



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

EU Pilotstudie DEMOCOPHES zur Schadstoffbelastung

Informationen zum Studiendesign und zu den Resultaten der Schweizer Erhebung

Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Chemikalien, November 2012

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	3
2	Einführung.....	4
2.1	Bisherige Human Biomonitoring Studien in der Schweiz	4
2.2	COPHES und DEMOCOPHES	5
2.3	DEMOCOPHES in der Schweiz	5
3	Studiendesign.....	6
3.1	Einschränkungen	6
3.2	Grösse der Studienpopulation.....	6
3.3	Involvierte Regionen	6
3.4	Auswahl und Rekrutierung der Studienpopulation.....	6
3.5	Feldarbeit und Hausbesuche	7
3.6	Parameter und Analytik.....	7
3.7	Statistische Auswertung, Interpretation und Kommunikation der Daten	9
3.8	Ethik und Datenschutz	9
4	Resultate.....	10
4.1	Rekrutierung	10
4.2	Studienteilnehmende - Charakterisierung der Studienpopulation	11
4.3	Auswertung der Fragebogendaten zu möglichen Belastungsquellen	13
4.4	Quecksilber in Haaren.....	13
4.5	Cadmium im Urin	15
4.6	Cotinin im Urin	16
4.7	Phthalatmetabolite im Urin	16
5	Schlussfolgerung.....	21
6	Weiterführende Informationen zur Pilotstudie DEMOCOPHES.....	22
7	Dank.....	22
8	Literaturverzeichnis	23

1 Zusammenfassung

Die EU koordinierte Human Biomonitoring Pilotstudie, genannt DEMOCOPHES, wurde zwischen 2010 und 2012 gleichzeitig in 17 Ländern mit je 120 Mutter-Kind-Paaren durchgeführt. Das Ziel war es, Erfahrungen hinsichtlich der Erhebung europaweit vergleichbarer Daten zur Schadstoffbelastung der Bevölkerung zu erhalten. Dabei wurde die Konzentration von Cadmium, Cotinin und verschiedenen Phthalatmetaboliten im Urin sowie die Quecksilberkonzentration in den Haaren von Müttern (bis und mit 45 Jahre alt) und deren Kindern (im Alter von 6 bis 11 Jahren) gemessen. Zur Erfassung möglicher Belastungsquellen wurden Informationen zur Wohnumgebung, zur Wohnung, zur Ernährung, zum Rauchverhalten und zu belastungsrelevanten Verhaltensweisen mittels eines Interviews erfasst. Die Schweiz nahm unter der Federführung des Bundesamtes für Gesundheit an dieser Pilotstudie teil. Die Datenerhebung erfolgte im Kanton Bern und wurde bei 120 Mutter-Kind-Paaren aus der Stadt Bern und 7 ländlichen Gemeinden des Oberaargaus durchgeführt. Die untersuchte, für die Schweiz jedoch nicht repräsentative, Stichprobe zeigt nach derzeitiger wissenschaftlicher Bewertung keine gesundheitsrelevante Schadstoffbelastung in Bezug auf Cadmium, Quecksilber und die Phthalatmetabolite (u.a. Verwendung als Weichmacher). Bei allen Müttern, die auch im Interview angaben, Raucherinnen zu sein, konnte Cotinin (Abbauprodukt von Nikotin, im Tabak vorzufinden) im Urin nachgewiesen werden. Der Wert überstieg dabei den Schwellenwert, ab welchem von Raucherinnen gesprochen wird. Bei allen übrigen Müttern und Kindern der Studienpopulation war der Wert von Cotinin entweder unter oder knapp über der Bestimmungsgrenze, was darauf hindeutet, dass diese Personen (insbesondere die Kinder der rauchenden Mütter) keiner Passivrauchbelastung ausgesetzt waren. Im Rahmen der Pilotstudie DEMOCOPHES konnten wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, auf welche bei der Vorbereitung und Durchführung zukünftiger nationaler Erhebungen zurückgegriffen werden kann.

Themen

Human Biomonitoring, Schadstoffe, Exposition, Gesundheit, Analytik, Ethik und Datenschutz, Interpretation, Toxikologie, Epidemiologie, Mutter-Kind-Population

2 Einführung

Ob in der Umwelt, bei der Arbeit oder im Haushalt – in unserem Alltag sind wir in ständigem Kontakt mit einer Vielfalt von Chemikalien oder chemischen Produkten wie Reinigungsmittel, Farben, Kosmetika, Lebensmittel, Möbel, Plastikwaren. Diese Chemikalien oder chemischen Produkte können sehr nützlich sein und das Leben erleichtern. Beim Gebrauch solcher Produkte können Chemikalien in unseren Körper gelangen und sich schädlich auswirken, wenn diese den Körper zu stark belasten. Allerdings muss eine Exposition gegenüber Chemikalien nicht zwingend gesundheitliche Folgen haben. Abhängig von der Stoffeigenschaft und deren Konzentration, können negative Auswirkungen u.a. auf Nerven-, Immun- und Hormonsystem auftreten, auch kann die Fruchtbarkeit beeinflusst oder die Entwicklung eines Fötus beeinträchtigt werden.

Das Human Biomonitoring (HBM) ist ein wichtiges Instrument in der Gesundheitsbeobachtung. Es umfasst die Konzentrationsmessung von chemischen Substanzen und deren Stoffwechselprodukten in Körperflüssigkeiten und Körpergeweben wie beispielsweise im Urin, im Blut, in der Muttermilch oder in den Haaren. Über ein HBM wird die direkte Körperbelastung erfasst, welche durch die Gesamtexposition gegenüber einem Stoff zustande kommt. D.h. es ist das Abbild aller Belastungsquellen (z.B. Nahrung, Luft, Wasser und Boden) und Aufnahmepfade (inhalativ, oral und dermal) wie auch sämtlicher individueller Einflussfaktoren (z.B. eigener Stoffwechsel).

Mit Hilfe der Resultate kann die Hintergrundbelastung (Ist-Zustand) in der Bevölkerung oder die Belastung bestimmter Bevölkerungsgruppen (wie z.B. Kinder) zu einem bestimmten Zeitpunkt gegenüber dem untersuchten chemischen Stoff (auch im internationalen Vergleich) bestimmt werden. In Verbindung mit toxikologischen und epidemiologischen Erkenntnissen können dann Aussagen darüber gemacht werden, ob das Ausmass der Exposition der Bevölkerung oder einzelner Bevölkerungsgruppen hinsichtlich der Gesundheitsrisiken vertretbar ist oder ob Massnahmen zur Risikoreduktion zu ergreifen sind.

Durch regelmässige Wiederholung der Erhebungen (z.B. im Rahmen einer nationalen Erhebung der Schadstoffbelastung mittels HBM) kann die zeitliche Entwicklung der Belastungssituation verfolgt werden. Dies erlaubt es, allfällige Gesundheitsrisiken frühzeitig mit adäquaten Massnahmen zu bekämpfen aber auch die Wirksamkeit bereits getroffener Massnahmen zu überprüfen und wo nötig, Korrekturen vorzunehmen.

Die Grenzen einer nationalen Belastungsanalyse sind vor allem durch limitierte finanzielle Mittel und fehlende bzw. noch nicht etablierten Analysemethoden gegeben. Eine grosse Herausforderung bei der Durchführung von HBM Studien stellt die richtige Auswahl des Studiendesigns dar, welches nationale und internationale Vergleiche zulassen sollte. Die Datenvergleichbarkeit ist unabdingbar, damit bei Unterschieden der Schadstoffbelastung, die erfasst wurden, gezielt nach spezifischen (lokalen) Belastungsquellen gesucht werden kann.

