Juli 2004

Markus Funcke
Edith Gierden
Michael Hoopmann
Sandra Heidrich
Dr. Ute Jorritsma
Prof. Dr. Adolf Windorfer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	6
2	Kurzdarstellung der untersuchten Fremdstoffe	8
2.1	Organochlorverbindungen	8
2.2	Nitromoschusverbindungen	10
2.3	Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF)	11
2.4	Phthalsäureester (Phthalate)	11
2.5	Ausgewählte Metalle und Radioisotope	12
3	Methoden	14
3.1	Untersuchung der Muttermilchproben	14
3.2	Ablaufschema der Muttermilchuntersuchung	19
3.3	Analytische Qualitätssicherung	20
3.4	Fragebogen zur Erfassung von Einflussfaktoren	22
3.5	Statistische Auswertung	22
4	Ergebnisse	23
4.1	Beteiligung in den Jahren von 1999 bis 2003	23
4.2	Basisdaten	24
4.3	Altersverteilung der teilnehmenden Mütter	26
4.4	Fremdstoffkonzentrationen in den untersuchten Muttermilchproben	27
4.5	Schadstoffbelastung der Muttermilch im zeitlichen Verlauf	28
4.6	Nitrofen	29
4.7	Dioxine und Furane (PCDD/PCDF)	30
4.8	Phthalate	31
4.9	Metalle	32
4.10	Einflussfaktoren auf den Fremdstoffgehalt der Muttermilch	33
4.11	Ergebnisse von Müttern aus anderen Ländern (1999-2003)	40
4.12	Einzelbefunde	41
4.13	Proben von sudanesischen Müttern	43
5	Umweltmedizinische Bewertung	45
6	Nutzen des Muttermilchuntersuchungsprogrammes	47
7	Literatur	49
Anhang 1		51

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.	Butyrometer	15
Abb. 2.	Chemische Strukturformeln einiger untersuchter Verbindungen	16
Abb. 3.	Gaschromatograph	16
Abb. 4.	Chromatographiesäulen für die Extraktion	17
Abb. 5.	Chromatogramm	18
Abb. 6.	Ablaufschema	19
Abb. 7.	Akkreditierungsurkunde	21
Abb. 8.	Darstellung der Beteiligungsdaten	23
Abb. 9.	Darstellung Altersverteilung	26
Abb. 10.	Schadstoffbelastung der Muttermilch im zeitlichen Verlauf	28
Abb. 11.	Strukturformel Nitrofen	29
Abb. 12.	PCDD/F-Belastung der Frauenmilch im zeitlichen Verlauf	30
Abb. 13.	Mittlere Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch in Abhängigkeit von der Anzahl der insgesamt gestillten Kinder	33
Abb. 14.	Mittlere Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch bei Erststillenden nach der Herkunftsregion der Mütter	34
Abb. 15.	Mittlere Fremdstoffbelastung der Muttermilch in Abhängigkeit vom Alter der Mütter	36
Abb. 16.	Fremdstoffgehalte nach den Herkunftsregionen der Mütter	40
Abb. 17.	Moschus Ambrette-Konzentrationen in Muttermilch	44
Abb. 18.	Moschus Xylol-Konzentrationen in Muttermilch	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle. 1	Aufschlüsselung nach Geburtsland der Mutter; absolute Häufigkeit	24
Tabelle. 2	Alter der Mütter – in Abhängigkeit von der Herkunftsregion	25
Tabelle. 3	Mittlere, minimale und maximale Fremdstoffkonzentrationen in den untersuchten Muttermilchproben.....	27
Tabelle. 4	Phthalsäureester in Frauenmilch	31
Tabelle. 5	Einflussfaktoren auf den Fremdstoffgehalt in der Muttermilch	38
Tabelle. 6	Geschätzte absolute Effekte auf den durchschnittliche Fremdstoffgehalt.....	39
Tabelle. 7	Maximale DDT-Gehalte einzelner Muttermilchproben aus verschiedenen Ländern	42
Tabelle. 8	Fremdstoffgehalte in Muttermilchproben.....	43

1 Einleitung und Zielsetzung

Muttermilch gewährleistet in ihrer Zusammensetzung an Nährstoffen (Fette, Kohlenhydrate, Vitamine etc.) eine optimale Entwicklung des gestillten Säuglings. Zahlreiche in der Muttermilch enthaltene Abwehrstoffe (Immunglobuline) schützen den Säugling vor bakteriellen und viralen Erkrankungen. Mit Muttermilch gestillte Kinder entwickeln seltener Allergien, aufgetretene Allergien verlaufen in der Regel weniger schwer.

Mitte der 70er Jahre wurden in der Muttermilch verschiedene Fremdstoffe nachgewiesen, die damit auch an den Säugling weitergegeben werden. So konnten u.a. chlororganische Verbindungen (z.B. DDT, Dieldrin, Hexachlorbenzol) identifiziert werden, die in der Landwirtschaft als Insektizide oder Fungizide zum Einsatz kamen. Technische Produkte, wie z.B. Polychlorierte Biphenyle (PCB), wurden ebenfalls in der Muttermilch nachgewiesen. Alle Substanzen besitzen eine hohe Persistenz (Beständigkeit) in der Umwelt, da sie extrem langsam abgebaut werden. Sie sind lipophil (fettlöslich) und werden über Nahrungsketten immer wieder vom Menschen aufgenommen, im Fettgewebe gespeichert und angereichert.

Diese Befunde waren eine wesentliche Grundlage für die Sorge um mögliche Langzeiteffekte dieser Substanzen auf den menschlichen Körper; vor allem auch das Bewusstsein, dass man nicht ausschließbare Langzeitfolgen nicht abwarten konnte, führten zu einem zunehmenden Anwendungs- und auch Produktionsverbot einzelner Substanzen.

Trotz dieser Verbote in der Bundesrepublik Deutschland lassen sich diese Substanzen immer noch in der Umwelt, den Nahrungsketten und letztendlich im Menschen nachweisen. Die Konzentrationen dieser Fremdstoffe in der Muttermilch sind jedoch im Durchschnitt so deutlich zurückgegangen, dass die „Nationale Stillkommission“ am heutigen Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR (1999) das uneingeschränkte volle Stillen bis zum 6. Monat befürwortet. Sie sieht auch kein gesundheitliches Risiko für den Säugling, wenn er darüber hinaus, zusätzlich zur Beikost, weiter gestillt wird [1].

In den 80er und zu Beginn der 90er Jahre wurden immer wieder Versuche unternommen durch eine größere Zahl von Muttermilchuntersuchungen genauere Kenntnis über die Belastung des menschlichen Körpers mit Umweltfremdstoffen zu erhalten. Die hierfür aufgelegten Programme litten jedoch in der Regel an der geringen Teilnahme von stillenden Frauen, so dass die gewonnenen Werte häufig nur geringe Aussagekraft besaßen.

Als daher das Niedersächsische Sozialministerium das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA) im Jahr 1997 beauftragte erneut ein „Muttermilchuntersuchungsprogramm des Landes Niedersachsen“ aufzulegen, wurden von Anfang an nicht nur Gynäkologen und Kinderärzte, sondern vor allem auch Hebammen mit in die Propagierung der Muttermilchuntersuchungen einbezogen. Dieses Vorgehen brachte den erwünschten Erfolg, so dass seit 1999 jährlich zwischen 500 und 800 Muttermilchproben untersucht werden können. Die Ergebnisse geben den Müttern die Gewissheit, dass ihre Kinder ungefährdet gestillt werden können, und sie geben den Gesundheitspolitikern und –behörden die Möglichkeit, nicht nur das langfristige Absinken von Umweltschadstoffen im Körper erkennen zu können, sondern auch einen Indikator für mögliche akute Belastungen zu haben. Die tatsächliche Belastung mit Nitromoschusverbindungen, wie die nicht-stattgehabte Belastung mit Nitrofen belegen den hohen Wert der Muttermilchuntersuchungen als kurz- und langfristigen Bioindikator. Die jetzt vorgelegte Auswertung fasst die Ergebnisse der vergangenen 5 Jahre zusammen. Über die Auswertungen für die Jahre 1999 bis 2002 wurde bereits berichtet [3, 11,16].

2 Kurzdarstellung der untersuchten Fremdstoffe

2.1 Organochlorverbindungen

2.1.1 Biozide

Die in der Muttermilch untersuchten Pestizide aus der Gruppe der Organochlorverbindungen zeichnen sich durch einen extrem langsamen Abbau aus und haben zu einer hohen Anreicherung in der Umwelt, den Nahrungsketten bis hin zum menschlichen Organismus geführt. Sie sind zum Teil über die gesamte Erdoberfläche verteilt und lassen sich selbst in polaren Gebieten [13,14] finden, wo sie nie ausgebracht wurden. Obwohl die Herstellung und Anwendung der Substanzen in der Bundesrepublik Deutschland schon seit vielen Jahren verboten sind, lassen sie sich immer noch in der Muttermilch nachweisen. Die Konzentrationen liegen jedoch weit unter denen, die akute oder chronische Vergiftungen beim Menschen/Säugling hervorrufen könnten.

a) Hexachlorbenzol (HCB)

wurde bis 1977 in der Bundesrepublik Deutschland als Fungizid für landwirtschaftliches Saatgut eingesetzt. Angaben zur akuten Giftigkeit liegen beim Menschen nicht vor. Der Verzehr von HCB-behandeltem Saatgut zur Brotherstellung in der Türkei (1955-1959) führte zu einer epidemischen, chronischen Vergiftung mit u.a. starker Lichtempfindlichkeit der Haut (Blasenbildung), Hyperpigmentierungen, zunehmender Behaarung vor allem am Kinn und an den Extremitäten und zu arthritischen Veränderungen der Handgelenke. Diese Symptome konnten noch 20-25 Jahre nach den ersten Vergiftungssymptomen im Rahmen von Kontrolluntersuchungen beobachtet werden

b) Hexachlorcyclohexan (HCH)

wurde als Insektizid in der Land-, und Forstwirtschaft sowie im Holzschutz eingesetzt, bis es 1977 in der Bundesrepublik Deutschland verboten wurde. Unter den verschiedenen Formen des HCH spielt die β -Form (β -HCH) hinsichtlich ihrer ausgeprägten Langlebigkeit in der Umwelt, in Nahrungsketten und im menschlichen Körper eine besondere Rolle.

Lindan, die aufgereinigte γ -Form des HCH (γ -HCH) darf auch heute noch in der Veterinär- und Humanmedizin zur Bekämpfung von Läusen und Milben eingesetzt werden. Akute Intoxikationen durch versehentliche oder beabsichtigte Einnahme hoher Konzentrationen Lindanhaltiger Präparate führen zu einer Übererregbarkeit des zentralen und peripheren motorischen Nervensystems bis hin zu Lähmungserscheinungen.

c) Der Einsatz von Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) als Insektizid ist seit 1972 in der Bundesrepublik Deutschland verboten. In der ehemaligen DDR wurde DDT jedoch, mit gewissen Anwendungseinschränkungen, noch bis 1989 in der Landwirtschaft eingesetzt. Infolge seiner ausgezeichneten insektiziden Wirkung und kostengünstigen Produktion findet DDT u.a. immer noch breiten Einsatz zur Bekämpfung des Malariaüberträgers. Akute DDT-Vergiftungen zeichnen sich durch eine neurotoxische Reaktion aus mit z.B. Zungentaubheit, Hautmissempfindungen bis hin zu Krampfanfällen und Lähmungen. Das Zielorgan der chronischen DDT-Vergiftung ist die Leber. Hohe DDT-Dosen rufen Leberveränderungen hervor.

d) Dieldrin

wurde als Kontakt-Insektizid gegen Schädlinge wie z.B. Heuschrecken und Ameisen eingesetzt, bis seine Anwendung 1972 in der Bundesrepublik Deutschland verboten wurde.

e) Heptachlorepoxid (HCEO)

fand ebenfalls als Kontakt-Insektizid Verwendung. Seine Herstellung und Anwendung wurde 1980 in der Bundesrepublik Deutschland verboten.

Die Giftigkeit von Dieldrin und Heptachlorepoxid (beides chlorierte Cyclodiene) liegt in ihrer Wirkung als Neurotoxin. Sie können Krampfanfälle auslösen, wobei die akute Giftigkeit in der Regel höher ist als die des DDT.

f) Nitrofen

ist ein Unkrautvernichtungsmittel (Herbizid). Für den Wirkstoff Nitrofen besteht in der Bundesrepublik seit 1988 ein vollständiges Anwendungsverbot. Der intensive Kontakt reizt Augen, Haut und Atemwege und kann zu Hautkrankheiten führen. Tierversuche ergaben, dass Nitrofen in hohen Dosen Krebs auslösen und die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen kann. Für den Menschen wurde dieser Zusammenhang bisher nicht bestätigt.

2.1.2 Technische Produkte

Polychlorierte Biphenyle (PCB) zeichnen sich u.a. durch hohe chemische und physikalische Stabilität, durch ausgezeichnete Flammwidrigkeit und der Eigenschaft aus, die Leitung von Elektrizität zu unterbinden. Aus diesem Grunde kam es zu einer breiten Anwendung von polychlorierten Biphenylen in zahlreichen geschlossenen (z.B. Groß- und Kleinkondensatoren, Isolier- und Kühlflüssigkeit für Transformatoren) und offenen Systemen (z.B. Weichmacher für Kunststoffe, Schmiermittel in Getriebeölen). Infolge ihrer ausgeprägten Persistenz reichert sie sich in der Umwelt, in Nahrungsketten und schließlich im menschlichen Körper an. So führt möglicherweise die Anreicherung im Tabak bei Neugeborenen von aktiv rauchenden Müttern zu deutlich höheren PCB-Werten im Blut als bei Neugeborenen von passiv oder nicht rauchenden Müttern [12].

