

C. Schulz
K. Becker
M. Seiwert

Kinder-Umwelt-Survey

German Environmental Survey for Children

Zusammenfassung

Der Umwelt-Survey ist eine repräsentative Bevölkerungsuntersuchung, die seit Mitte der 80er-Jahre in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt wurde. Der Kinder-Umwelt-Survey ist der erste Survey nur für Kinder. Er findet statt in enger Kooperation mit dem ersten Kinder- und Jugendgesundheitsurvey an einer zufällig ausgewählten Unterstichprobe des Gesundheits-surveys von 1800 Kindern im Alter von 3 bis 14 Jahren. In Blut, Urin, Hausstaub, Innenraumluft und häuslichem Trinkwasser werden eine Vielzahl von Parametern analysiert. Sie umfassen neurotoxisch wirkende Stoffe (PCB, Pb, Hg); Kanzerogene/Ko-kanzerogene (PAK, Benzol, halogenierte flüchtige organische Verbindungen, As, Cd); Atemwegsreizungen/-erkrankungen, Allergien und Asthma induzierende Stoffe (Hausstaubmilbenexkrement, an Tierhaaren anhaftende Allergene, Schimmelpilzsporen und flüchtige organische Verbindungen, Formaldehyd sowie Carbonyle) und möglicherweise entwicklungsbeeinflussende (hormonwirksame) Stoffe mit potenziellen Langzeitfolgen (wie DEHP). Zusätzlich werden Zusammenhänge zwischen Gehörschäden, Lärm und Stress untersucht. In einem einjährigen Pretest wurden bei 550 Kindern und Jugendlichen in den Jahren 2001 bis 2002 die Ausschöpfung und die Praktikabilität der unterschiedlichen Untersuchungsinstrumente hinsichtlich ihrer Eignung für die Hauptphase geprüft.

Schlüsselwörter

Kinder · Blut · Urin · Innenraumluft · Trinkwasser · Hausstaub

Abstract

The German Environmental Survey (GerES) is a representative population study conducted in Germany since the mid-1980s. GerES IV is the first survey for children only; it will be conducted in close connection with the Health Survey for Children and Adolescents on a random sample of 1,800 children (3 to 14 years of age) taken from the study population of the Health Survey for Children and Adolescents. Various parameters will be analysed in blood, urine, house dust, indoor air and tap water. They include neurotoxins (PCBs, Pb, Hg), carcinogenic/cocarcinogenic substances (PAHs, benzene, halocarbons, Cd, As), substances that may cause irritation of the respiratory tract, allergies and asthma (VOC, formaldehyde, house dust mite, mould fungi, pet allergens) and substances that may have an effect on metabolism with potentially long-term consequences (such as DEHP). An additional part was devoted to the link between hearing ability, noise and stress. A one-year pilot study on 550 children and adolescents was conducted in 2001 to 2002 to collect information on parameters influencing the response rate and to test the suitability of the different instruments intended to be used for the main study.

Key words

Children · blood · urine · indoor air · tap water · house dust

Institutsangaben

Umweltbundesamt, Berlin

Korrespondenzadresse

Christine Schulz · Umweltbundesamt · Corrensplatz 1 · 14195 Berlin

Bibliografie

Gesundheitswesen 2002; 64 Sonderheft 1: S69–S79 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0949-7031

Einleitung

Mit den bisherigen Umwelt-Surveys konnten repräsentative Daten zur Belastung der erwachsenen Bevölkerung mit Umweltschadstoffen für eine gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung und -berichterstattung auf nationaler Ebene im Sinne des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit bereitgestellt werden.

Für Kinder in Deutschland im Alter von 3 bis 5 Jahren liegen bisher keine repräsentativen Daten zur korporalen Belastung und zur Belastung im Haushalt vor. Für Kinder im Alter von 6 bis 14 Jahren ist eine Fortschreibung der Datenerhebung aus den Umwelt-Surveys 1990/92 zur Aktualisierung von Referenzwerten erforderlich, da aus anderen kleineren Studien bekannt ist, dass sich die Umweltbelastung im Laufe der letzten zehn Jahre verändert hat.

Kinder sind als Risikogruppe für umweltbedingte Gesundheitsbeeinträchtigungen anzusehen. Gründe dafür sind ihre expositionsrelevanten Verhaltensweisen (Hand-zu-Mund-Kontakt; Krabbeln, Spielen auf dem Fußboden; Buddeln, Graben im Sand, Aufnahme von Schmutz im Freien durch stauberzeugende Spiele; ihre besonderen physiologischen Bedingungen (erhöhte Ventilations- und Resorptionsraten) und die daraus resultierenden höheren Schadstoffbelastungen) im Vergleich zu Erwachsenen. Eine besondere gesundheitliche Gefährdung ergibt sich auch aus der Schadstoffaufnahme im Verhältnis zum Gewicht des kindlichen Körpers, da das Verhältnis Körpergröße zu Körperoberfläche deutlich von dem Erwachsener differiert. Da sich der kindliche Organismus in der Entwicklung befindet, ist er in unterschiedlichen Wachstumsphasen gegenüber bestimmten Einflüssen besonders empfindlich (z.B. gegenüber neurotoxischen Noxen (Blei) in der pränatalen Phase, gegenüber Substanzen mit (geschlechts-) hormonähnlichen Wirkungen in der Pubertät).