2.1 Bisherige Human Biomonitoring Studien in der Schweiz

Eine Analyse (Bericht des Bundesrates zum HBM in der Schweiz ^[1]) zeigte, dass in der Schweiz verschiedene HBM Projekte durchgeführt werden. Die Datenerfassung erfolgt allerdings projektbezogen und punktuell. Basierend auf diesen Einzelstudien ist eine repräsentative Darstellung der Schadstoffbelastung in der Schweiz nicht möglich. Zusammenfassend stellt der Bericht des Bundesrates fest, dass die Schweiz im Bereich

der nationalen Belastungsanalyse ein Entwicklungspotential aufweist. Deshalb wird im Bericht eine Förderung und Koordination der HBM Aktivitäten vorgeschlagen. In einem ersten Schritt sollen die Möglichkeiten, die Grenzen sowie die Kosten eines HBM in der Schweiz genauer abgeklärt werden.

Im internationalen Vergleich dazu nutzen bereits Deutschland, Belgien, die USA sowie weitere Länder HBM als Überwachungs- und Warnsystem, um Schadstoffbelastungen bzw. Unterversorgungen mit lebenswichtigen Stoffen frühzeitig zu erkennen und die Wirkung regulatorischer Massnahmen zu überprüfen.

2.2 COPHES und DEMOCOPHES

Mit dem Ziel, vergleichbare Daten zu erhalten, wird in der EU ein harmonisiertes Vorgehen im Bereich des Human Biomonitoring angestrebt. Der "Aktionsplan Umwelt und Gesundheit 2004 - 2010" der EU empfiehlt u.a. die Entwicklung eines vereinheitlichten Konzeptes für die biologische Überwachung in Europa. Um dieser Aufforderung nachzukommen, finanzierte die Europäische Kommission kürzlich zwei Projekte^[2]:

- **COPHES** (*Consortium to Perform Human Biomonitoring on a European Scale*). Dabei arbeiteten 35 Partner aus 27 Europäischen Länder an einer nachhaltigen Vorgehensweise für ein koordiniertes Human Biomonitoring innerhalb Europa (2009-2012) und unterstützten die Implementierung der Machbarkeitsstudie namens DEMOCOPHES.
- **DEMOCOPHES** (*Demonstration of COPHES*). Es handelt sich dabei um die erste Pilotstudie zur europaweiten Erfassung der Schadstoffbelastung in der Bevölkerung. In DEMOCOPHES wurden die in COPHES erarbeiteten Vorgehensweisen und Protokolle in 17 Ländern Europas umgesetzt und getestet (2010-2012). Auf die Erfahrungen, die im Rahmen von DEMOCOPHES gesammelt wurden, kann bei der Planung zukünftiger (nationaler) Studien zurückgegriffen werden.

Die Pilotstudie DEMOCOPHES wurde in den folgenden Ländern durchgeführt: Belgien, Dänemark, Deutschland, Grossbritannien (inkl. Nordirland), Irland, Luxemburg, Polen, Portugal, Rumänien, Schweiz, Schweden, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Zypern.

2.3 DEMOCOPHES in der Schweiz

Die Schweiz nahm unter der Federführung des Bundesamts für Gesundheit (BAG) an der Pilotstudie DEMOCOPHES teil. Ziel war es, durch die Teilnahme an DEMOCOPHES ein standardisiertes Vorgehen für HBM einzuführen, die Kosten eines nationalen HBM Programmes für die Schweiz abzuschätzen, sowie den Aufbau und Austausch eines nationalen und internationalen Netzwerkes zu fördern. Die aus DEMOCOPHES resultierenden Studienergebnisse zur Schadstoffbelastung waren eher zweitrangig, da es sich um eine Pilotstudie handelte und die Daten nicht repräsentativ für die Schweiz sind.

3 Studiendesign

3.1 Einschränkungen

Bei DEMOCOPHES handelt es sich um eine Pilotstudie. Dabei werden primär die erarbeiteten Protokolle und Vorgehensweisen in den 17 Ländern getestet. Dieser Testlauf wurde bewusst mit bestimmten Einschränkungen und Vereinfachungen durchgeführt, u.a. gegeben durch beschränkte finanzielle Mittel. Folglich sind bei der Interpretation der Resultate folgende Punkte zu berücksichtigen.

- Die Studienpopulation (Anzahl Versuchspersonen, Studienorte, etc.) repräsentiert nicht die allgemeine Bevölkerung der Schweiz.
- Eine Ableitung für national repräsentative Referenzwerte ist nicht möglich. Die erfassten Werte gelten nur für die entsprechenden Studienstandorte und die untersuchte Population.
- Die Population wurde lediglich auf 4 ausgewählte Schadstoffparameter untersucht.

3.2 Grösse der Studienpopulation

Um die Hintergrundbelastung eines Stoffes bestimmen zu können, wird die Messung der Chemikalien bei mindestens 120 Individuen einer Population empfohlen^[3]. Diese Anzahl erlaubt eine minimale statistische Auswertung. In DEMOCOPHES wurden pro Land 240 Studienteilnehmende rekrutiert, dies entspricht 120 Mutter-Kind-Paaren. In die EU Pilotstudie wurden so insgesamt 4000 Studienteilnehmende einbezogen. Diese Grösse ist ausreichend, um statistische Aussagen zu Unterschieden zwischen den Ländern und den Untergruppen machen zu können.

3.3 Involvierte Regionen

In jedem Land wurden beide Extreme der Urbanisierung mit einbezogen. Unter Berücksichtigung der nationalen Bedingungen und aufgrund der Einwohnerzahlen wurde jeweils eine Stadt- und eine Landregion ausgewählt, welche vorzugsweise nahe dem Studienzentrum lagen. In der Schweiz wurde die Studie in der Stadt Bern und in ländlichen Gemeinden der Region Oberrhein durchgeföhrt (Aarwangen, Herzogenbuchsee, Huttwil, Lotzwil, Madiswil inkl. Kleindietwil, Thunstetten).

3.4 Auswahl und Rekrutierung der Studienpopulation

Insgesamt wurden 120 freiwillige Mutter-Kind-Paare in die Studie involviert.

In der Pilotstudie konzentrierte man sich primär auf die sensitive Population der Kinder im Alter von 6 bis 11 Jahren (im Schulalter vor der Pubertät). Kinder können aufgrund ihrer Entwicklung, ihrer Physiologie (höhere Resorptions- und Respirationsrate) sowie ihres Verhaltens (aktiver, öfter im Freien) eine besondere Empfindlichkeit gegenüber Stoffexpositionen aufweisen. Zudem entspricht diese Altersgruppe derjenigen der „National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)“ Studien in den USA (Centers for Disease Control and Prevention^[4]), so dass ein Vergleich mit diesen Daten möglich ist.

Die Mütter im Alter bis und mit 45 Jahren wurden zur Repräsentation der Erwachsenenbevölkerung mit einbezogen. Frauen im fortpflanzungsfähigen Alter geben Hinweise auf die potentielle Exposition von Föten und Kleinkindern. Es handelt sich um eine Bevölkerungs-

gruppe, bei der Präventionsmassnahmen sehr effizient ausfallen können. Der Vergleich von Müttern mit ihren Kindern erlaubt Rückschlüsse auf mögliche Expositionsquellen und -wege.

Weitere Voraussetzungen für die Teilnahme waren, dass die Mutter-Kind-Paare seit mindestens 5 Jahren am Studienort wohnhaft waren und mindestens 16 Tage im Monat im gleichen Haushalt leben.

Die Einwohnergemeinden stellten unter Einhaltung des kantonalen Datenschutzgesetzes (KDSG, Art. 15) die zur Rekrutierung notwendigen Adressdaten der potentiellen Versuchspersonen zur Verfügung. Die Auswahl der Familien erfolgte zufällig. Sie erhielten ein Einladungsschreiben, eine Informationsbroschüre zur Studie sowie eine Antwortkarte für eine freiwillige Studienteilnahme oder ein Telefoninterview.