Seit 1978 ist die Anwendung im offenen System untersagt und seit 1983 werden PCB-haltige geschlossene Systeme in der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr hergestellt.

Chronische PCB-Vergiftungen wurden als „Reisölkrankheit“ bekannt (1968 in Japan, 1979 in Taiwan). Durch die Aufnahme von PCB-kontaminiertem Reisöl kam es bei den betroffenen Personen u.a. zu einer Chlorakne und Taubheit der Gliedmaßen. Entsprechende Expositionen am Arbeitsplatz führten zu ähnlichen Symptomen.

2.2 Nitromoschusverbindungen

Nitromoschusverbindungen werden seit mehr als 100 Jahren als Duftstoffe in Kosmetika, Wasch- und Körperpflegemitteln eingesetzt. Zu den wichtigsten und am weitesten verwendeten Verbindungen gehören Moschus-Xylol und Moschus-Keton.

Moschus-Xylol und Moschus-Keton zeigten in verschiedenen Studien keine gentoxische (erbgutschädigende) Wirkung. Die gegenwärtige Sicherheitsbewertung beider Substanzen ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Aufgrund der bisher vorliegenden Daten wurden Tagesdosen abgeleitet, die kein Gesundheitsrisiko für den Menschen darstellen sollen. Das wenig verwendete Moschus-Ambrette zeichnete sich in toxikologischen Untersuchungen an Ratten allerdings durch eine neurotoxische und reproduktionstoxische (Hodenatrophie) Wirkung aus. Die Substanz wurde daraufhin in der Europäischen Union verboten.

Polyzyklische Nitromoschusverbindungen verursachten in einer ökotoxikologischen Studie ab einer bestimmten Konzentration Missbildungen bei Jungfischen. Die weitere Bewertung auch dieser Verbindungen ist noch nicht abgeschlossen.

2.3 Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF)

PCDD und PCDF bilden sich als Nebenprodukt bei praktisch allen thermischen Prozessen (z. B. Brände). Sie entstehen aber auch als Verunreinigung bei z. B. der Herstellung von PCB's oder bei der Chlorbleiche von Cellulose.

PCDD und PCDF werden in der Umwelt sehr langsam abgebaut und reichern sich über kontaminierte Luft, Böden und Nahrungsmittel im Fettgewebe des Menschen an.

Akute Vergiftungserscheinungen können sich bei Aufnahme sehr hoher Konzentrationen in einer Chlorakne, Überpigmentierung der Haut, Leberparenchymschädigungen äußern (Seveso-Katastrophe 1976). Daten zur chronischen Giftigkeit (Toxizität) von PCDD/PCDF liegen von Nachuntersuchungen an hochexponierten Kindern in Seveso/Italien vor. Diese litten noch Jahre nach der Exposition an einer hartnäckigen Chlorakne.

2.4 Phthalsäureester (Phthalate)

Die Substanzen der Stoffgruppe Phthalsäureester werden als Additiv in zahlreichen Kunststoffen verwendet (z. B. Nagellack (bis 15%), Lösemittel für sonstige Kosmetika, zur Alkoholvergällung u.v.m.). Aus der großen Stoffgruppe der Phthalate mit einer Weltjahresproduktion von ca. 8 Mio. Tonnen ist mengenmäßig und damit toxikologisch am bedeutendsten das Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP).

Phthalate sind ubiquitär in der Umwelt nachweisbar. Die reproduktionstoxikologisch bedeutsamen Wirkungen der Phthalate beruht auf der Entfaltung endokriner (hormonähnlicher) Wirkung im Körper.

Die Hauptvertreter Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), Di-n-butylphthalat (DBP) und Diisobutylphthalat (DIBP) werden in der Muttermilch untersucht.

2.5 Ausgewählte Metalle und Radioisotope

a) Quecksilber und Quecksilberverbindungen finden u. a. in der Chloralkali- und Elektroindustrie, als Pflanzenschutzmittel (Fungizid), aber auch als Amalgamfüllungen in der Zahnmedizin Verwendung. In der Umwelt findet sich fast ausschließlich Quecksilber anthropogenen Ursprungs.

Organisches Quecksilber wird vor allem über die Nahrung (besonders über Fisch, Fischprodukte), aber auch aus Amalgamfüllungen aufgenommen. Dabei wird bei Letzteren die Quecksilberaufnahme von der Zahl, der Zusammensetzung und Qualität der Füllungen sowie von der Dauer und Intensität der Kaubelastung (z. B. Kaugummi kauen) beeinflusst. Akute Vergiftungen mit organischem Quecksilber traten nach oraler Aufnahme von kontaminiertem Fisch (Minamata, Japan) und nach Verzehr von irrtümlich mit Quecksilbergebeiztem Saatgut hergestellten Pitabrot (Irak 1971/72) auf. Im Vordergrund stehen Symptome einer Schädigung des zentralen Nervensystems: Es kommt zu Unwohlsein, Parästhesien (Sensibilitätsstörungen), Sehfeld-, Sprach- und Hörstörungen sowie Koordinationsstörungen in den Bewegungsabläufen (Ataxie). Schwere Vergiftungen führen zu Koma und Tod. Die Symptome der chronischen Vergiftung ähneln denen der akuten Vergiftung.

b) Blei und seine Verbindungen werden technologisch vielseitig eingesetzt. Lebensmittel stellen für die Allgemeinbevölkerung jedoch die Hauptbelastungsquelle dar. Bleirohre in der Hausinstallation können zu einer erheblichen Bleiaufnahme über Trinkwasser führen. Akute bis subakute Vergiftungssymptome äußern sich z.B. in Bauchschmerzen, Obstipation, Nierenfunktionsstörungen und Anämie. In schweren Fällen können besonders bei Kindern eine Bleienzephalopathie (Gehirnschädigung) mit Kopfschmerzen, Apathie, Erbrechen, Krampfanfällen, Koma auftreten sowie eine Schwächung oder Lähmung der Extremitäten. Chronische Bleivergiftungen betreffen vor allem das blutbildende System (Bleianämie), den Magen-Darm-Trakt (u.a. Appetitlosigkeit, kolikartige Bauchschmerzen), das zentrale und periphere Nervensystem (z. B. Gedächtnis-, Konzentrationsschwäche, Muskelschwäche).

c) Cadmiumverbindungen finden u. a. Verwendung in der galvanischen Industrie, als Pigment in der Porzellan- und Keramikmalerei, bei der Einfärbung von Plastikgegenständen oder Herstellung von Nickel/Cadmium-Batterien. Die Cadmiumbelastung der Allgemeinbevölkerung erfolgt hauptsächlich über die Nahrung (pflanzliche Lebensmittel, Schweine-, Rindernieren). Tabakrauchen führt zu erheblicher inhalativer Cadmiumaufnahme. Cadmium reichert sich im Körper an (Kumulationsgift). Akute Vergiftungen wurden bisher nur bei Arbeitern in Cadmium verarbeitenden Betrieben beobachtet. Die chronische Aufnahme hoher Dosen kann zu Anämien, Osteomalazien (Knochenerweichung) und Nierenschäden führen.

d) Radionuklide

Radioiodid (^{131}I) und Cäsium (^{137}Cs , ^{134}Cs) waren die hauptsächlich freigesetzten Radionuklide nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986. Infolge des Fallout (trockene Ablagerung) und des Washout (Niederschlagsbedingte Ablagerung), kam es zu Bodenkontaminationen mit folgender radioaktiver Belastung der Lebensmittel (z. B. Kuhmilch, Waldpilze, Wild etc.)

^{137}Cs und ^{134}Cs können, wie die meisten Radionuklide, das allgemeine Krebsrisiko erhöhen.

3 Methoden

3.1 Untersuchung der Muttermilchproben

3.1.1 Anforderungen an die Analytik

Die Muttermilch besteht natürlicherweise aus einer Vielzahl von chemischen Bestandteilen: Wasser, Eiweiße, Fette, Zucker, Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente. Die Zusammensetzung ist nicht konstant und verändert sich sogar während eines Stillvorgangs. Zu Beginn des Stillens ist die Muttermilch eher wässrig, damit der Durst des Säuglings gestillt wird, gegen Ende des Stillens steigt der Fettanteil in der Milch, um zu sättigen.

Die chemischen Hauptbestandteile neben Wasser sind:

Eiweiße	ca. 1,2 %
Kohlenhydrate	ca. 7,0 %
Fette	ca. 4,1 %

Die oben genannten Fremdstoffe sind im Milchfett der Frauenmilchproben angereichert. Aus chemisch-analytischer Sicht ist folglich der Fettanteil in der Probe interessant, in dem die Fremdstoffe in Spuren vorkommen.

Zur Zeit ist kein Analysensystem bekannt, das in der Lage wäre, organische Spurenbestandteile direkt in einer Muttermilchprobe zu bestimmen. Daher ist es technisch erforderlich, den zu untersuchenden Analyten in der Probe von möglichst vielen anderen (störenden) Bestandteilen abzutrennen, um ihn in einem Konzentrationsbereich zu gewinnen, in dem er analytisch erfasst werden kann. Das einzusetzende Analyseverfahren muss in der Lage sein Organochlor- und Nitromoschusverbindungen in einer Größenordnung von einem Picogramm (0,000.000.000.001 Gramm) absolut detektieren zu können.

3.1.2 Bestimmung des Fettgehaltes der Muttermilch¹

Die Muttermilchproben wurden zunächst auf ihren Fettgehalt hin untersucht [4]. Für die Fettbestimmung der Muttermilchprobe wird das Milcheiweiß durch Zugabe von Schwefelsäure aufgeschlossen. Das so freigesetzte Milchfett wird durch Zentrifugieren in einem speziellen Messgefäß, dem Butyrometer (s. Abb. 1) abgetrennt, wobei der Zusatz von Isoamylalkohol die Phasentrennung erleichtert. An der Skala des Butyrometers lässt sich der Fettgehalt der Muttermilch als Massenprozent ablesen.

Die Bestimmung des Fettgehaltes ist erforderlich, um die Rückstände in der Muttermilch in einer quantitativen Bezugsgröße darstellen und dadurch die Ergebnisse vergleichen zu können.

Abb. 1. Butyrometer

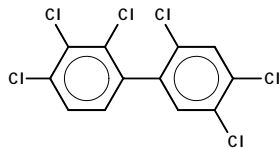


¹ Untersuchungsverfahren nach § 35 LMGB: Bestimmung des Fettgehaltes von Milch nach dem Gerber-Verfahren

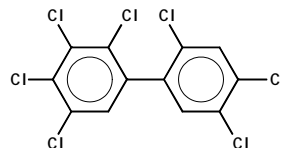
3.1.3 Bestimmung der Organochlorverbindungen und Nitromoschusverbindungen

Die weitere qualitative und quantitative Bestimmung der Muttermilch auf Organochlor-, sowie Nitromoschusverbindungen erfolgte in Anlehnung an H. Steinwandter [5] durch gaschromatographische Vermessung der Proben (GC-ECD).

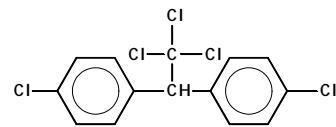
Abb. 2. Chemische Strukturformeln einiger untersuchter Verbindungen



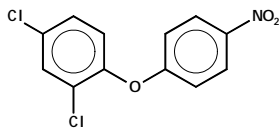
PCB 138



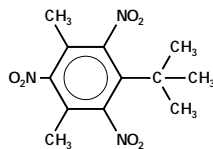
PCB 180



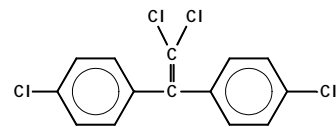
pp-DDT



Nitrofen



Moschus Xylol



pp-DDE

Zur Bestimmung der polychlorierten Biphenyle (PCB), Organochlorpestizide und Nitromoschusverbindungen in Muttermilch ist die Kapillar-Gaschromatographie die Methode der Wahl (s. Abb. 3). Nach der Trennung des Analytengemisches erfolgt die Detektion durch einen Elektroneneinfangdetektor (ECD) oder Massenspektrometer (MS), wobei die Nachweisempfindlichkeit beim ECD besser als bei massenselektiven Detektoren ist.

Abb. 3. Gaschromatograph



Neben den gesuchten Rückständen enthalten die zu untersuchenden Muttermilchproben einen erheblichen Anteil störender Begleitsubstanzen. Zur Abtrennung der Rückstände von Begleitsubstanzen ist eine sehr leistungsfähige Extraktionsmethode erforderlich. In Abhängigkeit vom Fettgehalt einer Probe werden in der Regel 10 Gramm Muttermilch zur Analyse eingesetzt.

In diesen 10 g Probe befinden sich meist weniger als 1 Nanogramm der gesuchten Rückstände, d. h. der Anteil der untersuchten Fremdstoffe liegt unter einem millionstel Teil (1/1.000.000). Um diese instrumentell-analytische Anforderung zu erfüllen, wird die Adsorptionschromatographie eingesetzt. Dabei wird die Muttermilchprobe zuerst mit Kieselgel verrieben. Anschließend wird die vorbereitete Probe in eine Chromatographiesäule (s. Abb. 4) gefüllt, in der sich bereits das für die Extraktion erforderliche Kieselgel befindet. Die Extraktion erfolgt mit einem Petrolether/Dichlormethan-Gemisch, wobei Störkomponenten (z.B. Fett) weitgehend auf der Säule zurückbleiben.