Im Kinder-Umwelt-Survey werden solche Untersuchungsparameter ausgewählt und erhoben, von denen bekannt ist oder vermutet wird, dass sie bei höherer Belastung zu gesundheitlichen Schäden führen: neurotoxisch wirkende Stoffe (PCB, Pb, Hg); Kanzerogene/Kokanzerogene (PAK, Benzol, halogenierte flüchtige organische Verbindungen, As, Cd); Atemwegsreizungen/-erkrankungen, Allergien und Asthma induzierende Stoffe (Hausstaubmilbenexkrementen, an Tierhaaren anhaftende Allergene, Schimmelpilzsporen und flüchtige organische Verbindungen, Formaldehyd und Carbo-nyle) und möglicherweise entwicklungsbeeinflussende (hormonwirksame) Stoffe mit potenziellen Langzeitfolgen (wie z.B. DEHP) sowie Gehörschäden und Stress durch Lärm. Mit interviewgesteuerten Umwelt-Fragebogen werden Angaben zu expositionsrelevanten Verhaltensweisen, zur Wohn- und Wohnumgebungssituation sowie zur umwelt- und psychomedizinischen Situation der Kinder erfasst.

Der Kinder-Umwelt-Survey wird in Kooperation und Anbindung an den Kinder- und Jugendgesundheitsurvey des Robert Koch-Instituts (RKI) an einer Teilmenge der Probanden des Gesundheitssurveys durchgeführt.

Der Antrag zur ethischen Begutachtung sowohl des Gesundheits- als auch des Umwelt-Surveys wurde vom RKI gemeinsam mit dem Umweltbundesamt (UBA) bei der Ethikkommission des Charité-Virchow-Klinikums gestellt. Die Ethikkommission stimmte mit Datum vom 20.7.2000 dem gemeinsamen Vorhaben als ethisch vertretbar zu.

Zur Vorbereitung der Hauptphase wurde in enger Verzahnung mit dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey vom März 2001 bis zum März 2002 ein Pretest beider Surveys durchgeführt. Dabei wurden in erster Linie die Ausschöpfung, Durchführbarkeit und Praktikabilität der einzusetzenden Untersuchungsinstrumente geprüft.

Im Gegensatz zum ursprünglichen Konzept für einen Umwelt-Survey für Kinder und Jugendliche musste aus verschiedenen Gründen, hauptsächlich organisatorischen und haushaltstechnischen, der Kinder-Umwelt-Survey leider in seinem Umfang stark eingeschränkt werden. Die Reduzierung betrifft die Fallzahl und das Altersspektrum, d. h., von den geplanten 4000 Kindern und Jugendlichen im Alter von 0 bis 17 Jahren sollen nun 1800 Kinder im Alter von 3 bis 14 Jahren untersucht werden. Außerdem wurde auf die Untersuchung der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und der Niederschläge in der Außenluft, der Staubbiederschläge im Innenraum, des Personal Samplings sowie auf die Datenerhebung in den Gemeinden verzichtet. Ansonsten wurde das Untersuchungsspektrum unverändert breit gehalten.

Ziele des Kinder-Umwelt-Surveys

Eines der wesentlichen Ziele des Kinder-Umwelt-Surveys ist die Erfassung, Bereitstellung, Aktualisierung und Bewertung repräsentativer Daten für eine gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung und -berichterstattung auf nationaler Ebene. Die repräsentativen Daten dienen außerdem:

- als Grundlage für die Erstellung von Referenzwerten über die Belastung von Kindern mit Umweltschadstoffen und Lärm, die die Grundlage für eine bundesweit einheitliche Beurteilung bilden,
- der Darstellung von zeitlichen Trends und von regionalen Unterschieden in der Belastung,
- der Identifikation und Quantifizierung von Belastungspfaden,
- der Prüfung möglicher Einflüsse bestimmter Umweltfaktoren auf die gesundheitliche Situation von Kindern,
- der Konzeption und Überprüfung der Präventions-, Interventions- und Verminderungsstrategien im Rahmen gesundheits- und umweltpolitischer Maßnahmen.

Der Kinder-Umwelt-Survey als Beitrag für nationale und internationale Programme

Aufgrund des auf der 2. Europäischen Ministerkonferenz vorgelegten Aktionsplanes „Umwelt und Gesundheit in Europa“ wurde 1999 vom Bundesumweltministerium (BMU) und vom Bundesgesundheitsministerium (BMG) ein gemeinsames Aktionsprogramm „Umwelt und Gesundheit“ veröffentlicht [APUG

1999]. Dieses wurde im Juni 1999 bei der 3. Europäischen Ministerkonferenz in London vorgestellt.

In der ersten Phase des deutschen „Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG I)“ wurde die Forderung nach Etablierung einer realitätstreu und zeitnahen umweltbezogenen Gesundheitsbeobachtung und -berichterstattung formuliert. In diesem Zusammenhang wurde die regelmäßige Durchführung des Umwelt-Surveys als tragende Säule eines bundesweiten Surveillance-Systems für Umwelt und Gesundheit gefordert.

Zurzeit wird im BMU eine neue Konzeption zur gesundheitlichen Umweltbeobachtung (GUB) erarbeitet. Die GUB wird dann in erster Linie die zwei im Geschäftsbereich des BMU liegenden humanbezogenen Bausteine, die Umwelt-Surveys auf der einen Seite und die Humanprobenbank auf der anderen Seite, harmonisieren.

Im Rahmen des APUG wurde außerdem das Thema „Kinder – Umwelt und Gesundheit“ als Querschnittsthema etabliert und die umweltbedingten Gesundheitsrisiken von Kindern wurden als wichtiges Handlungsfeld benannt. Die Konkretisierung und Fortentwicklung des APUG wurden in dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung vom 16.10.02 vorgenommen. Danach sollen Kinder und Jugendliche als Zielgruppe in den Mittelpunkt des APUG gerückt werden. Das Ziel ist ein verbesserter Schutz der kindlichen Gesundheit vor Umwelteinflüssen.