3.5 Feldarbeit und Hausbesuche

Die Mütter mit ihren Kindern wurden zum vereinbarten, einmaligen Termin von den Studienmitarbeiterinnen (sogenannten Feldarbeiterinnen) zu Hause besucht. Von Mutter und Kind wurde je eine Morgenurinprobe (zur Bestimmung von Cadmium, Cotinin und Phthalatmetaboliten) entgegengenommen sowie je eine kleine Haarsträhne (zur Bestimmung von Quecksilber in der Haarprobe) abgeschnitten. Anschliessend wurde mit der Mutter ein Interview mit Fragen zur Ernährung, zur Wohnung, zur Wohnumgebung, zum Rauchverhalten und zu weiteren belastungsrelevanten Verhaltensweisen durchgeführt. Um einen saisonalen Einfluss auszuschliessen, dauerte die Proben- und Datenerhebung europaweit vom Oktober 2011 bis Januar 2012. In der Schweiz wurde die Feldarbeit zwischen Oktober und Dezember 2011 parallel in Stadt und Land durchgeführt. Im Vorfeld an die eigentlichen Hausbesuche absolvierten die Feldarbeiterinnen ein theoretisches und praktisches Training sowie wurden Testhausbesuche durchgeführt. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Daten- und Probenerhebung nach Vorgaben der EU Protokolle erfolgte und die Daten vergleichbar sein werden.

3.6 Parameter und Analytik

Um die Kosten von DEMOCOPHES in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde die Anzahl der analytisch untersuchten Parameter auf 4 eingeschränkt. Auf die Untersuchung von Blutproben wurde wegen der hierfür erforderlichen aufwendigen Probenerhebung verzichtet. Die HBM Experten einigten sich darauf, **Cadmium**, **Cotinin** und bestimmte **Phthalatmetaboliten** im Urin sowie **Quecksilber** in den Haaren zu untersuchen (*Tabelle 1*).

Im Vordergrund der Auswahl stand einerseits das Vorhandensein einer ausreichend etablierten chemischen Analytik wie auch das Vorliegen fundierter gesundheitsbasierter Beurteilungs- oder statistisch abgeleiteter Referenzwerte im Hinblick auf eine Risikobeurteilung der Ergebnisse. Andererseits wurde mit den Phthalaten eine Stoffgruppe ausgewählt, deren chemische Analytik sehr komplex ist und in vielen Ländern noch nicht etabliert war. Zur Qualitätssicherung und Vergleichbarkeit der Resultate mussten die involvierten Labors an vorgängigen Ringversuchen und externen Qualitätskontrollen erfolgreich teilnehmen.

Die Morgenurinproben wurden gemäss den WHO-Richtlinien nur dann für die Auswertung berücksichtigt, wenn die Kreatininwerte im Bereich von 300 bis 3000 µg/L Urin lagen.^[5]

Tabelle 1 - Medium, Parameter, Metabolit

Medium	Parameter	Metabolit
Haare	<i>Quecksilber (Hg)</i>	-
Urin	<i>Cadmium (Cd)</i>	-
	Nikotin	<i>Cotinin</i>
	Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	<i>Mono(2-ethylhexyl)phthalat (MEHP)</i>
		<i>5OH-Mono(2-ethylhexyl)phthalat (5OH-MEHP)</i>
		<i>5oxo-Mono(2-ethylhexyl)phthalat (5oxo-MEHP)</i>
	Benzylbutylphthalat (BBzP)	<i>Mono-benzylphthalat (MBzP)</i>
	Di-n-butylphthalat (DnBP)	<i>Mono-n-butylphthalat (MnBP)</i>
	Di-iso-butylphthalat (DiBP)	<i>Mono-iso-butylphthalat (MiBP)</i>
Diethylphthalat (DEP)	<i>Mono-ethylphthalat (MEP)</i>	

In *kursiver* Schrift sind die in der Studie untersuchten Chemikalien bzw. Metabolite dargestellt.

Quecksilber ist ein Metall, das u.a. in kleinen Mengen in Energiesparlampen oder in Zahnfüllungen (Amalgam) eingesetzt wird. Es wurde früher in Thermometern verwendet. Es kann auch als Schadstoff in Fischen und Meeresfrüchten vorkommen. Chronische Expositionen gegenüber Quecksilber sind mit Beeinträchtigungen des Zentralnervensystems verbunden und wirken sich besonders schädlich während der Entwicklung aus.^[28]

Cadmium ist ein Metall, das u.a. in Batterien und in Farben („Cadmiumgelb“) verwendet wird. Es kann auch in Nahrungsmitteln mit teilweise hohen Cadmiumgehalten (Wildpilze, Innereien, Schalentiere) vorkommen sowie im Tabak. Das meist betroffene Organ bei chronischer Cadmiumbelastung sind die Nieren. Weiter sind bei zu hoher Belastung eine verminderte Knochendichte und kardiovaskuläre Effekte bekannt. Aufgrund Tier- und Humanstudien wurde Cadmium und Cadmiumverbindungen als krebserregend eingestuft.^[29]

Cotinin ist ein Stoffwechselprodukt des Nikotins. Die Konzentration von Cotinin im Urin gibt Rückschluss auf die Rauch- bzw. Passiverrauchexposition.^[30]

Phthalate sind Verbindungen, die vor allem und in grossem Umfang bei der Herstellung von Kunststoffen eingesetzt werden. Sie werden auch „Weichmacher“ genannt. Durch deren Zusatz wird der Kunststoff flexibel, dehnbar und elastisch. Aufgrund des häufigen Einsatzes sind wir in unserem Alltag vielen Phthalaten ausgesetzt. Typische Anwendungsbereiche sind Folien, Fussbodenbeläge, Schläuche, Kabel, Farben, Lacke aber auch Kosmetikartikel wie Nagellack und Haarsprays. Sie dienen auch als fettfreie Schmiermittel, Lösungsmittel sowie als Trägerflüssigkeit in Pestiziden, Kosmetika und Parfums. Zudem sind sie als Hilfsstoff in Arzneimitteln zu finden. Phthalate weisen im Allgemeinen nur eine geringe akute Toxizität auf. Bei längerer oder wiederholter Exposition zeigen gewisse Phthalate im Tierversuch eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit sowie Entwicklungsstörungen bei Nachkommen. Für mehrere Phthalate konnte bei Tieren eine hormonaktive Wirkung nachgewiesen werden.^[31] HBM zeigte sich in verschiedenen Studien aus den USA und Deutschland als ausgezeichnete Methode, um die humane Phthalatexposition aufzuzeigen. Die Allgemeinbevölkerung und Kinder sind Phthalaten heutzutage praktisch überall ausgesetzt.^[6,7]

3.7 Statistische Auswertung, Interpretation und Kommunikation der Daten

Die COPHES Arbeitsgruppe für Statistik und Interpretation verfasste Vorgaben und Anleitungen, nach welchen jedes Land die statistische Auswertung durchführte. Nach der Qualitätskontrolle der Fragebogen- und analytischen Daten wurde die deskriptive statistische Auswertung der Fragebögen durchgeführt. Vergleiche wurden mittels nicht-parametrischer Verfahren (Chi-Quadrat-Test, exakter Test nach Fisher) durchgeführt.

Die Daten wurden mit wissenschaftlich abgeleiteten, gesundheitsbasierten Beurteilungswerten (Human Biomonitoring I & II Werte der deutschen Human Biomonitoring Kommission^[8]), Biomonitoring Equivalents (BE) Werte^[9] sowie mit statistisch abgeleiteten Referenzwerten oder Studienwerten anderer Länder verglichen.