Abb. 4. Chromatographiesäulen für die Extraktion

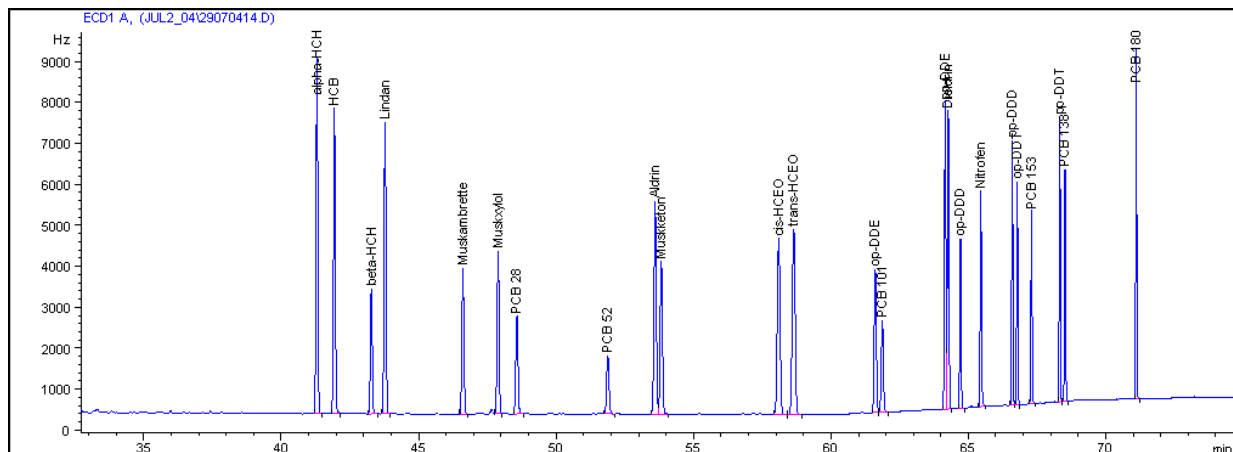


Das so gewonnene Eluat enthält, neben weiteren fettlöslichen (unpolaren) Substanzen, die gewünschten Analyten.

Zur Aufkonzentrierung des Eluates wird dieses am Rotationsverdampfer schonend bis fast zur Trockene eingengt. Das Eluat wird auf ein definiertes Volumen mit n-Hexan aufgefüllt und kann so in den Gaschromatographen (Abb.3) injiziert werden.

Die Analyseergebnisse werden in Chromatogrammen (s. Abb. 5.) dargestellt und ausgewertet.

Abb. 5. Chromatogramm



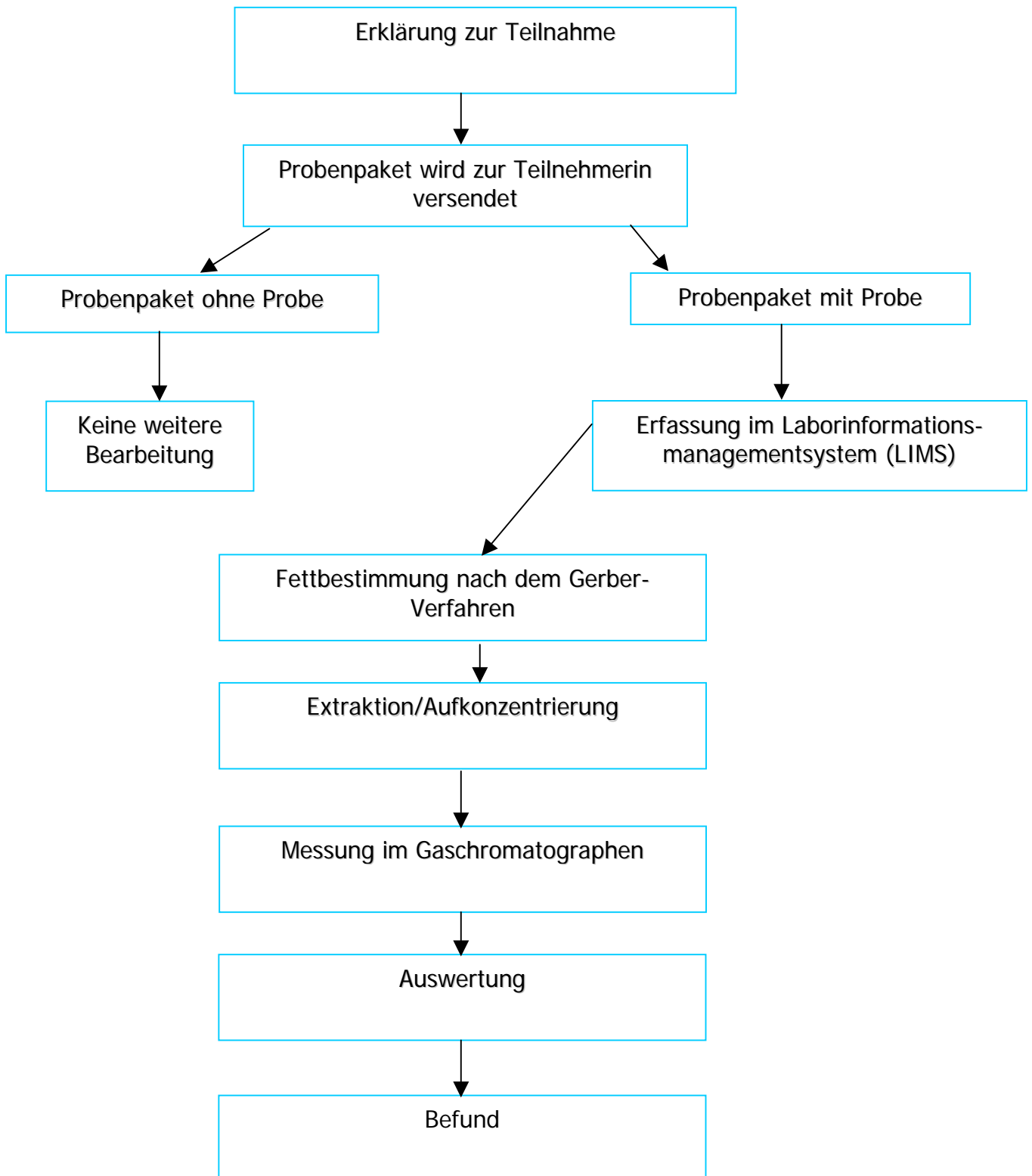
Die Bestimmungsmethode wurde mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie-Kopplung (GC-MS) abgesichert. Die gemessenen Fremdstoffkonzentrationen wurden auf den jeweiligen Fettgehalt der Muttermilchprobe bezogen und in mg/kg Milchfett angegeben.

Das Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Lebensmittelinstitut Oldenburg untersuchte einen Teil der Muttermilchproben auf Dioxine und Furane (PCDD/PCDF), Phthalsäureester, Radioaktivität sowie Schwermetalle. Über die detaillierten Ergebnisse wird vereinbarungsgemäß vom LAVES berichtet.

3.2 Ablaufschema der Muttermilchuntersuchung

Das folgende Schema verdeutlicht den Ablauf der Muttermilchuntersuchung:

Abb. 6. Ablaufschema



3.3 Analytische Qualitätssicherung

Bevor das Muttermilchuntersuchungsprogramm im Jahr 1999 mit den ersten Proben von niedersächsischen Müttern am NLGA startete, wurde neben der analytischen Methodentwicklung und –optimierung die Qualitätssicherung umfangreich berücksichtigt.

Aufgrund fehlender Normen und fehlenden zertifizierten Referenzmaterialien der Matrix Muttermilch, wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

3.3.1 Laborinterne Überprüfungen

- Die Chargen der eingesetzten Chemikalien wurden durch chromatographische Messungen auf Reinheit überprüft.
- Die Gerätschaften wurden in engmaschigen Intervallen auf korrekte Funktionstüchtigkeit, Konstanz und Kontaminationsfreiheit getestet.
- Um den Extraktionserfolg jeder Probe zu überprüfen, wurden interne Standards eingesetzt.
- Einsatz von Kuhmilchproben (Überprüfen des Fettgehaltes)
- Einsatz von Poolproben (Muttermilch)

3.3.2 Externe Überprüfungen

Die regelmäßige Teilnahme an externen Ringversuchen beschränkt sich auf die Bestimmung des Fettgehaltes in Kuhmilch. Ringversuche zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Halogenorganischen und Nitromoschus-Verbindungen in der Matrix Milch werden nicht (kommerziell) angeboten. Dennoch hat sich das Umweltmedizinische Labor um wirksame externe Kontrollmechanismen bemüht. Dazu wurden Vergleichsmessungen von realen Muttermilchproben mit anderen Laboratorien, die weitgehend die gleichen Parameter in Frauenmilch bestimmen, durchgeführt. An diesem Probenaustausch und den Vergleichsmessungen haben folgende Laboratorien teilgenommen:

- Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz, Lebensmittelinstitut Oldenburg
- Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig Holstein, Kiel
- Institut für Hygiene der Universität Magdeburg

3.3.3 Dokumentation

Die Dokumentation wurde so eingerichtet, dass vom Probeneingang bis zur Befunderstellung der Weg jeder Probe vollständig nachvollzogen werden kann. Im Jahr 2002 erfolgte die Akkreditierung des Labors.

Abb. 7. Akkreditierungsurkunde



3.4 Fragebogen zur Erfassung von Einflussfaktoren

Zur Erfassung von Einflussfaktoren, die sich z.B. auf den Fremdstoffgehalt in der Muttermilch auswirken können, füllten die teilnehmenden Mütter einen standardisierten Fragebogen aus.

3.5 Statistische Auswertung

Die Fremdstoffkonzentrationen der untersuchten Muttermilchproben wurden in den folgenden Auswertungen als Median („mittlerer Wert“) dargestellt, da dieser u.a. von extremen Werten am wenigsten beeinflusst werden kann. Auf die Darstellung des Mittelwertes („durchschnittlicher Wert“) wurde lediglich beim Vergleich mit den in den Jahren 1987 bis 1994 vom ehemaligen Chemischen Lebensmitteluntersuchungsamt (heutiges LAVES) ermittelten Fremdstoffkonzentrationen aus Gründen der Vergleichbarkeit zurückgegriffen.

Die spezielle Frage, ob sich die Fremdstoffkonzentrationen in den Jahren 1999 bis 2003 geändert haben, wird mit Hilfe von sogenannten linearen Modellen beantwortet, wobei der Einfluss verschiedener Einflussgrößen gleichzeitig kontrolliert werden kann. Proben mit einer Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden auf einen Wert zwischen Null und der jeweiligen Bestimmungsgrenze gesetzt.

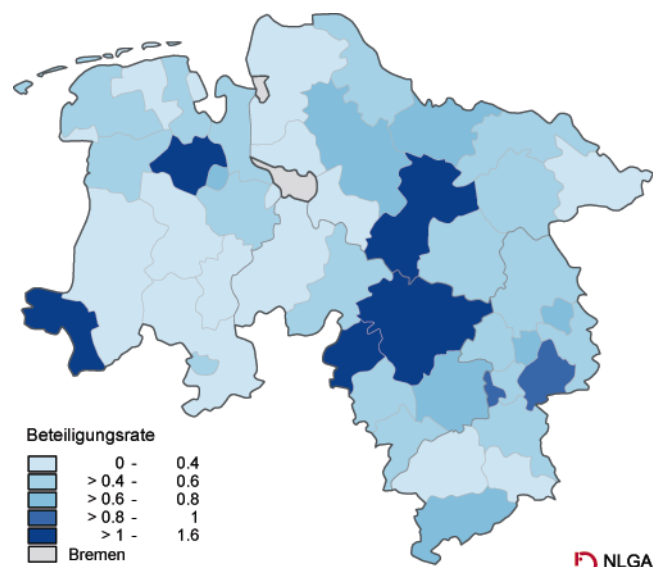
4 Ergebnisse

Bei der weiteren Bewertung der vorliegenden Daten sollte stets berücksichtigt werden, dass sie für die stillenden Mütter in Niedersachsen nicht repräsentativ sind. Die Teilnehmerinnen haben sich zur Untersuchung ihrer Muttermilch nach der Information durch Hebammen, Gynäkologen oder durch Presseartikel stets in Eigeninitiative gemeldet und sind somit nicht zufällig aus der Gesamtheit stillender niedersächsischer Mütter ausgewählt. Wegen der großen Zahl der durchgeführten Untersuchungen ist eine gewisse Verallgemeinerung möglich. Dennoch ist die statistische Auswertung vor dem Hintergrund sinnvoll, mögliche Trends oder auch Auffälligkeiten in bestimmten Bevölkerungsteilen zu identifizieren, denen mit repräsentativen Untersuchungen nachgegangen werden könnte.

4.1 Beteiligung in den Jahren von 1999 bis 2003

Die Beteiligung an dem Muttermilchuntersuchungsprogramm ist nicht gleichmäßig für ganz Niedersachsen. Zahlenmäßig kommen die meisten Proben aus der Region Hannover. Um eine ungefähre Abschätzung der Beteiligung in den einzelnen Kreisen und kreisfreien Städten zu erhalten, wurde das jährliche Probeaufkommen bezogen auf die Lebendgeburten im Jahre 2000. Die fünf Jahre zusammenfassenden „Beteiligungsrate“ (Angaben in %) sind in der folgenden Karte dargestellt:

Abb. 8. Darstellung der Beteiligungsrate



Die Verteilung des Probeaufkommens nach den vier Bezirksregionen schwankt recht deutlich: so kamen beispielsweise im Jahre 2002 jeweils über 40% der Proben aus dem Regierungsbezirk Hannover, während es im Jahre 2003 nur noch knapp unter 30% waren.

4.2 Basisdaten

Für die Jahre 1999 - 2003 gingen **2873** zu den Milchproben gehörende Fragebögen in die folgende Auswertung mit ein, wobei Fragebögen, bei denen Basisinformationen - etwa Geburtsland der Mutter oder Stilldauer – fehlten, nicht berücksichtigt werden konnten.