Der Kinder-Umwelt-Survey kann ein entscheidender Baustein zum Erreichen der Ziele des genannten Aktionsplanes sein. In Verbindung mit den in Fragebogen erhobenen Informationen und unter Verwendung der Erkenntnisse aus dem Gesundheits-survey kann auf die Bedeutung von Umweltfaktoren für die Schadstoffbelastung und die Gesundheit von Kindern geschlossen werden. Insbesondere ist das Wirkungsmonitoring ein neu in den Survey integrierter innovativer Bestandteil. Dabei sichert die repräsentative Auswahl der am Survey teilnehmenden Kinder die Übertragbarkeit der Aussagen auf die kindliche Allgemeinbevölkerung.

Der Kinder-Umwelt-Survey liefert daher auch für weitere internationale Initiativen repräsentative Daten aus Deutschland, z.B. die Umsetzung der Miami-G8-Deklaration zu „Children's Environment and Health“ von 1997 [Statusreport 2002].

In dem von der WHO und der EEA (European Environment Agency) gemeinsam veröffentlichten Report „Children's Health and Environment – A Review of Evidence“ wird die Forderung nach kinderspezifischen Indikatoren für die Wirkung von Umweltbelastungen auf die kindliche Gesundheit aufgestellt [EEA/WHO 2002]. Der Umwelt-Survey kann europaweit dafür beispielgebend sein.

Der Kinder-Umwelt-Survey als Grundlage für politische Entscheidungsfindungen

Da der Umwelt-Survey als Repräsentativstudie angelegt ist, schaffen seine Ergebnisse eine einzigartige, bundesweit verwendbare Datengrundlage, mit deren Hilfe auch die Auswirkungen bestimmter umweltpolitischer Maßnahmen überprüft werden kön-

nen. Beispiele hierfür sind der durch das Benzinbleigesetz bedingte Rückgang der Blutblei-Konzentration und der durch die PCP-Verbotverordnung bedingte Rückgang des PCP-Gehaltes im Hausstaub. Beide Befunde konnten in den Umwelt-Surveys 1985/86, 1990/92 und 1998 quantifiziert werden. Dagegen konnte eine Zunahme von Pyrethroiden im Hausstaub festgestellt werden. Die Pyrethroide substituieren z.B. das verbotene PCP oder das Lindan.

Die bundesweite Bedeutung des Umwelt-Surveys ist von mehreren, den politischen Entscheidungsträgern zuarbeitenden Gremien betont worden. So hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen gefordert, „... dass bei der geplanten Gesundheitsberichterstattung des Bundes dem Themenkomplex Risikomerkmale der Umwelt mehr Gewicht gegeben wird ...“. In der Gesundheitsberichterstattung müssen „... auch die Ergebnisse der Umwelt-Surveys Berücksichtigung finden ...“. Im Rahmen der Diskussion des Themas Methodik der humanmedizinischen Wirkungsuntersuchungen hat der Länderausschuss für Immissionsschutz 1995 den Umwelt-Survey als „sehr informations- und erkenntnisbringend“ charakterisiert und seine Weiterführung durch das UBA begrüßt. Der im September 1993 vom BMG veranstaltete gesundheitspolitische Kongress „Zukunftsaufgabe Gesundheitsvorsorge“ enthielt in seinen allgemeinen Empfehlungen ausdrücklich auch die Forderung nach der regelmäßigen Durchführung eines nationalen Umwelt-Surveys.

Der Kinder-Umwelt-Survey liefert Informationen über die tatsächliche Belastung sowohl der gesamten Kinder in Deutschland als auch verschiedener Gruppen, die z.B. nach dem Lebensalter oder dem Geschlecht definiert sind. Mit Hilfe von multivariaten Analysen kann auf die für die Stoffbelastungen wesentlichen Einflussfaktoren geschlossen werden. Somit liefert der Umwelt-Survey die Datengrundlage für politische Maßnahmen zur Reduzierung von potenziellen Belastungspfaden bei Kindern.

Die Daten des Umwelt-Surveys für Kinder ermöglichen die Festlegung von Referenzwerten für die korporale Schadstoffbelastung von Kindern. Solche Referenzwerte sind unerlässlich für die Bewertung von Individualsituationen und die Einordnung der Ergebnisse lokal und zeitlich begrenzter kleinerer umweltmedizinisch orientierter Studien und den sich daraus ergebenden politischen Konsequenzen.

Individueller Nutzen für die teilnehmenden Kinder

Die Untersuchungen des Umwelt-Surveys werden nur in speziellen Laboratorien durchgeführt, sie sind zum Teil sehr kostenintensiv und gehören nicht in das normale Untersuchungsprogramm einer Arztpraxis. Die Teilnahme am Umwelt-Survey liefert den Eltern/Sorgeberechtigten und Kindern wertvolle Informationen über Umweltschadstoffe und -noxen, welche die Gesundheit des Kindes beeinträchtigen können.

Die Kinder bzw. deren Sorgeberechtigte erhalten Ergebnismittelungen der Untersuchungen zusammen mit einer umweltmedizinischen Beurteilung und bei Bedarf mit Empfehlungen zur Minimierung einer auffälligen Belastung. Im Rahmen dieser Mit-

teilung werden denjenigen Probanden, bei denen Grenz- oder Richtwerte überschritten sind, Ansprechpartner (umweltmedizinische Ambulanzen) in der Wohnregion genannt.