Die Studienteilnehmende erhielten die persönlichen Studienresultate inklusive Bewertung. Im Anschluss an die nationale Datenauswertung folgte die Gesamtauswertung der Pilotstudie auf EU Ebene.

3.8 Ethik und Datenschutz

Die Studie wurde von der Kantonalen Ethikkommission Bern bewilligt. Die Studiendaten der Teilnehmer/innen wurden anonymisiert, so dass keine Rückschlüsse auf deren Identität gezogen werden können.

4 Resultate

4.1 Rekrutierung

Um die 120 Mutter-Kind-Paare in die Studie einschliessen zu können, wurden Einladungsschreiben zur freiwilligen Studienteilnahme an rund 1200 Familien verschickt. Einbezogen wurde die Stadt Bern sowie 7 ländliche Gemeinden des Oberaargaus (Aarwangen, Herzogenbuchsee, Huttwil, Lotzwil, Madiswil inkl. Kleindietwil, Thunstetten). Eine Übersicht über die Anzahl Antworten und Teilnahmen an der Studie ist in der *Tabelle 2* dargestellt.

Tabelle 2 – Anzahl Einladungen, Antworten und Teilnahmen an der Studie

Anzahl	Total	Land	Stadt
Einladungen (Einladungsbriefe versendet)	1198	598	600
Antworten (Antwortkarte retour)	406	192	214
Antworten (%)	33.9	32.1	35.7
davon			
Keine Teilnahme (kein Interesse, keine Zeit, leere Antwortkarte)	91	42	49
Keine Teilnahme aber Telefoninterview	103	45	58
Teilnahme gewünscht, aber Einschlusskriterien nicht erfüllt	77	40	37
Teilnehmende Familien	135	65	70
Teilnehmende Familien mit kompletten Daten	120	60	60
Teilnehmende Familien mit kompletten Daten (% Total der Einladungen)	10	10	10

Rund ein Drittel aller angeschriebenen Familien retournierten das Antwortschreiben. Von allen übrigen Familien gab es keine Rückmeldung. Die Teilnahmequote der Familien mit kompletten Datensätzen betrug am Ende der Studie 10%, was sich mit den Erwartungen deckte. Zwischen den beiden Regionen gab es diesbezüglich keinen Unterschied.

Die Hauptgründe der 91 Familien von einer Studienteilnahme abzusehen waren: kein Interesse, keine Zeit und zu viele Anfragen für andere Studien und Umfragen. Insgesamt 103 Familien wollten zwar an der Studie nicht teilnehmen, waren aber gewillt, während eines kurzen Telefoninterviews (Dauer ca. 5min) Auskunft über das Rauchverhalten, über den Fischkonsum und über die Erwerbstätigkeit zu geben (Resultate sind in *Tabelle 5* dargestellt). 77 Familien konnten trotz ihrer Bereitschaft für eine Teilnahme nicht in die Studie mit einbezogen werden, da die Einschlusskriterien (Altersgrenze der Mutter ≤ 45 Jahre alt, seit mindestens 5 Jahren in der entsprechenden Gemeinde wohnhaft) nicht erfüllt waren.

Für die Auswertung konnten nur komplette Datensätze der Mutter-Kind-Paare berücksichtigt werden, d.h. es wurden Haar- und Urinproben von Mutter und Kind benötigt und es musste 80% des Fragebogens beantwortet sein. Damit am Ende 120 komplette Datensätze erreicht werden konnten, wurden 15 Familien mehr (insgesamt 135) in die Studie einbezogen.

Die Rekrutierung war zeitaufwändig, verlief aber nach Plan. Von den 120 vereinbarten Terminen für die Hausbesuche mussten nur 9 Termine in der Stadt sowie 3 Termine auf dem Land aufgrund Krankheit oder unvorhergesehenen Ereignissen verschoben werden.

4.2 Studienteilnehmende - Charakterisierung der Studienpopulation

Tabelle 3 zeigt das Alter und die Altersverteilung der Mütter sowie das höchste Bildungsniveau innerhalb der Familien auf, welche in die Studie einbezogen werden konnten. Die Einteilung des Bildungsniveaus wurde aufgrund der Klassifizierung und Charakterisierung der ISCED (International Standard Classification of Education der UNESCO) vorgenommen.^[10, 11]

Tabelle 3 – Alter, Altersverteilung der Mütter und Bildungsniveau der Familie

Parameter - Mütter	Statistik	Total (n=120)		Land (n=60)		Stadt (n=60)	
Alter (Jahre)							
Median	n	41		40		42	
Minimum / Maximum	n	27	45	31	45	27	45
Altersverteilung							
≤ 35 Jahre	n, %	18	15.2	15	12.5	3	2.5
35-40 Jahre	n, %	41	34.2	22	18.3	19	15.8
≥ 40 Jahre	n, %	61	50.8	23	19.2	38	31.7
Höchster Bildungsabschluss der Familie							
Primär - Sekundär	n, %	1	0.8	0	0	1	0.8
Höher Sekundär	n, %	43	35.8	34	28.3	9	7.5
Tertiär	n, %	76	63.4	26	21.7	50	41.7

Die Einteilung des Bildungsabschlusses wurde aufgrund der ISCED Klassifizierung vorgenommen. **Primäre – Sekundär** (ISCED 0-2): keine schulische Bildung – Sekundarstufe I; **Höher sekundär** (ISCED 3-4): Sekundarstufe II (Gymnasiale / Berufsmaturität, Fachmittelschule / Berufsbildung) – Zweitausbildung nicht tertiär (Matura für Erwachsene, Zweitausbildungen); **Tertiär** (ISCED 5-6): Tertiärstufe I (Universität, (Fach)Hochschule) – Tertiärstufe II (Doktorat, Habilitation, Professur).

Die Altersverteilung zeigt, dass v.a. Mütter der höheren Altersklasse (älter als 40 Jahre) an der Studie teilnahmen. Der Anteil an Mütter im Alter unter 35 Jahren war gering v.a. in der Stadt (2.5%). Dies konnte bereits während dem Rekrutierungsprozess festgestellt werden.

Die ungleichmässige Altersverteilung der Mütter könnte eine Folge der definierten Altersgrenzen der Mütter und Kinder sein. Das Durchschnittsalter der Mütter bei der Geburt in der Schweiz stieg in den letzten Jahren an. U.a. hat der Anteil an Müttern unter 30 Jahren abgenommen, während im gleichen Zeitraum der Anteil an Müttern über 35 Jahren zunahm.^[12] Dies wiederum könnte durch einen längeren Ausbildungsweg und einen damit verbundenen späteren Eintritt ins Berufsleben erklärt werden. Folglich ist der Anteil der jüngeren Mütter mit Kindern im Alter zwischen 6-11 Jahren grundsätzlich geringer.

Das Ausbildungsniveau der teilnehmenden Familien liegt über dem Schweizer Durchschnitt. Mehr als die Hälfte (63.3%) der Familien besaßen mindestens einen tertiären Bildungsabschluss (Universitäts-, Hochschulabschluss oder höher). In der Schweiz erlangen im Durchschnitt 27.6% der Männer und 21.7% der Frauen einen tertiären Bildungsabschluss.^[13]

Die Anzahl an Mädchen und Jungen sowie deren Altersverteilung sind in der Stadt und auf dem Land vergleichbar. Die Daten sind in *Tabelle 4* zusammengefasst. Insgesamt ist der Anteil an Mädchen 10% höher und in der Alterskategorie der 9-11 Jährigen sind die Kinder beider Geschlechter im Alter von 11 Jahren untervertreten.