Tabelle. 1. Aufschlüsselung nach Geburtsland der Mutter; absolute Häufigkeit

Staat	Jahre	1999- 2003
gesamt		2873
Westdeutsche Bundesländer, insbesondere Niedersachsen		2569
Ehem. Deutsche Demokratische Republik		62
Australien		2
Bosnien-Herzegowina		2
Brasilien		3
Kanada		2
Frankreich		6
Griechenland		3
Iran		3
Italien		2
Kasachstan		24
Niederlande		9
Peru		2
Polen		35
Rumänien		6
Russland / ehem. UdSSR		28
Spanien		3
Sudan		57
Türkei		16
Tschechische Republik		2
Turkmenistan		2
Ukraine		2
USA		5
weitere Staaten – gesamt ²		28

²

Liste der weiteren Staaten siehe Anhang 1

Die Tabelle 1 zeigt die Aufschlüsselung der Datensätze nach dem Geburtsland der Mutter. Dabei stammen 10,58 % der teilnehmenden Mütter aus der ehemaligen DDR oder dem Ausland.

In der Tabelle 2 sind die teilnehmenden Mütter hinsichtlich ihres Alters, ihres Herkunftslandes, ob sie „Erststillende“ oder „Mehrfachstillende“ Mütter sind, aufgeschlüsselt.

Der größte Anteil der teilnehmenden Mütter ist zwischen 25 und 34 Jahre alt. Der Anteil der Mütter, die ihr erstes Kind stillten, liegt mit 53,4% knapp über der Hälfte der teilnehmenden Frauen.

Die Gruppe der erststillenden Mütter westdeutscher Herkunft im Alter von 25 – 34 Jahren wurde in der Tabelle 2 unterlegt, da für diese eingengte Gruppe (rund 37,2 % der Gesamtheit) im Kapitel 4.5 die Beurteilung der Fremdstoffkonzentration über die letzten Jahren erfolgte.

**Tabelle. 2. Alter der Mütter – in Abhängigkeit von der Herkunftsregion
(100% = 2865)**

		< 25 Jahre	25 - 29	30 - 34	35-39	Ab 40Jahre	Insg.
Nds. ³ / Alte BL ³	Erststillende	2,8%	15,3%	21,9%	6,8%	0,9%	47,7%
	Mehrfachstillende	0,6%	6,7%	20,8%	11,8%	1,9%	41,8%
Neue BL ³ / sonst. Welt	Erststillende	1,5%	2,1%	1,6%	0,5%	0,0%	5,7%
	Mehrfachstillende	0,6%	1,7%	1,2%	1,1%	0,2%	4,8%
Insgesamt		5,5%	25,7%	45,5%	20,2%	3,1%	100%

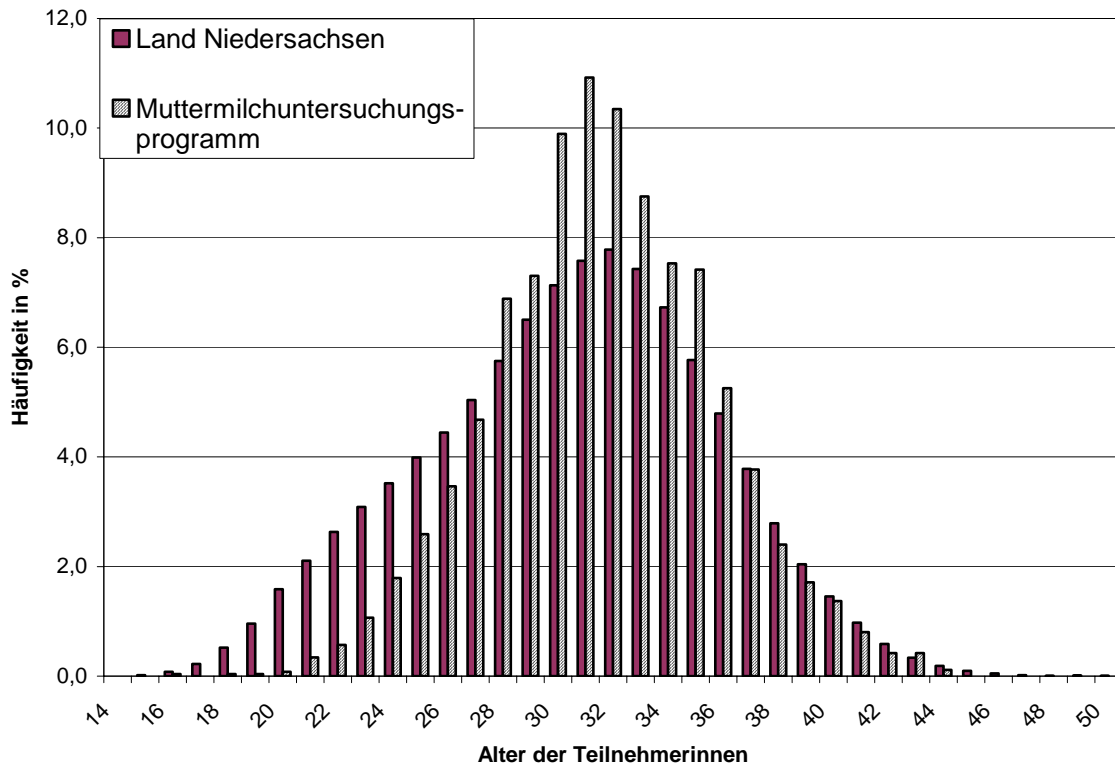
Herkunftsland der Mutter und Gesamtzahl der gestillten Kinder sind wichtige Einflussfaktoren auf die Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch, wie im Folgenden beschrieben wird.

³ Nds. : Niedersachsen, BL: Bundesländer

4.3 Altersverteilung der teilnehmenden Mütter

Die Abbildung 9 zeigt die Altersverteilung der teilnehmenden Mütter am Muttermilchuntersuchungsprogramm der Jahre 1999 bis 2003 im Vergleich mit der Altersverteilung der Gebärenden in Niedersachsen des gleichen Zeitraums.

Abb. 9. Darstellung Altersverteilung



Die Teilnahme der Mütter im Alter von 16 bis 27 Jahren ist relativ gering. Eine rege Teilnahme konnte dagegen bei Müttern im Alter von 30 bis 35 Jahre verzeichnet werden.

4.4 Fremdstoffkonzentrationen in den untersuchten Muttermilchproben

In Tabelle 3 sind die mittleren, minimalen und maximalen Fremdstoffkonzentrationen der in den Jahren 1999 bis 2003 untersuchten Muttermilchproben aufgeführt. Weder die minimalen noch die mittleren Fremdstoffkonzentrationen überschreiten dabei die vom heutigen Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)⁴ empfohlenen Referenzwerte [6]. Bei Überschreitungen handelte es sich in der Regel um Mütter aus Osteuropa oder aus anderen Kontinenten.

Die Tabelle 3 zeigt auch, dass die **Fremdstoffe HCB, DDT und PCB** in jeder und **β-HCH** in fast allen untersuchten Muttermilchproben nachweisbar waren. Demgegenüber konnten **γ-HCH, HCEO** oder die **Moschusverbindungen** nur vereinzelt bestimmt werden, da sie in den meisten Muttermilchproben unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Aus diesem Grunde werden in den folgenden Kapiteln (4.5ff) lediglich die Auswertungen der Fremdstoffe **PCB, DDT, HCB** und **β-HCH** dargestellt.

Tabelle 3. Mittlere, minimale und maximale Fremdstoffkonzentrationen in den untersuchten Muttermilchproben (mg/kg Fett)

	1999			2000		
	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	Median
HCB	0,006	0,253	0,040	0,007	0,397	0,034
β - HCH	n.b.	1,459	0,022	0,002	1,597	0,020
Σ DDT	0,016	2,258	0,138	0,020	18,662	0,120
Σ PCB x 1,64	0,044	1,292	0,321	0,031	1,473	0,268

	2001			2002		
	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	Median
HCB	0,003	0,205	0,034	0,006	0,410	0,035
β - HCH	n.b.	0,869	0,019	n.b.	0,884	0,018
Σ DDT	0,023	3,138	0,115	0,017	1,509	0,132
Σ PCB x 1,64	0,031	1,089	0,294	0,064	0,822	0,274

	2003		
	Minimum	Maximum	Median
HCB	n.b.	0,776	0,030
β - HCH	n.b.	0,618	0,017
Σ DDT	n.b.	5,657	0,123
Σ PCB x 1,64	n.b.	2,104	0,248

n.b. = unterhalb der Bestimmungsgrenze

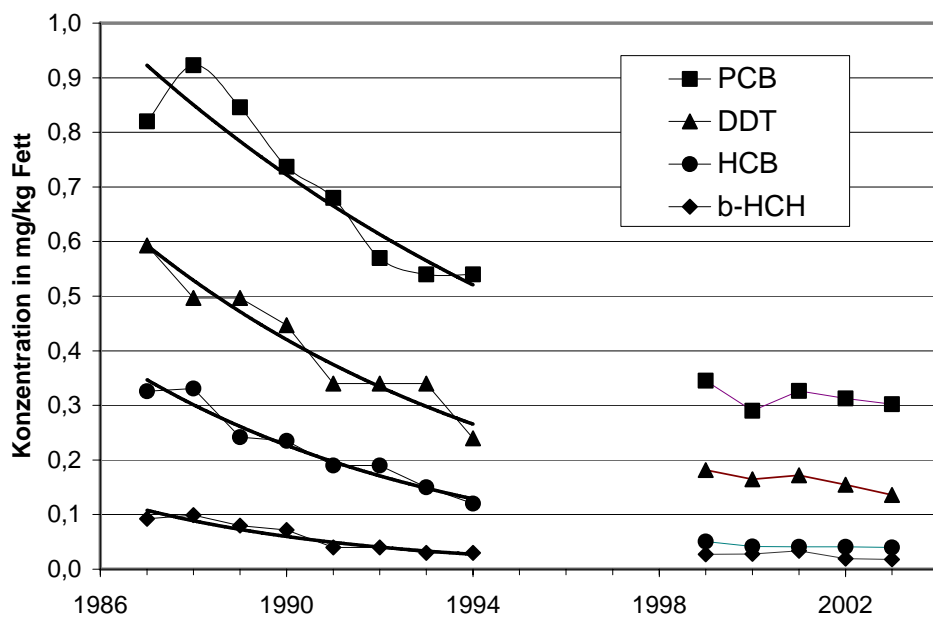
⁴ Am 1. November 2002 wurde das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) zum BfR umstrukturiert.

4.5 Schadstoffbelastung der Muttermilch im zeitlichen Verlauf

Die Abbildung 10 zeigt den zeitlichen Verlauf der Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch niedersächsischer Mütter ab dem Jahr 1987 (ohne Berücksichtigung von Einflussfaktoren wie Alter der Mutter, Anzahl der gestillten Kinder etc.). Für alle gemessenen Fremdstoffe ist mit den Jahren ein deutlicher Abfall der Konzentrationen zu verzeichnen, wobei dieser nicht immer gleichmäßig erfolgt.

Die Bestimmungen der Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch wurden von 1987 bis 1997 vom **Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES)**⁵, Lebensmittelinstitut Oldenburg durchgeführt [7,8]. Dabei fanden die Messungen der Jahre 1995 bis 1997 in der Abbildung 10 keine Berücksichtigung aufgrund der sehr niedrigen Teilnehmerinnenzahl (n = 60, zweimal n = 41).

Abb. 10. Schadstoffbelastung der Muttermilch im zeitlichen Verlauf in Niedersachsen. (Für die Jahre 1995-1998 zu geringe Probenzahlen).



Seit 1999 führt das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA) die Muttermilchuntersuchungen durch [3, 11,16].

⁵ Ehemals: Staatliches Chemisches Lebensmitteluntersuchungsamt (CLUA)

4.6 Nitrofen

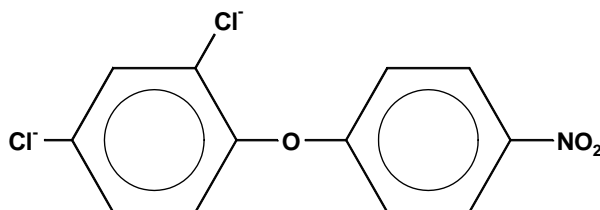
Im Jahr 2002 verunsicherte eine Lebensmittelkontamination mit dem verbotenen Pflanzenbehandlungsmittel **Nitrofen** die deutsche Bevölkerung. Die Einstufung als mögliche fruchtschädigende Substanz hat damals bei schwangeren Frauen und stillenden Müttern zu Sorgen und Fragen geführt.

Auf Grund seiner Stoffeigenschaften kann **Nitrofen** bei stillenden Müttern auch in die Muttermilch übergehen.

Im Rahmen seines Muttermilch-Untersuchungsprogrammes konnte das Niedersächsische Landesgesundheitsamt sofort ein Verfahren zum Nachweis des **Nitrofen** in der Muttermilch aufbauen, so dass sofort die Muttermilch aller Frauen auf diese Substanz untersucht werden konnte. Gleichzeitig wurden Muttermilchproben aus der Zeit vor der Kenntnis der Kontamination untersucht. Sowohl in den Muttermilchproben aus dem Jahr 2002 als auch in den Proben des Jahres 2001 – also gut 1 ½ Jahre vor dem Bekanntwerden – konnte kein **Nitrofen** nachgewiesen werden. Zusätzlich wurden stichprobenartig Proben aus den Jahren 1999 und 2000 untersucht und seit Etablierung des analytischen Verfahrens wird jede Muttermilchprobe bis heute auf **Nitrofen** analysiert. In keiner Probe konnte **Nitrofen** gefunden werden. An diesem Beispiel kann gezeigt werden, dass die Muttermilchuntersuchungen nicht nur ein gutes Instrument für langfristige Schadstoffbelastungen darstellen, sondern auch aktuelle Probleme schnell genutzt werden können.