Daten zur Erfassung der Umweltbelastungen von Kindern

Im Zusammenhang mit der Konzeption des Umwelt-Surveys wurde die besondere Stellung von Kindern im Hinblick auf ihre Exposition durch Umweltschadstoffe bereits früh erkannt. Dies führte dazu, dass im Rahmen des 1990/92er Umwelt-Surveys 6- bis 14-jährige Kinder, die in den Haushalten der erwachsenen Probanden lebten, in die Untersuchungen einbezogen wurden. Das Untersuchungsprogramm umfasste zunächst die Analyse von Metallen, weiteren Elementen, Nikotin und Cotinin in Blut, Urin und Kopfhair sowie von Metallen, PCP und Lindan im Hausstaub der Kinderzimmer [Krause et al. 1996]. In den folgenden Jahren wurde das Schadstoffspektrum der folgenden Umwelt-Surveys erweitert. In diesem Zusammenhang wurden bei den archivierten Proben der Kinder aus den Jahren 1990/92 nachträglich der PCP-Gehalt im Urin und die Gehalte von PAK-Metaboliten im Urin bestimmt [Schulz et al. 1998, Seiwert et al. 2000].

Eine dem Umwelt-Survey vergleichbare weitere Studie, die zum Ziel hat, repräsentative Aussagen über die Umweltbelastung der gesamten Bevölkerung in Deutschland zu ermöglichen, gibt es nicht. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über wichtige, in den letzten Jahren durchgeführte regional begrenzte Querschnittsstudien zur Bestimmung der Exposition und der die Exposition beeinflussenden Faktoren und Belastungspfade bei Kindern gegeben werden.

Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang zunächst die Initiativen einiger Bundesländer. In Baden-Württemberg wurde 1992/93 das Projekt „Beobachtungsgesundheitsämter“ begonnen [LGA 1996], welches ein Belastungsmonitoring bei jeweils ca. 1500 Kindern umfasste und 1992/93, 1998/99 und 2000/01 durchgeführt wurde. Das Hauptziel der Untersuchungen ist die Beobachtung der zeitlichen Entwicklung der Umweltbelastungen bei Kindern. Viertklässler aus unterschiedlich belasteten Untersuchungsarealen werden in regelmäßigem zeitlichen Abstand untersucht. Es werden Schwermetalle in Blut und Urin (Arsen, Blei, Cadmium, Selen, Quecksilber) sowie Organochlorverbindungen im Blut (DDE, HCB, HCH, PCB, PCDD/PCDF) der Kinder bestimmt und expositionsrelevante Informationen über einen Fragebogen erhoben. Die Auswertung der Daten orientiert sich an der Vorgehensweise, wie sie für die Umwelt-Surveys gewählt wurde. Für den Zeitraum von 1992/93 bis 2000/01 wurde für Baden-Württemberg ein abnehmender Trend für Blei im Blut, Arsen und Quecksilber im Urin sowie für Selen im Serum bei den Kindern festgestellt. Bei den Organochlorverbindungen ergab sich für alle untersuchten Stoffe ein abnehmender Trend [LGA 2002]. Ein Wirkungsmonitoring, wie es für den Umwelt-Survey für Kinder vorgesehen ist, war von Beginn an Bestandteil des Projektes. Dabei werden schwerpunktmäßig Beschwerden und Erkrankungen der Atemwege sowie allergische Symptome und Erkrankungen erfasst und mit vorhandenen Umweltbelastungen korreliert.

In Nordrhein-Westfalen wurden in unterschiedlichen, nach Immissionsituationen festgelegten Arealen 317 Kinder im Alter von 10 Jahren hinsichtlich gesundheitlicher Wirkungen durch verkehrsbedingte Immissionen untersucht [MURL 1999]. Das Belastungsmonitoring umfasste die Analyse von Blei, BTXE (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol) im Blut sowie Platin, Palladium, Gold und PAK im Urin. Zudem wurden umfangreiche Untersuchungen zum Wirkungsmonitoring durchgeführt. Im Rahmen des gewählten Studiendesigns konnte kein Einfluss der aktuellen Stärke des Kraftfahrzeug-Verkehrs auf die Exposition mit Blei oder PAK festgestellt werden. Für Benzol und Toluol war hingegen eine Abhängigkeit der inneren Exposition vom Verkehrsaufkommen festzustellen.

Von der Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) wurde in Sachsen-Anhalt zwischen 1992 und 1999 eine umweltmedizinische Studie durchgeführt, die u. a. zum Ziel hatte, die Exposition von Kindern unterschiedlicher Jahrgänge in zwei Belastungsgebieten im Vergleich zu einem Kontrollgebiet zu ermitteln [Heinrich et al. 1998]. Bestimmt wurden Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in Blut und Urin. Das Wirkungsmonitoring umfasste allergologische und immunologische Untersuchungen sowie Lungenfunktionstests.

Erwähnt werden sollen an dieser Stelle außerdem die vom Gesundheitsamt Frankfurt [1999] im Zusammenhang mit der Feststellung der Exposition der Bewohner von ehemaligen US-Housing-Areas durchgeführten Untersuchungen. Dabei wurden PAK-, Organophosphat- und Pyrethroid-Metaboliten im Urin sowie PCP, Lindan, DDT/DDE und PCB im Blut von Kindern untersucht. Obwohl es sich dabei um eine anlassbezogene Untersuchung handelte, lieferte sie wichtige Daten für die Expositionsabschätzung von Kindern.