Gewicht und Grösse der Mütter (Mediane: 64kg, 167cm) und Kinder (Mediane: 27kg, 132cm) sind in Stadt und Land vergleichbar.

Tabelle 4 – Geschlecht und Altersverteilung der Kinder

Parameter - Kinder	Statistik	Total (n=120)		Land (n=60)		Stadt (n=60)	
Geschlecht							
Junge	n, %	54	45	28	23.3	26	21.7
Mädchen	n, %	66	55	32	26.7	34	28.3
Altersverteilung							
5-8 Jahre	n, %	63	52.5	31	25.8	32	26.7
9-11 Jahre	n, %	57	47.5	29	24.2	28	23.3

Mit 103 Familien, welche eine Teilnahme an der Studie ablehnten, konnte ein ca. fünfminütiges Telefoninterview über mögliche Belastungsquellen (Rauchverhalten und Fischkonsum) und den sozio-ökonomischen Status (Erwerbstätigkeit beider Eltern, Alleinerziehend oder nicht) durchgeführt werden. Die Antworten wurden anschliessend mit den Antworten der Familien mit einer Studienteilnahme verglichen, um einen möglichen Selektionsbias in der Rekrutierung zu erfassen (vgl. *Tabelle 5*).

Tabelle 5 – Vergleich der Familien mit Teilnahme an der Studie versus Familien mit Telefoninterview

Parameter	Statistik	Teilnahme (n=120)		Telefoninterview (n=103)		p-Wert
Rauchende Mütter	n, %	10	8.3	21	20.4	0.009
Haushalt mit mind. 1 Raucher/in	n, %	26	21.7	41	39.8	0.003
Fisch/ Meeresfrüchte mind. 1x pro W	n, %	60	50	54	52.4	0.718
Alleinerziehende Mütter		7	5.8	13	12.6	0.077
Erwerbstätige Mütter	n, %	99	83.2	83	80.6	0.614
Erwerbstätige Väter	n, %	110	99.1	87	96.7	0.327*

Zur Überprüfung der Verteilung wurde ein Chi-Quadrat Test angewendet. Bei ≤ 5 Beobachtungen wurde der Non-parametrische Fisher's Exact* Test angewendet. Signifikanzniveau (p -Wert ≤ 0.05).

Bei der involvierten Mutter-Kind-Population waren nur 8.3% der Mütter Raucherinnen. Dieser Anteil ist signifikant tiefer als derjenige der im Telefoninterview befragten Mütter (20.4%). Im Vergleich dazu: der Anteil an rauchenden Frauen (> 15 jährig) in der Schweiz beträgt 20.9%.^[14] Auch der Anteil an Haushalten mit rauchenden Personen (21.7%) ist in der Studienpopulation tiefer als bei den am Telefon befragten Familien. Ferner liegt der Anteil an alleinerziehenden Müttern (5.8%) unter dem Schweizerischen Mittel.

Die Adressdaten der möglichen Versuchspersonen wurden zufällig ausgewählt und von den entsprechenden Einwohnergemeinden zur Verfügung gestellt. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass die Studienpopulation hinsichtlich des sozio-ökonomischen Status, des Bildungsniveaus wie auch hinsichtlich verschiedener Expositionsquellen (z.B. Fischkonsum, Rauchverhalten) möglichst repräsentativ ist. Dennoch zeigt die Analyse, dass die Studienpopulation bezüglich Rauchverhalten, Bildungsniveau und Sozialstatus (Alleinerziehende, Einkommen) einen Selektionsbias aufweist. Die untersuchte Mutter-Kind-Population ist somit nicht repräsentativ für die Schweizer Bevölkerung. Diese Tatsache muss bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden.

4.3 Auswertung der Fragebogendaten zu möglichen Belastungsquellen

Mittels Fragebogen wurden zusätzliche Informationen zu Nahrungsmitteln, zur Wohnung, zur Wohnumgebung, zum Rauchverhalten und bestimmten Verhaltensweisen erhoben, um mögliche Expositionsquellen der untersuchten Chemikalien erfassen zu können.

Bei den Müttern gibt es keinen regionalen Unterschied in der Häufigkeit des Konsums von Alkohol, Reis, Fleisch, Innereien, Wildfleisch und Waldpilze, Fisch, Haselnussbrot-aufstrich, Fertiggerichten, Milch und Käse, Cerealien, Schokolade, Glacé und des Kauens von Kaugummi. Selbst angebaute Früchte und selbst angebautes Gemüse werden in der Landregion häufiger verzehrt. In der Stadt wird dagegen vermehrt in Kantinen und Mensen gegessen. Die öffentliche Wasserversorgung (Hahnenwasser) ist die Hauptquelle für Trinkwasser in beiden Regionen, wobei 10 von 60 Familien auf dem Land eine eigene Quelle besitzen. Nur 10.9% aller Familien gaben an, mehrheitlich Wasser kommerzieller Anbieter (Mineralwasser) zu trinken.

Im Hinblick auf eine mögliche Phthalatexposition wurde nach dem Gebrauch von Plastikhandschuhen für die Haus- und Gartenarbeit, das Vorhandensein von PVC-Böden und -Wandtapeten sowie der Gebrauch von Kosmetika und Pflegeprodukte wie Shampoo, Duschgel, Parfum, Crèmes sowie Make-up gefragt. Es zeigten sich dabei keine Unterschiede zwischen Stadt und Land.

Der Verzehr von selbst angebauten Früchten und selbst angebautem Gemüse ist bei Kindern in der Landregion (n = 36) häufiger als bei Kinder in der Stadt (n = 18). Im Vergleich zur Landregion essen in der Stadt 10 Kinder mehrmals pro Woche in einer Kantine oder einer Mensa.

Ein Drittel aller Kinder spielt täglich mit Plastikspielzeug, 60% weniger häufig als täglich, und nur 5.9% gaben an, nie mit Plastikspielzeug zu spielen.

Bei 10% aller Familien zerbrach in der Vergangenheit mindestens einmal eine Energiesparlampe. 10% aller Familien gaben an, dass schon mal ein Quecksilberfieberthermometer zu Bruch ging.

4.4 Quecksilber in Haaren

Die höchst gemessene Quecksilberkonzentration in Haaren beträgt bei den Müttern 1.33 µg/g Haar und bei den Kindern 0.95 µg/g Haar (*Tabelle 6*).

Tabelle 6 – Quecksilberkonzentrationen (µg/g) im Haar der Mütter und Kinder

	n	% >LOQ	Geometrisches Mittel	Minimum	Perzentil P95	Maximum
Mütter	120	93.30%	0.16	0.01	0.69	1.33
Kinder	120	78.30%	0.08	0.01	0.54	0.95

n: Anzahl gültige Haarproben; % > LOQ: Prozentsatz der Werte über der Bestimmungsgrenze; P95: 95igste Perzentile.

Zur gesundheitlichen Beurteilung der Körperbelastung mit Quecksilber wird in der Regel der Gehalt in Urin und Vollblut herangezogen^[15]. Da die Konzentration in den Haaren gut mit der Konzentration im Blut korreliert, kann diese als gute Näherung für eine Beurteilung verwendet werden. Nach Bewertung aller verfügbaren Daten hat die Deutsche Human-Biomonitoring Kommission festgehalten, dass unterhalb eines Wertes von 5 µg Quecksilber pro g Haar bei Erwachsenen keine gesundheitlichen Risiken bestehen. Um die be-

sondere Empfindlichkeit bei Föten gegenüber Methylquecksilber zu berücksichtigen, wurde ein zweiter, entsprechend strengerer Beurteilungswert hinzugezogen (*Tabelle 7*). Auch die höchsten, gemessenen Quecksilbergehalte liegen deutlich unterhalb dieser Beurteilungswerte. Folglich besteht für die untersuchte Mutter-Kind-Population kein gesundheitliches Risiko.