Abb. 11. Strukturformel Nitrofen,

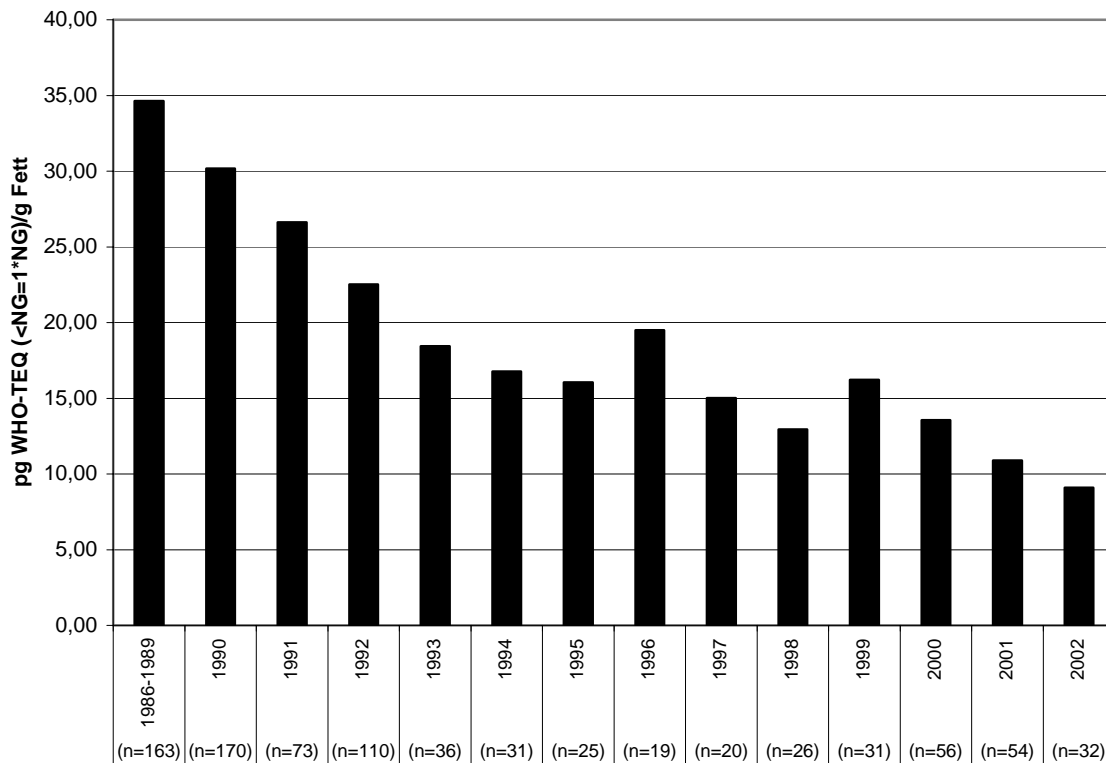
Chemische Bezeichnung: 2,4-Dichlorphenyl-4'-nitrophenylether



4.7 Dioxine und Furane (PCDD/PCDF)

Das LAVES Lebensmittelinstitut in Oldenburg untersuchte von 1986-2002 Muttermilchproben auf **Dioxine** und **Furane (PCDD/PCDF)**. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung 12 dargestellt.

Abb. 12. PCDD/F-Belastung der Frauenmilch im zeitlichen Verlauf (1986-2002) [15]



Die **PCDD/PCDF**-Konzentrationen der Muttermilch sind von 1986 bis 2001 auf ein Drittel zurückgegangen. Der anhaltende abnehmende Trend setzte sich im Jahr 2003 fort.

4.8 Phthalate

Im Rahmen des **Phthalester-Untersuchungsprogramms** untersuchte das LAVES Lebensmittelinstitut in Oldenburg zehn Muttermilchproben. Aufgrund des Verdachts einer gesundheitlichen Bedenklichkeit (z. B. hormonähnliche Wirkung im Körper) sowie seiner ubiquitären Verbreitung (z.B. in Lebensmittelverpackungen) wurden Muttermilchproben auf **Phthalate** untersucht.

In vier der zehn untersuchten Proben betrug der Gehalt an **Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)** 0,01mg/kg, in den sechs anderen Proben lag er unter der Bestimmungsgrenze von 0,01mg/kg. Die Konzentrationen an **Di-n-butylphthalat (DBP)** und **Diisobutylphthalat (DIBP)** lagen in allen Fällen unter 0,01mg/kg. Damit sind die Befunde tendenziell etwas niedriger als in früheren Untersuchungen [17,18].

Tabelle. 4. Phthalsäureester in Frauenmilch (jeweils in mg/kg)

Proben-Nr.	Alter der Mutter	Anzahl der Kinder	DIBP	DBP	DEHP
1	36 Jahre	1	n. b.	n. b.	n. b.
2	36 Jahre	2	n. b.	n. b.	0,01
3	31 Jahre	1	n. b.	n. b.	n. b.
4	31 Jahre	1	n. b.	n. b.	0,01
5	29 Jahre	2	n. b.	n. b.	n. b.
6	33 Jahre	1	n. b.	n. b.	n. b.
7	32 Jahre	1	n. b.	n. b.	0,01
8	35 Jahre	2	n. b.	n. b.	0,01
9	35 Jahre	1	n. b.	n. b.	n. b.
10	35 Jahre	2	n. b.	n. b.	n. b.

(n. b. = nicht bestimmbar, Wert unter der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/kg)

4.9 Metalle

In Zusammenarbeit mit dem LAVES Lebensmittelinstitut in Oldenburg wurden stichprobenartig Muttermilchproben auf die Schwermetalle **Quecksilber, Blei, Cadmium** sowie **Cäsium-Isotope** untersucht.

In keiner Probe konnten erhöhte Konzentrationen nachgewiesen werden. Von 237 untersuchten Proben wurde lediglich in einer Probe **Cadmium** oberhalb der analytischen Nachweisgrenze gefunden. Dieses Ergebnis konnte mittels einer Nachprobe nicht mehr überprüft werden, da die Teilnehmerin eine weitere Probe nicht zur Verfügung stellen konnte.

Amalgam

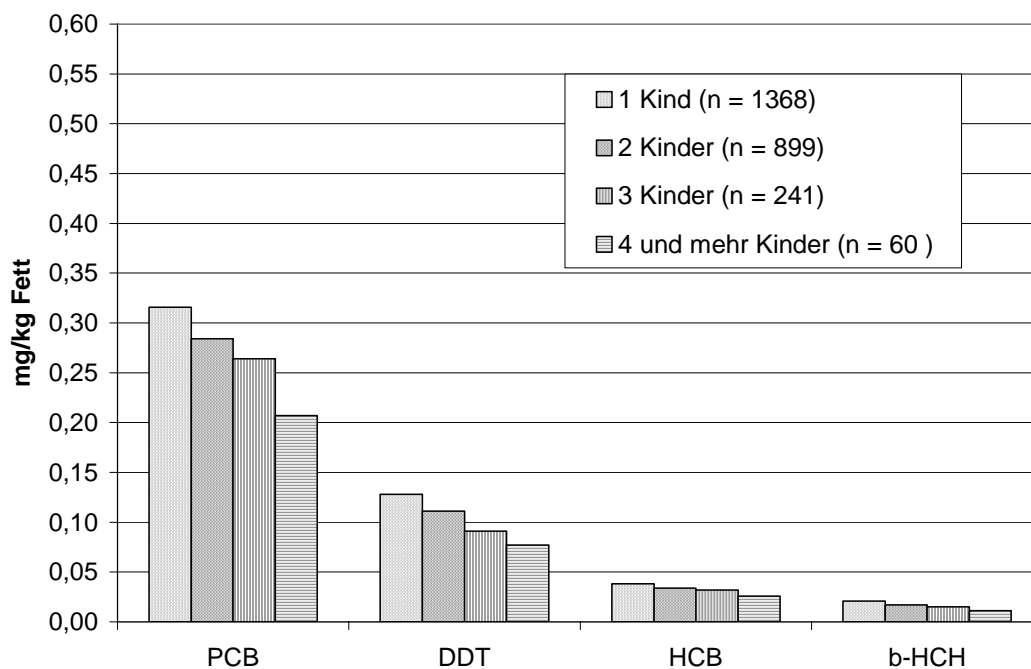
Aufgrund verschiedener Nachfragen wurden 18 Muttermilchproben von Zahnärztinnen und zahnärztlichen Assistentinnen, die beruflich mit dem quecksilberhaltigen Material **Amalgam** umgehen oder umgegangen sind, gezielt auf **Quecksilber** untersucht. In keiner Probe konnte **Quecksilber** nachgewiesen werden, wobei die Bestimmungsgrenze bei 0,003 mg/kg Probe liegt.

4.10 Einflussfaktoren auf den Fremdstoffgehalt der Muttermilch

4.10.1 Anzahl der gestillten Kinder

Die Fremdstoffkonzentration in der Muttermilch nimmt mit jedem weiteren gestillten Kind ab, wie die folgende Abbildung 13 empirisch belegt. Stillen bedeutet somit einen Eliminationsmechanismus (Ausscheidungsmechanismus) für bestimmte Körperfremdstoffe, jedoch zu Lasten des gestillten Säuglings.

Abb. 13. Mittlere Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch in Abhängigkeit von der Anzahl der insgesamt gestillten Kinder (nur in der BR Deutschland geborene Mütter)

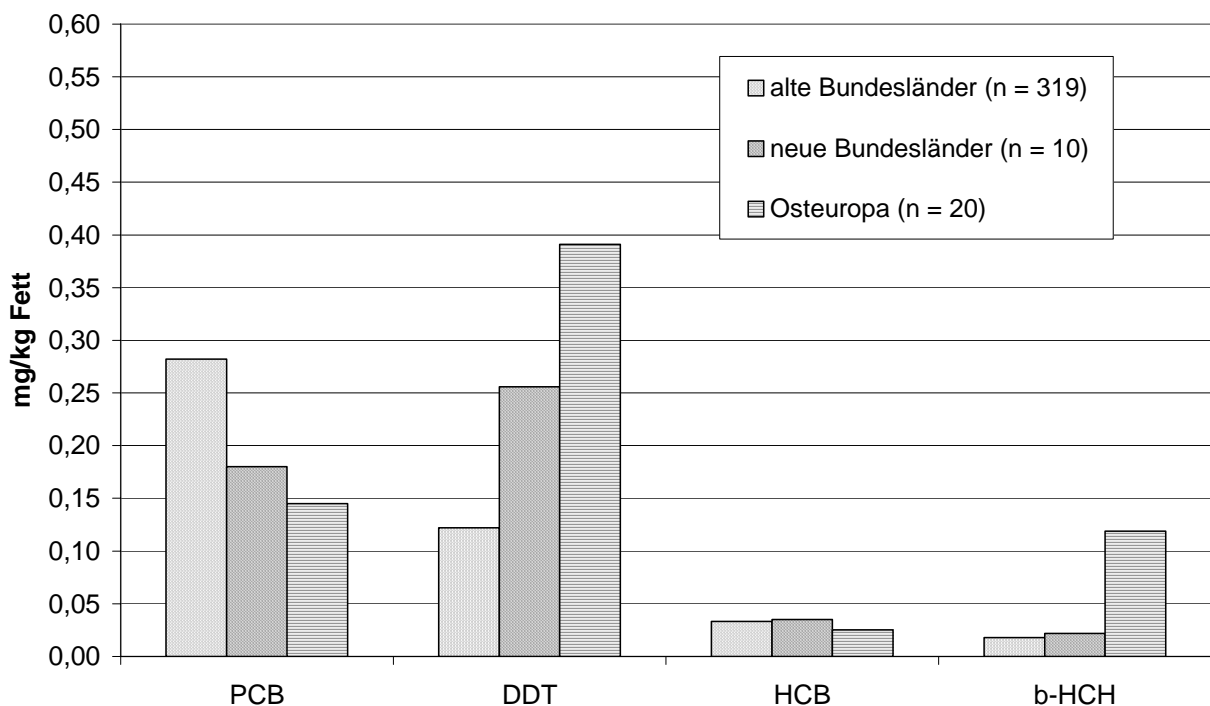


4.10.1.1 Herkunftsland der Mutter - Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch ausländischer Mütter

Die Herkunftsregion der Mutter kann einen deutlichen Einfluss auf die Fremdstoffkonzentration haben. Selbst wenn die Mehrheit der teilnehmenden Mütter in den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland geboren wurde und für eine aussagekräftige beschreibende Statistik die Zahl der teilnehmenden ausländischen Mütter zu gering ist, zeigen sich bei der groben Unterteilung der Herkunftsregionen deutliche und auch erklärliche Unterschiede.

In der folgenden Abbildung 14 sind die ausländischen Mütter aus West- oder Osteuropa stammend aufgeteilt (vgl. auch Tabelle 1). Die vereinzelt Ergebnisse von Müttern anderer Kontinente werden aufgrund zu kleiner Fallzahlen statistisch und graphisch nicht dargestellt⁶. Bei diesen Teilnehmerinnen waren jedoch Auffälligkeiten zu beobachten. Daher werden wir über diese Einzelbefunde gesondert berichten, weil diese Ergebnisse lediglich als Hinweise gewertet werden können.

Abb. 14. Mittlere Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch bei Erststillenden nach der Herkunftsregion der Mütter; Jahr 2003



⁶ Erststillende Mütter außerhalb Europas n=2.