Auch in anderen Ländern ist die Notwendigkeit von repräsentativen Studien zur Erfassung der Exposition der Bevölkerung mit Umweltschadstoffen erkannt worden. In den USA wird seit Ende der 70er-Jahre der National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) durchgeführt. Er diente zunächst dazu, Daten zur gesundheitlichen Situation der Bevölkerung der USA auf repräsentativer Basis bereitzustellen. Im Verlauf seines Bestehens wurden in das Untersuchungsprogramm allerdings mehr und mehr Umweltschadstoffe aufgenommen und als Belastungsmonitoring ausgewertet. Kinder ab einem Alter von zwei Monaten wurden seit 1988 (NHANES III) in der Studie berücksichtigt. Zunächst wurde der Bleigehalt im Blut und der Cotinidgehalt im Serum bestimmt. Seit 1999 wird dieser Survey jährlich durchgeführt [CDC 2001]. 1999 wurde, allerdings zum Teil nur bei Unterkollektiven, ein Human-Biomonitoring für 27 Umweltchemikalien durchgeführt (Metalle, Cotinin, Metaboliten von Organophosphaten und Phthalaten). Für die kommenden Jahre ist geplant, die Liste der untersuchten Stoffe z.B. um VOC, PAK, Dioxine, Furane, PCB und bestimmte Pestizide zu erweitern.

Bei dem National Human Exposure Assessment Survey (NHEXAS), der in verschiedenen Regionen der USA durchgeführt wird, sind gleichfalls Kinder, proportional zu ihrem Anteil an der Bevölkerung, berücksichtigt. Bei diesem Survey steht allerdings nicht im Vordergrund, repräsentative Daten zur Belastung der Bevölkerung zu ermitteln; es sollen vielmehr qualitative und

quantitative Aussagen zu den Belastungspfaden ermöglicht und modelliert werden. Es werden Metalle, VOC und Pestizide berücksichtigt [Pellizzari et al. 1995, Lebowitz et al. 1995].

In der Folge einer politischen Initiative aus dem Jahr 1997 (executive order to reduce environmental health and safety risks to children) wurde in den USA zudem eine Vielzahl von Studien zu unterschiedlichsten Fragestellungen und in verschiedenen Regionen, vor allem auch zur Exposition durch Pestizide, durchgeführt [Goldman 1998, Landrigan et al. 1998, O'Fallon et al. 2000, Schneider und Freeman 2001].

Ein guter Überblick über weitere große international durchgeführte Studien zur Expositionsabschätzung wurde im Jahr 2000 von der Weltgesundheitsorganisation im Rahmen eines Berichtes zur Expositionsabschätzung gegeben [WHO 2000]. Dort wird der Umwelt-Survey, wie er seit 1985/86 durchgeführt wird, bezogen auf die Art und den Umfang der Untersuchungen und deren Auswertungen ausdrücklich als in seiner Art weltweit einzigartige Studie eingestuft.

Erfahrungen des Umweltbundesamtes aus früheren Studien

Die Mitarbeiter des UBA haben vielfältige Erfahrungen mit der inhaltlichen Konzipierung sowie der praktischen und erfolgreichen Durchführung von groß angelegten Bevölkerungsstudien gesammelt. Bei den vorangegangenen Umwelt-Surveys für Erwachsene, die 1985/86, 1990/92 und 1998 durchgeführt wurden, lag die inhaltliche und organisatorische Konzeption zunächst in den Händen des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, welches 1994 in das UBA (Fachbereich II: Umwelt und Gesundheit) integriert wurde. Die Ergebnisse des Umwelt-Surveys werden regelmäßig in ausführlichen Berichtsbänden, auf nationaler und internationaler Ebene sowie im Internet (www.umweltbundesamt.de/survey/index.htm) publiziert.

Die Durchführung eines Umwelt-Surveys für Kinder erfordert eine spezielle Vorbereitung und Planung. Erste Erfahrungen wurden im Umwelt-Survey 1990/92 durch die Einbeziehung der 6- bis 14-jährigen Kinder, die in den Haushalten der Erwachsenen lebten, gewonnen [Krause et al. 1996]. Außerdem wurde vom ehemaligen Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene eine Vielzahl von weiteren Studien zur Expositionserfassung und epidemiologische Studien durchgeführt [Englert et al. 1977, Krause et al. 1984, Englert, Höring 1994, Ullrich et al. 1999, Babisch, Bohn 2000].

Das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene bzw. das UBA beteiligte sich zudem an einigen großen multizentrischen Studien. Im Rahmen der ISAAC-Studie (International Study on Asthma and Allergies in Childhood) wurden bei 300 Kindern im Alter von 11 bis 12 Jahren aus München und Dresden die Formaldehyd-, Aldehyd-, VOC-, Stickoxid- und Staubbelastungen im Wohnbereich erfasst [Laskus et al. 2000]. Außerdem nahm das UBA an der multizentrischen PEACE-Studie (Pollution Effect of Asthmatic Children in Europe) [Englert, Babisch 1995] teil.

Pretest des Kinder-Umwelt-Surveys

Der Pretest des nationalen Umwelt-Surveys für Kinder und Jugendliche fand in enger Kooperation mit dem Pretest des nationalen Kinder- und Jugendgesundheitsurveys, der vom RKI durchgeführt wurde [Kamtsiuris et al. 2002], vom 12. März 2001 bis zum 15. März 2002 (Feldarbeit) in vier Erhebungsorten statt. Der Pretest des Umwelt-Surveys wurde an einem Unterkollektiv des Gesundheitsurveys bei 550 Kindern und Jugendlichen im Alter von 0 bis 8, 11, 14 und 17 Jahren durchgeführt.