Tabelle 7 – Richtwerte für Quecksilberkonzentrationen ($\mu\text{g/g}$) in Haaren

		Beurteilungswert	Überschreiter/innen	
			Mütter % (n)	Kinder % (n)
$\mu\text{g/g}$	Wert auf welchem die Modellierung des HBM I Wertes im Blut basiert. Aufgrund der Korrelation von Quecksilber (Hg) in Blut und Hg in Haaren, kann der Wert auf für Hg in Haaren angewendet werden (HBMC 1999) ^[15]	5,0	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	Beurteilungswert basierend auf Daten der United Nations Environment Programm (UNEP) und der World Health Organisation (WHO) (UNEP/WHO 2008) ^[16]	2.3	0.0 % (0)	0.0 % (0)

Die Mütter mit den höchsten Quecksilberkonzentrationen essen häufiger Salzwasserrische und Meeresfrüchte. Die Anzahl Amalgamzahnfüllungen sowie allfällig zerbrochene quecksilberhaltige Fieberthermometer oder Energiesparlampen haben dagegen keinen Einfluss auf die im Haar gemessene Quecksilberkonzentration. Eine signifikante Korrelation ($p < 0.001$) besteht zwischen der Quecksilberkonzentration bei Mutter und Kind. Dies dürfte auf die umwelt- bzw. umgebungsbedingte Hintergrundbelastung dieses Schwermetalls zurückzuführen sein.

Um die Daten der Schweizer DEMOCOPHES Studie mit anderen Erhebungen vergleichen zu können, wurde das 95igste Perzentil (P95) für die Population Mutter-Kind Population abgeleitet. Der Wert P95 bedeutet: 95% aller untersuchten Personen weisen eine Konzentration auf, die kleiner oder gleich diesem Wert ist. In *Tabelle 8* sind die aktuellen Studiendaten im Vergleich zu anderen Erhebungen dargestellt.

Tabelle 8 – Resultate der Quecksilberkonzentrationen ($\mu\text{g/g}$) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	Perzentil P95 in $\mu\text{g/g}$ Haaren
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	120	0.54
	Österreich ^[17]	6-11	2009	50	0.065
	Tschechische Republik ^[18]	8-10	2008	316	0.60
	Frankreich ^[19]	3-17	2006-2007	1364	1.20
	USA (NHANES) ^[20]	1-5	1999-2000	838	0.64
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	28-45	2011	120	0.69
	Österreich ^[17]	20-45	2009	50	0.221
	France ^[19] (♀/♂)	18-74	2006-2007	365	1.80
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	1999-2000	1726	1.73

4.5 Cadmium im Urin

Die höchst gemessene Cadmiumkonzentration beträgt bei den Müttern 0.91 µg/L Urin und bei den Kindern 0.24 µg/L Urin (*Tabelle 9*).

Tabelle 9 – Cadmiumkonzentrationen (µg/L) im Urin der Mütter und Kinder

	n	% >LOQ	Geometrisches Mittel	Minimum	Perzentil P95	Maximum
Mütter	117	94.00%	0.19	0.04	0.59	0.91
Kinder	119	68.10%	0.08	0.04	0.19	0.24

n: Anzahl gültige Haarproben; % > LOQ: Prozentsatz der Werte über der Bestimmungsgrenze; P95: 95igste Perzentile.

Tabelle 10 – Gesundheitsbasierte Beurteilungswerte für Cadmium (µg/L) im Urin

	HBM Wert ^[21]	Gesundheitsbasierter Beurteilungswert (µg/L Urin)	Überschreiter/innen % (n)
Erwachsene			
	HBM I	1	0.0 % (0)
	HBM II	4	0.0 % (0)
Kinder			
	HBM I	0.5	0.0 % (0)
	HBM II	2	0.0 % (0)

Weder Mütter noch Kinder überschritten den entsprechenden gesundheitsbasierten Beurteilungswert (HBM I Wert, vgl. *Tabelle 10*). Für die untersuchte Mutter-Kind-Population besteht somit kein gesundheitliches Risiko.

Tabelle 11 – Resultate der Cadmiumkonzentrationen (µg/L) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	Perzentil P95 in µg/L Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	0.19
	Deutschland (Umwelt-Survey) ^[22]	3-14	2003-2006	1734	0.2
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	1999-2000	310	0.28
			2001-2002	368	0.28
			2003-2004	287	0.31
			2005-2006	355	0.24
			2007-2008	394	0.23
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤45	2011	119	0.59
	Deutschland (Umwelt-Survey) ^[22]	18-69	1997-1999	4740	0.8
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	1999-2000	1136	1.10
			2001-2002	1355	1.17
			2003-2004	1266	1.20
			2005-2006	1305	0.98
			2007-2008	1300	1.09

4.6 Cotinin im Urin

Cotinin (Abbauprodukt von Nikotin) war im Urin jener 10 Mütter nachweisbar, die angaben, Raucherinnen zu sein: 4 Frauen rauchten täglich, 6 Frauen gelegentlich. Die jeweilige Cotininkonzentration überstieg den Schwellenwert von 50 µg Cotinin pro g Kreatinin im Urin, ab welchem von Raucherinnen gesprochen wird.^[23] Bei allen übrigen Müttern und Kindern der Studienpopulation war der Wert von Cotinin entweder unter oder knapp über der Bestimmungsgrenze, was darauf hindeutet, dass diese Personen (insbesondere auch die Kinder der rauchenden Mütter) keinem Passivrauch ausgesetzt waren. Dies deckt sich u.a. mit den Angaben der Raucherinnen, dass in den Wohnungen nicht geraucht würde.

Tabelle 12 – Cotininkonzentrationen (µg/g Kreatinin) im Urin der Mütter und Kinder

Population	n	Studienwert P ₉₅ (µg/g Kreatinin)	Schwellenwert Raucher/in ^[22] (µg/g Kreatinin)
Mütter (Raucherinnen)	8*	1987	50
Mütter (Nichtraucherinnen)	110	-	-
Kinder	120	-	-

*Grundsätzlich n=10 Raucherinnen; Ausschluss nach WHO Richtlinien, wenn 0.3 µg/L > Kreatininkonzentration > 3 µg/L [5]

4.7 Phthalatmetabolite im Urin

Im Rahmen von DEMOCOPHES wurden 5 Phthalate eingeschlossen bzw. 7 Phthalatmetabolite im Urin untersucht (vgl. *Tabelle 1*). In *Tabelle 13* sind die Studienwerte zusammengefasst*.

Tabelle 13 – Konzentration der Phthalatmetabolite (µg/L) im Urin der Mütter und Kinder*

MEHP	n	% >LOQ	Geometrisches Mittel	Minimum	P95	Maximum
Mütter	117	18.8	2.5	2.0	10	28
Kinder	119	14.3	2.3	2.0	6	18
5-OH-MEHP						
Mütter	117	47.0	8.4	4.6	36	64
Kinder	119	70.6	12.3	4.6	49	91
5oxo-MEHP						
Mütter	117	58.1	6.8	3.1	24	48
Kinder	119	87.4	11.4	3.1	36	58
MEP						
Mütter	117	74.4	28.1	5.5	200	1100
Kinder	119	69.7	18.8	5.5	89	160
MBzP						
Mütter	117	27.4	3.5	2.5	13	20
Kinder	119	57.1	4.8	2.5	28	280
MnBP						
Mütter	117	93.2	13.2	2.2	60	97
Kinder	119	98.3	19.4	2.2	55	130
MiBP						
Mütter	117	93.2	13.1	2.5	36	81
Kinder	119	97.5	19.7	2.5	58	110

n: Anzahl gültige Urinproben; % > LOQ: Prozentsatz der Werte über der Bestimmungsgrenze; P95: 95igste Perzentile.