In der Muttermilch von Frauen aus den Alten Bundesländern lassen sich höhere **PCB-Konzentrationen** nachweisen, als bei Müttern aus den Neuen Bundesländern und Osteuropa. **PCB** fanden in der ehemaligen DDR keinen besonders starken Einsatz; dies spiegelt sich in den **PCB-Konzentrationen** der Muttermilch wider. Im Gegensatz hierzu lassen sich bei Frauen aus der ehemaligen DDR und Osteuropa höhere **DDT-Konzentrationen** in der Muttermilch im Vergleich zu den Müttern aus Westeuropa bzw. den Alten Bundesländern bestimmen. Insbesondere in der ehemaligen DDR wurde **DDT** noch bis 1989 in der Landwirtschaft eingesetzt, während es in der BRD-West seit 1972 verboten ist. In der Muttermilch von Müttern aus Osteuropa finden sich höhere Konzentrationen an **β-HCH** als bei den übrigen Frauen.

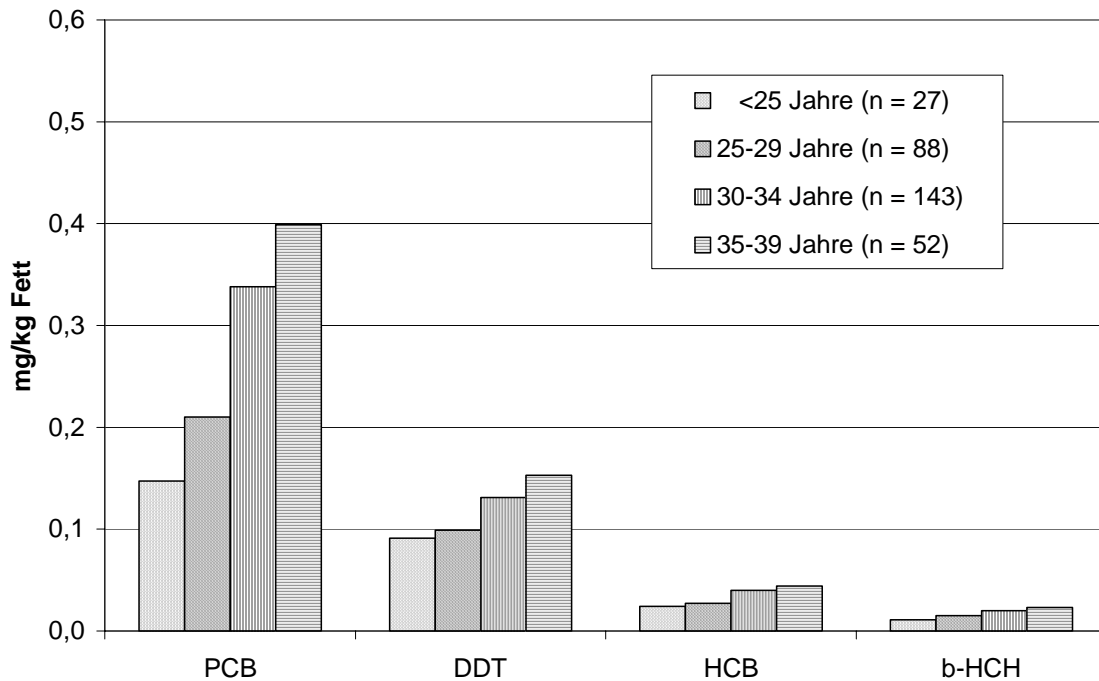
4.10.2 Alter der Mutter

Die Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch von Müttern, die das erste Kind stillen, zeigen eine deutliche Altersabhängigkeit: Mit zunehmendem Alter der Mütter lassen sich steigende Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch nachweisen. Dies ist im Vergleich zu jüngeren Müttern Ausdruck einer längeren Aufnahme von Fremdstoffen und entsprechenden Anreicherung im Fettgewebe der älteren Mütter. Beim Stillen werden die Fremdstoffe aus dem Fettgewebe mobilisiert und gelangen in die Muttermilch.

Diesen Sachverhalt veranschaulicht die Abbildung 15. Da das Alter der Mutter und die Anzahl der gestillten Kinder statistisch voneinander abhängig sind, wurde nur die Gruppe der Erststillenden betrachtet. Verzichtet wurde auf die Darstellung der über 40jährigen⁷ aufgrund der zu geringen Fallzahlen. Ebenso fanden Mütter aus der ehemaligen DDR sowie Mütter ausländischer Herkunft bei der Darstellung keine Berücksichtigung.

⁷ In 2003 neun erststillende Mütter über 40 Jahre (Medianwerte: PCB 0,625; DDT 0,227; HCB 0,065; β-HCH 0,030.)

Abb. 15. Mittlere Fremdstoffbelastung der Muttermilch in Abhängigkeit vom Alter der Mütter, die das erste Kind stillen und in der BRD geboren sind im Jahre 2003.



4.10.3 Weitere Einflussfaktoren

Im Folgenden sind einige Faktoren aufgelistet, die die Fremdstoffkonzentrationen der Muttermilch beeinflussen könnten.

- Wohnort, geographische Besonderheiten (Altlastenstandort, ehemalige Produktionsstätten, Auslandsaufenthalte)
- Umgang mit Chemikalien (privat/beruflich)
- Ernährung (Mischkost, vegetarische Kost, einseitige Kost)
- Hohes relatives Körpergewicht (hoher Body-Mass-Index, BMI=Gewicht in kg/(Größe in Metern)²)
- Relative Gewichtsveränderung durch Geburt und Stillen
- Gesamte bisherige Stilldauer
- Individuelles Risikoverhalten (z.B. Rauchen)

4.10.4 Veränderungen der Fremdstoffkonzentration von 1999 bis 2003

Die einfache, durch keine Einflussgrößen kontrollierte Darstellung des Verlaufes der durchschnittlichen Schadstoffbelastung der letzten Jahre (siehe Abbildung 10) legt nahe, dass die Schadstoffbelastungen – obwohl sie ohnehin schon auf einem sehr niedrigen Niveau sich befinden – weiterhin über die Jahre zurück gehen.

Allerdings kann diese Reduzierung auch durch andere Einflussgrößen, die sich ebenso über die Jahre verändern, bedingt sein. Es bleibt somit zu prüfen, ob diese Reduzierung auch Bestand hat, wenn verschiedene Einflussgrößen gleichzeitig bei den Auswertungen berücksichtigt werden. Dazu wurde wie folgt vorgegangen:

Neben dem Jahr der Probennahme wurden folgende (mögliche) individuelle Einflussfaktoren auf die Fremdstoffkonzentration betrachtet:

- Alter der Mutter
- Relatives Gewicht (BMI)
- Raucherstatus (aktuell, ehemals, nie)
- Stilldauer
- Gewichtsveränderung während des Stillens: Verhältnis zwischen derzeitigem Gewicht und Gewicht zur Geburt.

Um die Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren untersuchen zu können, müssen Daten eines möglichst homogenen Kollektivs ausgewertet werden. Es wurden die Daten der Mütter einbezogen, deren Anzahl die folgenden Übereinstimmungen zeigen.

- Erststillend
- Alter zwischen 25 und 35 Jahre
- deutsche Herkunft

Für die vier betrachteten Fremdstoffe bzw. Fremdstoffgruppen gibt die Tabelle 5 die relative Bedeutung der betrachteten Einflussfaktoren wider. Hierbei gibt die Signifikanz an, mit welcher Sicherheit von einem Zusammenhang zwischen der Einflussgröße (z. B. Alter) und der Stoffkonzentration (z. B. **DDT**) gesprochen werden kann, ohne dass andere Faktoren (z. B. Herkunftsstaat) das Ergebnis verzerren. Man spricht von einem „signifikanten“ Zusammenhang, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit sehr gering ist. Je geringer die Irrtumswahrscheinlichkeit (etwa 5 %, 1 % oder gar 0 %) ist, desto statistisch sicherer ist der nachgewiesene Zusammenhang.

Tabelle. 5. Einflussfaktoren auf den Fremdstoffgehalt in der Muttermilch

	PCB		DDT		HCB		β-HCH	
	„alle“	Erstst.	„alle“	Erstst.	„alle“	Erstst.	„alle“	Erstst.
Probenalter	***	*	**	+	*	n.s.	***	**
Alter der Mutter	***	***	***	***	***	***	***	***
BMI	***	***	n. s.	**	***	***	***	n. s.
Probenjahr	***	***	***	***	***	***	***	***
Raucher	n. s.	+	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Gewichts-Reduktion	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Stillkinder	***	--	***	--	***	--	***	--

Einflussfaktoren auf den Fremdstoffgehalt in der Muttermilch (multivariates Regressionsmodell für Fremdstoffe (Originalskalierung), nur niedersächsische Mütter im Alter von 25 bis 34 Jahren.); „alle“ = alle Teilnehmerinnen, relative Effektstärke in Form von p-Werten: *** = höchst wahrscheinlicher Zusammenhang, ** = sehr wahrscheinlicher Zusammenhang, * = wahrscheinlicher Zusammenhang, + = grenzwertig sicher, n. s. = kein Zusammenhang

Das Probenahmejahr zeigt für jeden einzelnen Fremdstoff einen deutlichen Einfluss auf die Fremdstoffkonzentrationen, d.h. die fünf Jahre unterscheiden sich hinsichtlich ihrer durchschnittlichen Konzentration. Es zeigt sich für alle vier untersuchten Stoffe ein deutlicher Trend, d.h. Jahr für Jahr geht der kontrollierte durchschnittliche Fremdstoffgehalt bei Erststillenden ein minimal zurück. Diese Reduktionen sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Das Alter der Mutter ebenso wie das relative Gewicht (BMI) konnten statistisch ebenfalls bedeutsamer Einflussfaktor für die Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch ermittelt werden. Je älter eine Mutter ist, desto höher ist die Konzentration an Fremdstoffen aufgrund der längeren Fremdstoffaufnahme durchschnittlich in ihrer Milch. Beim relativen Gewicht erkennt man für **PCB** und **DDT**, dass mit steigendem Fettgewebsanteil, in dem die Fremdstoffe abgelagert werden können, die Abgabe der Fremdstoffe über die Muttermilch fällt. Beim **HCB** verhält es sich hingegen umgekehrt. Auch für diese beiden Einflussgrößen sind die geschätzten Effekte – reduktiv oder erhöhend – in der Tabelle 6 für Erststillende aufgeführt.

Die beiden Individualfaktoren „Rauchen“ und „Gewichtsreduktion“ sind gegenüber den anderen Faktoren von geringer Bedeutung; beim Rauchen zeigt sich zudem keine Erhöhung der Schadstoffe in der Muttermilch, sondern die höheren Werte liegen eher bei den Nicht-Raucherinnen. Eine Erhöhung der Fremdstoffkonzentration in der Muttermilch unmittelbar durch das Rauchen kann somit nicht beobachtet werden. In einer anderen Studie [12] wurde in Bezug auf den Zusammenhang Rauchen und **PCB-Gehalte** gegensätzliches berichtet.

Die Anzahl der gestillten Kinder haben einen deutlichen Einfluss auf die Fremdstoffkonzentration. Je mehr Kinder gestillt werden, desto niedriger ist die Fremdstoffkonzentration in der Muttermilch.

Tabelle. 6. Geschätzte absolute Effekte auf den durchschnittliche Fremdstoffgehalt der identifizierten Einflussgrößen (multivariates Regressionsmodell für Fremdstoffe (Originalskalierung), nur niedersächsische Erststillende Mütter im Alter von 25 bis 34 Jahren.)

	PCB	DDT	HCB	β-HCH
Probenalter (pro Tag)	- 0,00012	(- 0,00010)	(- 0,000028)	- 0,000018
Alter der Mutter (pro Jahr)	+ 0,023	+ 0,0068	+ 0,0035	+ 0,0010
Relatives Gewicht (in BMI)	- 0,0096	- 0,0033	+ 0,0013	(+ 0,00012)
Probenjahr	- 0,016	- 0,0085	- 0,0035	- 0,0020

Das bedeutet beispielsweise für Erststillende, dass pro Lebensjahr der **PCB-Gehalt** um 0,023 mg/kg Fett steigt, sofern alle anderen untersuchten Einflussfaktoren berücksichtigt wurden.

Mit Hilfe dieser linearen Modelle wurde auch überprüft, ob es zwischen den niedersächsischen Landkreisen und kreisfreien Städten Unterschiede in der Fremdstoffkonzentration gibt, sofern die anderen ermittelten Einflussgrößen einbezogen wurden. Dazu wurde neben den 47 Landkreisen und kreisfreien Städten noch das Probenahmejahr (allgemeiner zeitlicher Trend), das relative Gewicht und das Alter der Mutter sowie die Stilldauer in den Modellen berücksichtigt. Auch hier wurden nur erststillende im Alter von 25 bis 34 Jahren berücksichtigt.