Das RKI übernahm im Auftrag des UBA die Feldarbeit, die Erstellung eines Berichtes über die Erkenntnisse des Pretests für die Hauptphase, die Deskription und Diskussion der Fragebogen- und Messergebnisse sowie die Erstellung einer Datenbank.

Der Pretest hat im Grundsatz gezeigt, dass alle Untersuchungsinstrumente im Wesentlichen einsetzbar sind, der Hausbesuch von den Probanden akzeptiert wird und dass der Einwohnermelderegisterzugang zu favorisieren ist. Im Folgenden werden die Vorgehensweise und die Ergebnisse des Pretests, die für die Realisierung der Hauptphase des Kinder-Umwelt-Surveys von besonderer Bedeutung sind, vorgestellt.

Stichprobe

Eines der Hauptanliegen des Pretests war die Testung verschiedener Vorgehensweisen zur Ziehung der Stichprobe. Zum einen wurde eine zufällige Querschnittsstichprobe über das Einwohnermelderegister des Untersuchungsortes nach dem Prinzip eines geschichteten Random-Designs gezogen. Zum anderen wurden Schüler nach dem Prinzip eines geschichteten Random-Cluster-Designs über ein Schulverzeichnis des Untersuchungsortes ausgewählt [Kamtsiuris, Lange 2002].

Aus der Einwohnermelderegister-Stichprobe des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys wurden 967 Kinder und Jugendliche der Altersgruppen 0 bis 8, 11, 14 und 17 Jahre mit ungerader Bruttoendnummer (ausgenommen die 11- und 14-Jährigen mit den Endnummern 001, 023 und 043) zum Umwelt-Survey eingeladen. Insgesamt nahmen 395 der eingeladenen Kinder und Jugendlichen an der Untersuchung teil, was einer Ausschöpfung von 47% entspricht. 134 Fälle (13,9%) waren qualitätsneutrale Ausfälle. Die bereinigte Bruttostichprobe umfasste somit 833 Fälle. Zusätzlich zu den 395 Netto-Fällen wurden zur Erhöhung der Fallzahl 37 Kinder und Jugendliche aus der Gruppe der Probanden, die nur für den Gesundheitsurvey vorgesehen waren, untersucht. Die Gesamtfallzahl der über die Einwohnermelderegister-Stichprobe ausgewählten und untersuchten Kinder und Jugendlichen betrug somit $n = 432$.

Im Pretest wurden die möglichen Einflussfaktoren Geschlecht, Lebensalter, regionale Variablen (West vs. Ost und Stadt vs. Land) sowie Saison auf die Ausschöpfung getestet. Signifikante Unterschiede ergaben sich hinsichtlich des Lebensalters (überdurchschnittliche Beteiligung der 7- bis 8-Jährigen und unterdurchschnittliche Beteiligung der 14- und 17-Jährigen), der Region (im Westen nahmen mehr Kinder und Jugendliche als im Osten

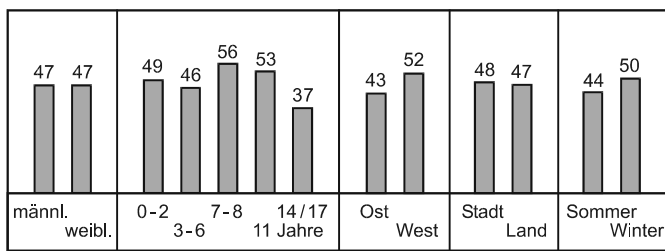


Abb. 1 Ausschöpfungsrate (in %) – Einwohnermelderegisterzugang.

an der Untersuchung teil) und der Jahreszeit (höhere Beteiligungsrate im Winter im Vergleich zum Sommer) (vgl. Abb. 1).

Aus der Schul-Stichprobe wurden alle 8-, 11- und 14-jährigen Kinder und Jugendlichen gebeten, am Umwelt-Survey teilzunehmen. Bei 118 Kindern und Jugendlichen konnte die Umweltuntersuchung erfolgreich durchgeführt werden.

Für die Hauptphase des Kinder-Umwelt-Surveys wird in Analogie zur Hauptphase des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys [Kurth et al. 2002] die Ziehung der Stichproben über die Einwohnermelderegister favorisiert. Zur Erhöhung der Ausschöpfungsrate sollen Incentives eingesetzt werden. Im Pretest wurde deren Wirkung geprüft [Kamtsiuris et al. 2002]. Ein Ergebnis war die Erhöhung der Ausschöpfungsrate bei den 7- bis 8-jährigen von 52% auf 78% bei Ankündigung und Übergabe eines Sachgeschenkes. Im Kinder-Umwelt-Survey sollen an die 3- bis 6-jährigen und die 11- bis 14-jährigen bzw. deren Eltern Vorab-Incentives in Form von Einkaufsgutscheinen ausgehändigt werden. Den 7- bis 10-jährigen soll nach erfolgreicher Teilnahme ein vorher angekündigtes Sachgeschenk übergeben werden.