* Die Studiendaten wurden in µg/L Urin und in µg/g Kreatinin im Urin ausgewertet. Da die resultierenden Aussagen gleich sind, werden im Folgenden nur die Daten und Auswertungen in der Einheit µg/L Urin gezeigt.

Die Werte für die Phthalatmetabolite MEHP, MBzP und 5-OH-MEHP (Letzteres nur bei den Kindern) lagen bei weniger als 50% aller Urinproben oberhalb der Bestimmungsgrenze (%>LOQ).

Zur Beurteilung der Phthalatbelastungen werden die Studienwerte mit den gesundheitsbasierten Beurteilungswerten HBM I Wert der deutschen HBM Kommission^[8] sowie den Biomonitoring Equivalents (BE) Werten^[9] verglichen (*Tabelle 14*). Auch die höchsten gemessenen Phthalatgehalte liegen unterhalb dieser Beurteilungswerte. Folglich besteht für die untersuchte Mutter-Kind-Population nach derzeitigem Wissenstand kein gesundheitliches Risiko.

Tabelle 14 – Gesundheitsbasierte Beurteilungswerte für die untersuchten Phthalate bzw. für die Summe ihrer Metabolite im Urin (µg/L)

		Beurteilungswert	Überschreiter/innen	
			Mütter % (n)	Kinder % (n)
DEHP gemessen als Summe von 5-OH-MEHP, 5-oxo-MEHP ^[24]				
µg/L	HBM I Wert für Kinder (6-13 jährig)	500		0.0 % (0)
	HBM I Wert für Erwachsene im fortpflanzungsfähigen Alter	300	0.0 % (0)	
DEHP gemessen als Summe von MEHP, 5-OH-MEHP, 5-oxo-MEHP ^[25]				
µg/L	BE (basierend auf ATSDR Intermediate MRL)	1'900	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	BE (basierend auf ATSDR chronic MRL)	800	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	BE (basierend auf EFSA TDI)	660	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	BE (basierend auf Health Canada chronic TDI)	610	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	BE (basierend auf USEPA chronic RfD)	260	0.0 % (0)	0.0 % (0)
DEP gemessen als MEP ^[26]				
µg/L	BE (basierend on USEPA subchronic RfD)	18'000	0.0 % (0)	0.0 % (0)
BBzP gemessen als MBzP ^[26]				
µg/L	BE (basierend on EFSA subchronic TDI)	12'000	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	BE (basierend on Health Canada subchronic TDI)	31'000	0.0 % (0)	0.0 % (0)
	BE (basierend on USEPA subchronic RfD)	3'800	0.0 % (0)	0.0 % (0)

MRL: maximal residue limit; TDI: total daily intake; RfD: reference dose

In *Tabelle 15-21* werden die aktuellen Studiendaten (zu der Belastung durch die untersuchten Phthalate bzw. ihrer Metabolite) mit den Ergebnissen anderer Erhebungen im Ausland verglichen.

Die Phthalatbelastung in der untersuchten Mutter-Kind-Population ist insgesamt vergleichbar oder geringer als die Belastungen in den nationalen Erhebungen der USA (NHANES) oder Deutschland (Umwelt-Survey). Mit Ausnahme der DEP-Werte liegen die Werte allerdings über jenen der Österreichischen Human Biomonitoring Studie. In der Regel weisen die Kinder höhere Werte auf als die Mütter. Dies ist insbesondere für Phthalate der Fall, welche mehrheitlich via Nahrung aufgenommen werden. Relative zu ihrem Körpergewicht ist die Exposition durch die Nahrungsaufnahme bei Kindern grösser. Zudem kann die Exposition gegenüber Phthalaten durch vermehrten Kontakt mit Hausstaub erhöht sein, z.B. beim Spielen auf dem Boden. Einzig im Falle von DEP war die Belastung bei den Müttern höher als bei den Kindern. DEP kommt v.a. in Kosmetika und Körperpflegeprodukten vor.

Tabelle 15 – Resultate der MEHP-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in $\mu\text{g/L}$ Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	6.1
	Deutschland (Umwelt-Survey, GerES IV) ^[27]	3-14	2003-2006	599	25
	Österreich ^[17]	6-11	2009	49	4.6
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	2003-2004	342	27.6
			2005-2006	356	19.7
			2007-2008	389	15.1
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤ 45	2011	119	10
	Österreich ^[17]	20-45	2009	49	5
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	2003-2004	1355	27.8
			2005-2006	1278	30.8
			2007-2008	1310	26.4

Tabelle 16 – Resultate der 5-OH-MEHP-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in $\mu\text{g/L}$ Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	91
	Deutschland (Umwelt-Survey, GerES IV) ^[27]	3-14	2003-2006	592	160
	Österreich ^[17]	6-11	2009	50	9
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	2003-2004	342	318
			2005-2006	356	206
			2007-2008	389	242
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤ 45	2011	119	64
	Österreich ^[17]	20-45	2009	50	18
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	2003-2004	1355	214
			2005-2006	1278	232
			2007-2008	1310	223

Tabelle 17 – Resultate der 5-oxo-MEHP-Konzentration (µg/L) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in µg/L Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	58
	Deutschland (Umwelt-Survey, GerES IV) ^[27]	3-14	2003-2006	592	120
	Österreich ^[17]	6-11	2009	44	7
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	2003-2004	342	197
			2005-2006	356	126
			2007-2008	389	137
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤45	2011	119	48
	Österreich ^[17]	20-45	2009	48	12
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	2003-2004	1355	143
			2005-2006	1278	159
			2007-2008	1310	122

Tabelle 18 – Resultate der MEP-Konzentration (µg/L) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in µg/L Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	89
	Österreich ^[17]	6-11	2009	44	140
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	1999-2000	328	499
			2001-2002	393	533
			2003-2004	342	546
			2005-2006	356	522
			2007-2008	389	296
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤45	2011	119	200
	Österreich ^[17]	20-45	2009	48	280
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	1999-2000	1326	1470
			2001-2002	1411	1230
			2003-2004	1355	1710
			2005-2006	1278	1310
			2007-2008	1310	1050

Tabelle 19 – Resultate der MBzP-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in $\mu\text{g/L}$ Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	280
	Deutschland (Umwelt-Survey, GerES IV) ^[27]	3-14	2003-2006	592	75
	Österreich ^[17]	6-11	2009	44	9
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	1999-2000	328	154
			2001-2002	393	169
			2003-2004	342	184
			2005-2006	356	116
			2007-2008	389	131
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤ 45	2011	119	20
	Österreich ^[17]	20-45	2009	48	4
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	1999-2000	1326	73.9
			2001-2002	1411	88.0
			2003-2004	1355	72.5
			2005-2006	1278	62.1
			2007-2008	1310	64.4

Tabelle 20 – Resultate der MnBP-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in $\mu\text{g/L}$ Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	130
	Deutschland (Umwelt-Survey, GerES IV) ^[27]	3-14	2003-2006	592	300
	Österreich ^[17]	6-11	2009	44	22
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	1999-2000	328	166
			2001-2002	393	159
			2003-2004	342	191
			2005-2006	356	136
			2007-2008	389	119
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤ 45	2011	119	97
	Österreich ^[17]	20-45	2009	48	21
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	1999-2000	1326	167
			2001-2002	1411	121
			2003-2004	1355	137
			2005-2006	1278	124
			2007-2008	1310	132

Tabelle 21 – Resultate der MiBP-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) im Vergleich zu anderen Erhebungen

Population	Land	Alter	Zeitraum	Anzahl	P95 in $\mu\text{g/L}$ Urin
Kinder					
	DEMOCOPHES Schweiz	6-11	2011	117	110
	Deutschland (Umwelt-Survey, GerES IV) ^[27]	3-14	2003-2006	592	300
	Österreich ^[17]	6-11	2009	44	33
	USA (NHANES) ^[20]	6-11	2001-2002	393	23.4
			2003-2004	342	40.6
			2005-2006	356	49.1
			2007-2008	389	55.4
Frauen					
	DEMOCOPHES Schweiz	≤ 45	2011	119	81
	Österreich ^[17]	20-45	2009	48	22
	USA (NHANES) ^[20]	16-49	2001-2002	1411	18.7
			2003-2004	1355	20.5
			2005-2006	1278	29.8
			2007-2008	1310	39.8

5 Schlussfolgerung

Die Pilotstudie DEMOCOPHES in der Schweiz wurde im Oktober 2012 erfolgreich abgeschlossen. Das BAG konnte im Rahmen der Studie wichtige Erfahrungen sammeln, um die Kosten und Herausforderungen für die Durchführung und Planung künftiger nationaler Erhebungen mittels HBM beurteilen zu können.