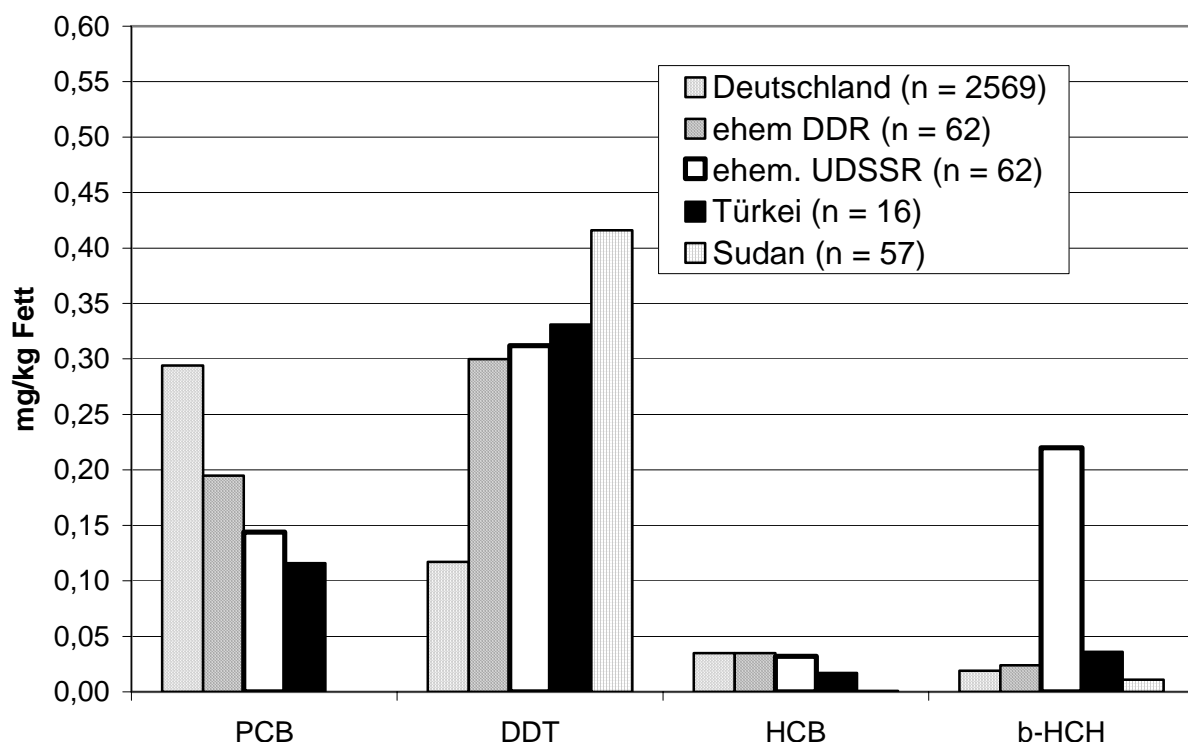
Nur beim **HCB** konnte ein „Regionaleffekt“ (bei Erststillende) ermittelt werden. Da die Proben nicht zufällig „gezogen“ wurden, darf dieser nachgewiesene Unterschied jedoch zunächst keineswegs inhaltlich überinterpretiert werden.

Vor allem der Regierungsbezirk hat einen starken Einfluss: in Weser-Ems sind die Werte im Vergleich zu den anderen drei Bezirken deutlich geringer. Der Stadt-Landkreis-Effekt ist dagegen zu vernachlässigen. Alle anderen Betrachtungen brachten keine deutlichen Ergebnisse.

4.11 Ergebnisse von Müttern aus anderen Ländern (1999-2003)

Seit Projektbeginn im Jahre 1999 haben Mütter aus über 40 Nationen teilgenommen, die in Niedersachsen leben. Aufgrund zu kleiner Fallzahlen können die meisten statistisch nicht dargestellt werden. Für einige Herkunftsländer kann jedoch eine erste Betrachtung vorgenommen werden.

Abb. 16. Fremdstoffgehalte (Mediane) nach den Herkunftsregionen der Mütter von 1999-2003



Wie die Abbildung 16 zeigt, sind für **HCB** keine wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Regionen erkennbar. Für **β-HCH** wurden für Mütter aus der ehemaligen UDSSR ungefähr 5fach höhere Werte ermittelt. Ähnliche **β-HCH**-Konzentrationen in der Muttermilch konnten in der Arbeitsgruppe von Polder et al [2] gefunden werden.

Die höchsten **DDT-Belastungen** wurden in den Proben von Müttern aus dem Sudan nachgewiesen, die niedrigsten Konzentrationen bei Müttern aus den alten Bundesländern.

Letztere sind Ausdruck des seit 1972 bestehenden Ausbringungsverbots von **DDT** in der Landwirtschaft.

Ein gegensätzliches Bild zeigt sich für die **PCB-Belastungen**, da diese Substanzgruppe hauptsächlich in industrialisierten Ländern zum Einsatz kam.

4.12 Einzelbefunde

In diesem Kapitel werden ausschließlich Einzelfälle betrachtet, die hinsichtlich ihrer Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch besonders auffällig waren.

DDT

Die höchsten **DDT-Konzentrationen** wurden bei zwei Teilnehmerinnen aus Chile und Ecuador bestimmt. Beide waren nach eigenen Angaben nicht in der Landwirtschaft tätig. Das Alter der Mütter zum Zeitpunkt der Muttermilchprobenahme war 26 (Ecuador) und 38 (Chile) Jahre.

Bei je einer Teilnehmerin aus Indonesien, der Türkei und Kasachstan konnten ebenfalls deutliche Erhöhungen der **DDT-Gehalte** in den Muttermilchproben gefunden werden.

Eine Mutter aus den neuen Bundesländern zeigte einen erhöhten **DDT-Wert** gegenüber den übrigen aus der ehemaligen DDR.

Bei einer niedersächsischen Mutter konnte eine 13fache Erhöhung der **DDT-Konzentration** gegenüber dem niedersächsischen Median (0,120 mg/kg Milchfett) ermittelt werden. Die 32jährige Teilnehmerin hat ausschließlich im Regierungsbezirk Weser-Ems gelebt, aus dem auch ihre Eltern und Großeltern stammen.

Eine mögliche Erklärung des hohen **DDT-Wertes** in der Muttermilch könnte der im Kindesalter nahezu tägliche Verzehr großer Mengen tropischer Früchte (z. B. Kiwifrüchte) sein. Da Anfang der 70er Jahre **DDT** weltweit sehr verbreitet eingesetzt wurde, erscheint dieser (Belastungs-) pfad als möglich.

Tabelle. 7. Maximale DDT-Gehalte einzelner Muttermilchproben aus verschiedenen Ländern

Herkunftsland	Gesamt-DDT-Gehalt (in mg/kg Milchfett)	Vielfaches gegenüber dem niedersächsischen Median
Equador	18,662	156
Chile	15,443	129
Indonesien	3,138	26
Türkei	2,258	19
Ehem. UDSSR	1,692	14
Ehem. DDR	1,828	15
Niedersachsen	1,509	13

PCB, HCB und β -HCH

Innerhalb der anderen drei Fremdstoffgruppen (**PCB, HCB** und **β -HCH**) wurden keine derart erhöhten Werte beobachtet, wie beim **DDT**.

4.13 Proben von sudanesischen Müttern

Am niedersächsischen Landesgesundheitsamt konnten 57 Proben von stillenden Müttern aus dem Sudan untersucht werden. Das Ergebnis war überraschend und wurde stichprobenartig vom LAVES-Institut in Oldenburg bestätigt.

Tabelle. 8. Fremdstoffgehalte in Muttermilchproben:

	HCB	β-HCH	Lindan	GesaDDT	GesaPCB
Mittelwert	0,003	0,021	0,013	0,752	0,156
Median	0,002	0,013	0,008	0,399	0,016
Maximum	0,009	0,123	0,205	6,775	1,283
	M. Ambrette	M. Keton	M. Xylol		
Mittelwert	1,818	0,021	0,013		
Median	0,573	0,013	0,008		
Maximum	49,549	0,123	0,205		

Auffällig sind die Gehalte der synthetischen **Nitromoschusverbindungen (Moschus Ambrette, Moschus Keton und Moschus Xylol)**. In der Muttermilch niedersächsischer Mütter konnte **Moschus Ambrette** und **Moschus Keton** in keiner Probe nachgewiesen und **Moschus Xylol** lediglich in geringen Mengen gefunden werden.

In der Probe einer sudanesischen Mutter wurde mit beinahe 50 mg **Moschus Ambrette**/kg Milchfett der höchste Fremdstoffgehalt ermittelt, der im Rahmen des Muttermilchuntersuchungsprogrammes gemessen werden konnte. Zusätzlich überrascht die Verteilung der vorkommenden Gehalte. Industriell finden bzw. fanden **Moschus Keton** und **Moschus Xylol** grosse Verwendung. Das **Moschus Ambrette** wurde im Vergleich zu den anderen Nitromoschusverbindungen wenig produziert. Da diese synthetischen Duftstoffe in Kosmetika, Wasch- und Körperpflegemittel vorkommen, werden die Nitromoschusverbindungen am ehesten über die Haut in den menschlichen Körper und dann in die Muttermilch gelangt sein. Es ist nicht erklärlich, wie diese synthetischen Duftstoffe in die Milch von sudanesischen Müttern gelangen konnten, die nachweislich derartige Produkte nicht verwenden.

Er wäre daher interessant zu überprüfen, inwieweit eine Belastung aus der Umwelt (Trinkwässer, Oberflächenwässer) in Frage kommt.

Die Gehalte an **DDT** und **PCB** liegen insgesamt im erwarteten Rahmen. Jedoch konnte in einer Probe eine hohe **PCB**-Belastung festgestellt werden, was eher typisch für Mütter aus westlichen Industrieländern ist.

Auch an diesem Beispiel kann die Bedeutung eines Muttermilchbiomonitoring gezeigt werden.

Abb. 17. Moschus Ambrette-Konzentrationen in Muttermilch

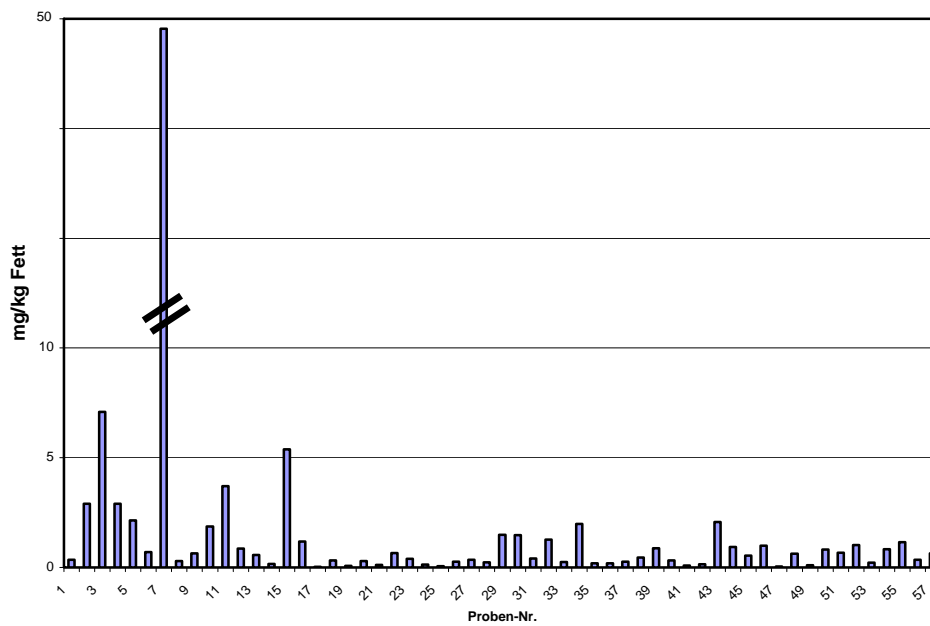
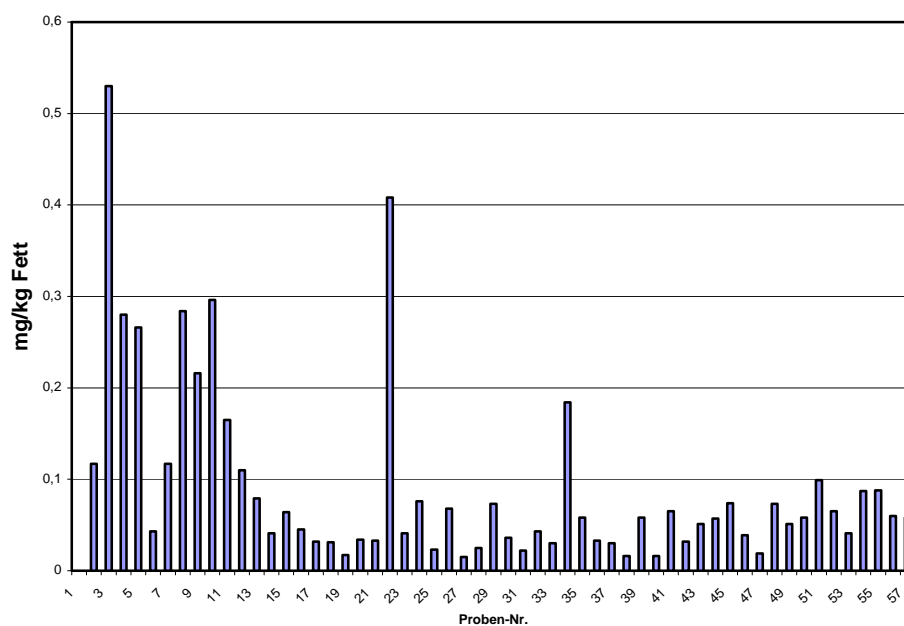


Abb. 18. Moschus Xylol-Konzentrationen in Muttermilch



5 Umweltmedizinische Bewertung

Seit vielen Jahren ist es üblich, die Belastung von Lebensmitteln mit Fremdstoffen mit dem TDI-Begriff (Tolerable Daily Intake) zu bewerten. Dieser TDI-Wert wird unter der Annahme einer lebenslangen täglichen Einnahme eines Lebensmittels, das mit einem bestimmten Fremdstoff belastet ist, berechnet. Liegt demzufolge ein Fremdstoff in einem Lebensmittel unterhalb oder im Bereich des TDI-Wertes vor, so ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Fremdstoffkonzentrationen bei täglicher und lebenslanger Einnahme keine gesundheitlichen Schäden verursachen. Auch für Muttermilch wird dieser TDI-Wert für die einzelnen in der Muttermilch enthaltenen Fremdstoffe und ihre gesundheitliche Bewertung immer wieder herangezogen, obwohl der gestillte Säugling in der Regel nur vier bis sechs Monate, in den seltensten Fällen mehr als 12 Monate Muttermilch erhält. Damit könnten höhere Werte eines Fremdstoffes in der Muttermilch toleriert werden. Gerade unter diesem Aspekt bedeutet das Vorliegen eines Fremdstoffes in der Muttermilch in einer Konzentration unterhalb oder im Bereich des TDI-Wertes, dass davon auszugehen ist, dass diese Fremdstoffkonzentration keine gesundheitlichen Risiken für den gestillten Säugling nach dem heutigen Erkenntnisstand bedingt. Während noch Ende der 70er und zu Beginn der 80er Jahre vergleichsweise hohe Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch vorlagen, sind durch entsprechende Anwendungsverbote innerhalb der letzten 20 Jahre die Konzentrationen der bis dahin wesentlichen Umweltfremdstoffe ganz erheblich abgesunken. Es gibt allerdings einzelne Substanzen, die erst neu in der Muttermilch aufgetreten sind oder bei denen noch kein starker Rückgang stattgefunden hat.