Erhebungsinstrumente

Ein weiteres Ziel des Pretests war die Testung der Praktikabilität und Akzeptanz der Erhebungsinstrumente. Bei den für die Hauptphase geplanten Probenahmen, der Schallpegelmessung und der Ermittlung der Gauß-Krüger-Koordinaten der Wohnadresse der Probanden gab es keine größeren Schwierigkeiten oder systematischen Probleme. So hat der Pretest gezeigt, dass bei 59,5% der 3-jährigen Kinder die Blutabnahme (die im Rahmen des Gesundheitsurveys erfolgt) und die benötigte Probenmenge für die Umweltuntersuchung ermöglicht werden konnten. Daher bleibt es in der Hauptphase bei diesem Vorgehen. Der Pretest hat auch gezeigt, dass bereits bei Kindern ab fünf Jahren ein volles Vacutainer-Röhrchen, also mindestens 6 ml Blut, gewonnen werden kann (60,0%), so dass im Blut dieser Kinder auch Organochlorverbindungen bestimmt werden können. Bei Kindern im Alter ab 3 Jahren konnte eine Morgenurinprobe in 91,3% der Fälle gewonnen werden. Die Abgabe von Stagnationstrinkwasserproben und von Staubsaugerbeutelinhaltproben konnte in 94,5% bzw. 92,2% der Fälle realisiert werden. Schallpegelmessungen vor dem Fenster des Schlafraumes der Kinder und Jugendlichen (ab 6 Jahre) konnten in 98,0% der Fälle erfolgen.

Screening-Audiometriemessungen wurden bei allen Kindern und Jugendlichen ab sechs Jahren durchgeführt. Allerdings traten bei den jüngeren Kindern gehäuft Abbrüche auf. Nur bei 20 der 42 untersuchten 6-Jährigen (47,6%) konnte der Hörtest er-

folgreich durchgeführt werden. Bei den 7-jährigen lag der Anteil mit 36 von 46 Kindern schon bedeutend höher, allerdings mit z.T. mehrmaligen „Neustarts“. Für die Hauptphase ist daher geplant, erst bei Kindern ab 8 Jahren die Hörfähigkeit zu testen.

Das im Pretest noch sehr umfangreiche Untersuchungsprogramm zu chemischen Luftverunreinigungen wird für die Hauptphase auf die Erfassung der Innenraumlufte begrenzt, d. h., es erfolgt keine personenbezogene und keine Außenluftsammlung. Diese Reduzierung ist aus Kostengründen erforderlich, aber auch die Akzeptanz durch die Probanden ist ein wichtiger Faktor.

Schwierigkeiten traten beim Aufstellen der Bergerhoff-Geräte zur Erfassung des Niederschlages an der Außenluft auf. Dies betraf zum einen die Auswahl eines geeigneten Standortes nach der VDI-Richtlinie 2119 [VDI/DIN 1996] und zum anderen die Zuordnung des Standortes zu den Wohnadressen der Probanden. Für die Hauptphase entfällt dieses Erhebungsinstrument nicht zuletzt auch aus Kosten-Nutzen-Abwägungen.

Die Probenahmen (Beschreibung s.u.) und die Befragung zu biogenen Innenraumbelastungen, die von einem Unterauftragnehmer bei einem Unterkollektiv von 50 Haushalten durchgeführt wurden, haben sich, mit Ausnahme der aktiven Probenahme des häuslichen Schwebstaubes, bewährt und werden auch in der Hauptphase eingesetzt.

Die standardisierten interviewgesteuerten Frage- und Dokumentationsbogen sowie die weiteren Erhebungsunterlagen wurden aufgrund der Erfahrungen im Pretest für die Hauptphase überarbeitet. So entfällt z.B. die sehr zeitaufwändige und noch nicht validierte Befragung zu Aufenthaltszeiten und -orten.

Hauptphase des Kinder-Umwelt-Surveys

Stichprobe

Der Umwelt-Survey für Kinder wird – wie die Umwelt-Surveys für Erwachsene – an einer zufällig ausgewählten Unterstichprobe der Querschnittsstichprobe durchgeführt, die für den Kinder- und Jugendgesundheitsurvey gezogen wird. Zielpopulation des Gesundheitsurveys sind die in der Bundesrepublik Deutschland lebenden und in den Einwohnermelderegistern mit Hauptwohnsitz gemeldeten Kinder und Jugendlichen im Alter zwischen 0 und 18 Jahren. Ausgeschlossen sind dabei Kinder und Jugendliche in Anstalten, wie Krankenhäuser, Heil- und Pflegeanstalten. Im Jahr 1998 lebten in Deutschland 15,74 Mio. Kinder und Jugendliche. Aus diesem Personenkreis wird eine repräsentative Stichprobe nach einem mehrstufig geschichteten Zufallsverfahren gezogen [Kurth et al. 2002].

Aufgrund des erheblich begrenzten Finanzrahmens kann nicht die gesamte Stichprobe des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys ($n = \text{ca. } 18000$) untersucht werden. Es wird daher eine Unterstichprobe, die 1800 Netto-Fälle der Altersklasse 3 bis 14 Jahre umfassen soll, für den Umwelt-Survey zufällig ausgewählt. Zwischen RKI und UBA ist folgendes Vorgehen abgestimmt: Von den Probanden, die einen Untersuchungstermin für die Gesundheitsuntersuchung vereinbart haben, werden im Laufe der ersten Untersuchungswoche zufällig je Altersjahrgang und Erhebungsort

drei Kinder ausgewählt und in der sich ergebenden Reihenfolge zur Teilnahme am Umwelt-Survey eingeladen. Sagt bereits der erste befragte Proband zu, erfolgt bei ihm die Umwelt-Untersuchung. Darüber hinaus werden folgende Randbedingungen berücksichtigt: Pro Erhebungsort von insgesamt 150 Orten wird für den Umwelt-Survey mindestens ein Kind jedes Altersjahrganges (12 Jahrgänge, nämlich 3- bis 14-Jährige) ausgewählt. Bei den Untersuchungsprogrammen, die nur an Unterstichproben von 600 Nettofällen durchgeführt werden können, sollte je Erhebungspunkt ein Kind aus den Altersgruppen 3 bis 5 Jahre, 6 bis 8 Jahre, 9 bis 11 Jahre und 12 bis 14 Jahre teilnehmen.