Die in der Schweiz untersuchte Studienpopulation (120 Mutter-Kind Paare) zeigt nach derzeitigem Wissensstand keine relevante Schadstoffbelastung gegenüber Cadmium, Quecksilber und den untersuchten Phthalatmetaboliten. Cotinin konnte bei allen Müttern im Urin nachgewiesen werden, die im Interview angegeben hatten, Raucherinnen zu sein. Der Wert überstieg den Schwellenwert, ab welchem von Raucherinnen gesprochen wird. Bei allen übrigen Müttern und Kindern der Studienpopulation war der Wert von Cotinin entweder unter oder knapp über der Bestimmungsgrenze, was darauf hindeutet, dass diese Personen (insbesondere auch die Kinder der rauchenden Mütter) keiner Passivrauchbelastung ausgesetzt waren.

6 Weiterführende Informationen zur Pilotstudie DEMOCOPHES

Nationale Webseite: www.hbm-schweiz.ch

EU Webseite: www.eu-hbm.info

Bundesamt für Gesundheit
Direktionsbereich Verbraucherschutz
Abteilung Chemikalien
Tel.: +41 (31) 322 96 40
Fax: +41 (31) 324 90 34
Email: bag-chem@bag.admin.ch

7 Dank

Ein herzlicher Dank gilt allen Mutter-Kind-Paaren, welche an der Studie teilgenommen haben. Weiter danken wir dem Labor des Instituts für Arbeit und Gesundheit (IST) in Lausanne und dem Labor des Umweltbundesamtes in Österreich für die gute Kooperation und Laborarbeit. Ein grosser Dank geht an alle Personen der Studienadministration und Kommunikation sowie den Feldarbeiterinnen. Für die ausgezeichnete Zusammenarbeit danken wir dem Team des Umweltbundesamtes in Deutschland sowie dem Koordinations-team von COPHES und DEMOCOPHES mit allen daran beteiligten Arbeitsgruppen und Partnern.

COPHES wurde innerhalb des 7. Rahmenprogramms (FP7, Grant agreement Nr: 244237) und DEMOCOPHES von LIFE+ (LIFE+ "Policy and governance", Grant agreement LIFE09/ENV/BE/000410) der Europäischen Kommission finanziert bzw. finanziell unterstützt. Die Kosten für DEMOCOPHES in der Schweiz wurden vom BAG getragen.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesamt für Gesundheit. *Human Biomonitoring in der Schweiz*. Bern : s.n., 2009. www.hbm-schweiz.ch.
- [2] DEMOCOPHES, COPHES. Offizielle Projektwebseite. [Online] <http://www.eu-hbm.info/>.
- [3] Poulsen OM, Holst E, Christensen JM. Calculation and application of coverage intervals for biological reference values. *Pure and Appl. Chem.* 1997, Bd. 69, 7, S. 1601-16011.
- [4] Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>. [Online] [Zitat vom: 26. 10 2012.]
- [5] Barr DB, Wilder LC, Caudill SP, Gonzalez AJ, Needham LL, Pirkle JL. Urinary creatinine concentrations in the U.S. population: implications for urinary biologic monitoring measurements. *Environ. Health. Perspect.* 2005, Bd. 113, S. 192-200.
- [6] Becker K, Seiwert M, Angerer J, Heger W, Koch HM, Nagorka R, Rosskamp E, Schlüter C, Seifert B, Ulrich D. DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2004, Bd. 207, 5, S. 409-417.
- [7] Wittasek M, Heger W, Koch HM, Becker K, Angerer J, Kolossa-Gehring M. Daily intake of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) by German children - a comparison of two estimation models based on urinary DEHP metabolite levels. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2007, Bd. 210, 1, S. 35-42.
- [8] Umweltbundesamt Deutschland. [Online] [Zitat vom: 28. 10 2012.] <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/monitor/definitionen.htm>.
- [9] Hays, Sean. Biomonitoring Equivalents. [Online] [Zitat vom: 28. 10 2012.] <http://www.biomonitoringequivalents.net/index.html>.
- [10] UNESCO. [Online] [Zitat vom: 28. 10 2012.] http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced_1997.htm.
- [11] Bundesamt für Statistik. Bildungslandschaft Schweiz. [Online] [Zitat vom: 28.10.2012.] <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/01/bls.html>.
- [12] Bundesamt für Statistik. Durchschnittsalter der Mütter bei der Geburt. [Online] [Zitat vom: 28.10.2012] <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/06/blank/key/02/06.html>.
- [13] Bundesamt für Statistik. Bildungsstand. [Online] [Zitat vom: 28.10.2012.] <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/01/key/blank/01.html>.
- [14] Bundesamt für Gesundheit. *Suchtmonitoring Schweiz - Tabak*. 2012.
- [15] http://www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/HG-MONO_engl.pdf
- [16] <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>
- [17] Hohenblum P, Hutter H-P: Schadstoffe im Menschen, Umweltbundesamt GmbH, Wien, Report 0324, 2011: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0324.pdf>
- [18] Černa M, Krsková A, Šmíd J: Biological Monitoring in: Environmental Health Monitoring System in the Czech Republic, Summary Report 2008; <http://www.szu.cz/topics/environmental-health/environmental-health-monitoring>
- [19] Frery N, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Falq G, Guldner L: Exposure of the French population to environmental components of the French National Survey on Nutrition and Health – Initial results. Saint-Maurice (Fra): French Institute for Public Health Surveillance, September 2010: [www. Invs.sante.fr](http://www.Invs.sante.fr)
- [20] CDC, Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tables February 2012
- [21] <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/monitor/definitionen.htm>
- [22] www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/tab-ref-values-as-sb-metals.pdf

- [23] Riboli E, Trédaniel J, Saraci R, Preston-Martin S, Trichopoulos D. Misclassification of smoking status among women in relation to exposure to environmental tobacco smoke. *Eur. Respir. J.* 1995, Bd. 8, S. 285-290.
- [24] http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/tabelle-ref-werte-phthalatmetabolite_2011.pdf
- [25] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027323000900186X?cc=y>
- [26] http://www.cpsc.gov/about/cpsia/comments/BioEqDEP_DBP_BzBP.pdf
- [27] Becker K, Pick-Fuß H, Conrad A, Zigelski C, Kolossa-Gehring M, Göen T, Seidel A. Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/2006 - Human-Biomonitoring-Untersuchungen auf Phthalat- und Phenanthrenmetabolite sowie Bisphenol A. *Umwelt und Gesundheit* 04/2009 ISSN 1862-4340
- [28] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/03912/index.html?lang=de>
- [29] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00238/07698/12056/index.html?lang=de>
- [30] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00238/07698/12056/index.html?lang=de>
- [31] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/01378/index.html?lang=de>