Trotz der zu Beginn der 80er Jahre noch relativ hohen Konzentrationen von Fremdstoffen in der Muttermilch hat die Kommission „Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Jahr 1984 eine gesundheitliche Bewertung der Rückstände vorgenommen und Richtwerte für die verschiedenen Fremdstoffe in der Muttermilch entwickelt. Bereits damals hatte diese Kommission festgestellt, dass der Vorteil des Stillens weit überwiegt vor etwaigen Gefährdungen durch die vorhandenen Fremdstoffe. Da die Konzentrationen der Fremdstoffe – wie oben ausgeführt – in der Zwischenzeit massiv abgenommen hat, ist generell davon auszugehen, dass die Konzentration der früher bekannten Umweltschadstoffe in der Muttermilch heute keine gesundheitlich relevante Rolle mehr für das Kind spielen.

Es gibt jedoch einzelne Mütter, bei denen aufgrund unterschiedlicher Ernährung oder aufgrund ihrer Herkunft aus einem Schwellen- oder Entwicklungsland dennoch unerwartet hohe Konzentrationen einzelner Fremdstoffe vorliegen. Neben der Sicherheit für die überwiegende Mehrzahl der Mütter, dass Ihre Muttermilch sehr gut für die Ernährung des Säuglings geeignet ist, ist die Überwachung gerade dieser einzelnen Frauen mit hohen Konzentrationen eines Fremdstoffes besonders wichtig.

Alle Fremdstoffe in der Muttermilch sind prinzipiell unerwünscht und deshalb muss weiterhin das Minimierungsgebot gelten. Dies gilt insbesondere auch für neue Umweltfremdstoffe, die in der Muttermilch identifiziert werden und über deren gesundheitsgefährdendes Potential noch wenig bekannt ist.

6 Nutzen des Muttermilchuntersuchungsprogrammes

Individuelles Ergebnis für die teilnehmenden Mütter

Das Niedersächsische Muttermilchuntersuchungsprogramm wird allen Frauen in Niedersachsen unentgeltlich angeboten, damit die Mütter durch die Untersuchung die Gewissheit erhalten, dass ihre Muttermilch keine bedenklichen Konzentrationen an Fremdstoffen aufweist und dass sie ihr Kind ohne Bedenken stillen können. Bei in seltenen Fällen auftretenden Erhöhungen der Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch können mit der entsprechenden Mutter die nötigen Ursachen hierfür recherchiert und, wenn notwendig, individuelle Stillempfehlungen ausgesprochen werden. Hierfür stehen am Niedersächsischen Landesgesundheitsamt Umweltmediziner, Kinderärzte und Toxikologen zur Verfügung.

Bevölkerungsmedizinisches Ergebnis für die niedersächsische Gesundheitspolitik

Muttermilchuntersuchungsprogramme als „Frühwarnsysteme“ im Hinblick auf die Belastung des menschlichen Körpers mit Umweltfremdstoffen zu nutzen, fordern deutsche wie auch internationale Experten in ihren Veröffentlichungen [9].

Das Niedersächsische Ministerium für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit intensivierte mit seinem „Muttermilchuntersuchungsprogramm des Landes Niedersachsen“ seine Bemühungen nicht nur stillenden Müttern einen individuellen Schutz zu geben, sondern auch Informationen über die Belastungssituation von Frauen insgesamt zu erhalten.

Für die Gesundheitspolitik ergeben sich bei einer genügend langen Laufzeit eines derartigen Programmes wichtige Informationen hinsichtlich der Belastung des menschlichen Körpers mit Umweltfremdstoffen. Daher kann das Muttermilchuntersuchungsprogramm auch im bevölkerungsmedizinischen Sinne eingesetzt werden.

Muttermilch als Indikator für Umweltbelastungen

Die Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch nehmen seit Jahren nicht zuletzt durch Verbot der Herstellung und Anwendung zahlreicher Substanzen kontinuierlich ab. Es ist notwendig, diesen rückläufigen Gesamttrend auch weiterhin zu verfolgen, denn z.B. unsachgemäß gelagerte Schädlingsbekämpfungsmittel in den Entwicklungsländern und aktueller Einsatz bestimmter Substanzen (z.B. DDT zur Malariabekämpfung) könnten ihn jederzeit umkehren. Durch Eintrag in die Umwelt werden die Pestizide global verteilt und führen über die Nahrungsketten zu einer erhöhten Aufnahme durch den Menschen, meßbar an einer Erhöhung des Fremdstoffgehaltes in der Muttermilch.

Dass die Bestimmung von Fremdstoffen in der Muttermilch, die schon in westlichen Ländern seit Jahren in der Herstellung und Anwendung verboten sind, auch weiterhin eine hohe Priorität behalten sollte, zeigt das jüngste Beispiel aus dem Jahr 2001 einer erheblichen Lebensmittel- und Futtermittelkontamination mit dem Pestizid Nitrofen. Über verseuchte Lagerungsstätten gelangte die seit Anfang der 80er Jahre aus dem Verkehr gezogene Substanz wieder in die Nahrungsmittel. Das Niedersächsische Landesgesundheitsamt bestimmt daher seit Bekanntwerden dieses Sachverhaltes die Muttermilch auch auf Nitrofen. Bisher konnte Nitrofen in keiner Muttermilchprobe nachgewiesen werden. Da auch in früheren – rückwirkend untersuchten – Muttermilchproben kein Nitrofen gefunden werden konnte, ist davon auszugehen, dass es im Prinzip zu keiner stärkeren Belastung der niedersächsischen Bevölkerung kam.

Muttermilch ist ein hervorragender Bioindikator zum Schutze der Gesundheit

Da die Fremdstoffkonzentrationen in der Muttermilch weitestgehend den Konzentrationen im Fettgewebe des betreffenden mütterlichen Organismus entsprechen, kann die Fremdstoffbelastung vergleichbarer Bevölkerungsgruppen in etwa abgeschätzt werden. Somit kann die Untersuchung der Muttermilch als Indikator für das Greifen umweltpolitischer Maßnahmen zum Schutze der Gesundheit angesehen werden.

Anhand repräsentativer Muttermilchdaten können **Referenzwerte** für Fremdstoffe abgeleitet werden. Diese Referenzwerte spiegeln die allgemeine Hintergrundbelastung („Ist-Zustand“) einer „normal“ exponierten Bevölkerungsgruppe dar [6]. Referenzwerterhöhungen, z.B. in der Muttermilch, deuten auf eine erhöhte Fremdstoffbelastung hin. Finden sich Referenzwerterhöhungen nicht nur bei einzelnen Müttern, sondern in einer größeren Gruppe von stillenden Frauen mit gemeinsamen Merkmalen, deutet dies auf eine besondere Belastungsquelle hin, deren Ursache/Ursachen dann gezielter nachgegangen werden kann. Die Untersuchung der Muttermilch auf Fremdstoffe dient somit nicht nur dem gestillten Säugling, sondern der allgemeinen Bevölkerung des Landes Niedersachsen.

Zudem kann die **Kontamination der Umwelt mit neuen Fremdstoffen** durch entsprechende Messungen in der Muttermilch verfolgt werden. So wurden mittlerweile UV-Filtersubstanzen und polybromierte Diphenylether, die in großem Umfang als Flammschutzmittel in der Elektro- und Textilindustrie eingesetzt werden, in der Muttermilch identifiziert .

7 Literatur

- [1] Nationale Stillkommission am Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (1999): Stillempfehlungen, 3. überarbeitete Auflage, 1999.
- [2] Polder, A., Becher, G., Savinova, T.N., Skaare, J.U. (1998) Dioxins, PCB and some Chlorinated Pesticides in Human Milk from the Kola Peninsula, Russia. *Chemosphere*: 37 (9-12), 1795-1806.
- [3] Funcke, M., Hehl, O., Jorritsma U., Suchenwirth, R., Windorfer, A. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Hannover (2001): Das Muttermilch-Untersuchungsprogramm des Landes Niedersachsen – Auswertungen des Jahres 1999.
- [4] Gerber-Verfahren. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG
- [5] Steinwandter, H. (1982): Beiträge zur Verwendung von Kieselgel in der Pestizidanalytik, III. On-Line-Verfahren zur Extraktion und zur Isolierung von Chlorkohlenwasserstoff-Pestiziden und polychlorierten Biphenylen aus Milch und Molkereiprodukten. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 312: 342-345, 1982.
- [6] Institut für Wasser-, Boden und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes, Berlin (1999): „Referenzwerte für HCB, β -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch“. *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 42: 533-539, 1999.
- [7] Ende, M., Hille, A. (1992): Bericht über die in Niedersachsen von 1987-1990 durchgeführten Muttermilchuntersuchungen. Staatl. Chem. Untersuchungsamt Oldenburg. Hrsg.: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover.
- [8] Voßmann, U., Bruns-Weller, E., Ende, M. (1995): Bericht über die in Niedersachsen von 1991-1994 durchgeführten Muttermilchuntersuchungen. Staatl. Chem. Untersuchungsamt Oldenburg. Hrsg.: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover.
- [9] Hooper, K. (1999): Breast milk monitoring programs: worldwide early warning systems for polyhalogenated POPs and for targeting studies in children's environmental health. *Environmental Health Perspectives* 107: 429-430, 1999.
- [10] Bericht des Bundesinstitutes für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (2000): „Trends der Rückstandsgehalte in Frauenmilch der Bundesrepublik Deutschland - Aufbau der Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank am BgVV“.
- [11] Funcke, M., Hoopmann, M., Jorritsma U., Windorfer, A. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Hannover (2002): Das Muttermilch-Untersuchungsprogramm des Landes Niedersachsen – Auswertungen der Jahre 2000 und 2001.

- [12] Lackmann, G.M., Angerer, J., Töllner, U. (2000): Parenteral smoking and neonatal serum levels of polychlorinated biphenyls and hexachlorobenzene. *Pediatric Research* 47: 598-601.
- [13] Oehme M, Schlabach M, Hummert K, Luckas B, Nordoy ES. Determination of levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, biphenyls and pesticides in harp seals from the Greenland Sea. *Sci Total Environ.* 1995 Jan 27;162(2-3):75-91.
- [14] Ballschmiter K, Zell M. Baseline studies of the global pollution. I. Occurrence of organohalogens in pristine European and antarctic aquatic environments. *Int J Environ Anal Chem.* 1980;8(1):15-35.
- [15] Niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES). Jahresbericht 2002. Oldenburg (Juli 2003).
- [16] Funcke, M., Hoopmann, M., Jorritsma U., Windorfer, A. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Hannover (2003): Das Muttermilch-Untersuchungsprogramm des Landes Niedersachsen – Auswertungen des Jahres 2002.
- [17] L. Gruber, G. Wolz und O. Piringer, Untersuchung von Phthalaten in Baby-Nahrung, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 94 (1998) 177-179
- [18] E. Bruns-Weller und J. Pfordt, Bestimmung von Phthalsäureestern in Lebensmitteln, Frauenmilch, Hausstaub und Textilien, *UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.* 12 (2000) 125-130

Anhang 1

Geburtsland	Anzahl
Äthiopien	1
Argentinien	1
Australien	2
Belgien	1
Bosnien- Herzegowina	2
Brasilien	3
Bulgarien	1
Kanada	2
Chile	1
Dänemark	1
Ecuador	1
Estland	1
Finnland	1
Frankreich	6
Griechenland	3
Großbritannien	1
Indien	1
Indonesien	1
Iran	3
Italien	2
Japan	1
Karaganda	1
Kasachstan	24
Kirgistan	1
Kroatien	1

Litauen	1
Luxemburg	1
Moldau	1
Namibia	1
Niederlande	9
Norwegen	1
Peru	2
Polen	35
Portugal	1
Rumänien	6
Russland	13
Schweden	1
Spanien	3
Sudan	57
Südafrika	1
Südkorea	1
Türkei	16
Tadschikistan	1
Thailand	1
Tschechische	2
Turkmenistan	2
USA	5
Ukraine	2
Vietnam	1
ehem. DDR	62
ehem. UDSSR	15

Danksagung

Im Februar 1998 wurde mit der Einführung des Muttermilchuntersuchungsprogramm begonnen. Zum Gelingen des Projektes haben zahlreiche Personen mitgewirkt, denen wir an dieser Stelle danken:

Die Labormitarbeiterinnen: Angela Prien und Christa Steffens, Birgit Stoeteknuel, Bianca Berlitz, Sedi Asghary
und ehemals Eveline Wieczorek und Astrid Nell

Unser Dank für die sehr gute Zusammenarbeit gilt den Kollegen des LAVES, Lebensmittelinstitut Oldenburg:

Dr. Annette Knoll und Dr. Elke Bruns-Weller (Dioxinanalytik)

Dr. Ingeborg Block (Schwermetallanalytik)

Dr. Jürgen Pfordt (Sonderanalytik)

sowie Helga Groenhagen