In der Stichprobe beobachtete Belastungsunterschiede zwischen verschiedenen Kindergruppen sollen inferenzstatistisch mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1% abgesichert werden. Nach den Erfahrungen aus den vorangegangenen Umwelt-Surveys und der Pilotphase kann für einen Stichprobenumfang von 1800 Kindern geschätzt werden, dass relative Unterschiede der geometrischen Mittelwerte ab 8% (bei Schadstoffen mit geringer Streuung) bzw. ab 20% (bei Schadstoffen mit sehr großer Streuung) signifikant werden. Für die Teilstichproben (n = 600), z.B. bei den chemischen Luftverunreinigungen, betragen diese Mindestunterschiede zwischen 14 und 38%. Legt man ein Signifikanzniveau von 1% zugrunde, beträgt der geschätzte Mindestunterschied bei 1800 Kindern 5 bzw. 16%, bei 600 Kindern 11 bzw. 29%.

Erhebungsinstrumente

Bei der Auswahl der Erhebungsinstrumente (Probenahmen, Vor-Ort-Messverfahren und Interviews/Fragebogen) wurden die Aussagefähigkeit (Verfahren oder Matrix für die Bestimmung der Noxe), die ethische Vertretbarkeit der Probenahme/des Messverfahrens (inkl. nicht-invasive Probenahme), die Praktikabilität im Feld inkl. Belastbarkeit der Probanden, die kontaminationsfreie Probenahme, der kontaminationsfreie Transport, die kontaminationsfreie Lagermöglichkeit und der finanzielle Aufwand berücksichtigt.

Im Kinder-Umwelt-Survey werden folgende Erhebungsinstrumente eingesetzt:

- human-biologische Probenahmen (Blut und Urin) und Probenahmen im Haushalt (Trinkwasser, Hausstaub und Innenraumluft),
- standardisierte interviewgesteuerte Fragebogen,
- Hörtest und Schallpegelmessung,
- Ermittlung der Gauß-Krüger-Koordinaten der Wohnadressen der Probanden mit dem Global Positioning System (GPS).

Nachfolgend werden die Probenahmen und die Laborparameter vorgestellt.

Human-Biomonitoring

- Vollblut: Für die Blutabnahme ist keine zusätzliche Punktion vorgesehen, sondern bei der Blutabnahme, die im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys durchgeführt wird, soll ein zusätzliches Röhrchen (Blaukopfvacutainer) in Abhängigkeit vom Alter wie folgt gefüllt werden: bei Kindern im Alter von drei bis vier Jahren mit 2 ml und bei Kindern im Alter von 5 bis 14 Jahren mit 6 ml.

- Morgenurin-Probe (gesamte Urinmenge): Die Probenahme erfolgt bei Kindern ab 3 Jahren, sofern nachts keine Windeln mehr getragen werden, in 700 ml „Toiletteneinsätzen“ und bei Kindern ab fünf Jahren in 1-Liter-Weithalsflaschen aus Polyethylen.

Lärm, Hörfähigkeit und Stress bei Kindern ab acht Jahren

- Hörtest (Screening-Audiometrie entsprechend DIN ISO 8253, Punkt 9),
- Messung von Verkehrsgeräuschen vor dem Fenster des Schlafraumes des Kindes (Kurzzeit-Mittelungspegel mit einem integrierten Schallpegelmessgerät der Klasse 3 nach IEC 804/DIN EN 60 604),
- Morgenurin (s.o.) für die Bestimmung von Stresshormonen.

Innenraum-Monitoring in den Haushalten aller Kinder (3 bis 14 Jahre)

- Staubsaugerbeutelinhalt: Entnahme des gesamten gefüllten Staubsaugerbeckens oder nur des Inhalts, wie er zum Zeitpunkt der Untersuchung im Haushalt vorliegt; wird in einen Vakuumverbundfolienbeutel überführt.
- Trinkwasser-Stagnationsprobe (in 1/2-Liter-Vierkantflasche aus Polyethylen) aus dem Zapfhahn, aus dem gewöhnlich das Trinkwasser für Koch- und Trinkzwecke entnommen wird.

Innenraum-Monitoring bei Unterkollektiven verteilt über alle Altersklassen

- chemische Innenraumluftverunreinigungen: 1-wöchige Innenraumluftmessung mittels Passivsammler des Typs OVM-3500 (3M), des Typs Perkin-Elmer-Diffusionssammler (PE) und des Typs UMEX-100-Sammler,
- biogene Innenraumverunreinigungen mittels aktiver Luft- und Staubmessungen zur Erfassung von Schimmelpilzsporen, Hausstaubmilben und an Tierhaaren anhaftenden Allergenen, d. h. im Matratzenstaub: Der p 1 + Der f 1 (Allergene von Hausstaubmilben); im Bodenstaub: Fel d 1 (Katzenallergene); im Bodenstaub: Schimmelpilze; Luftkeimsammlung – Innenraum- und Außenluft: Schimmelpilze; Partikelsammlung – Innenraum- und Außenluft: Pilzsporen und sonstige Partikel.

Die Blut- und Urinproben werden durchgehend bei –20°C und die Staubsaugerbeutelproben werden für die Dauer von einem halben Jahr bei –20°C und anschließend bei kühler Raumtemperatur gelagert, um für spätere Untersuchungen zur Verfügung zu stehen.

Laborparameter

Bei der Auswahl der Laborparameter wurden neben der umweltmedizinischen Bedeutung der Umwelttoxine folgende Aspekte berücksichtigt: Das Auftreten und die Verbreitung der Noxe muss derartig „groß“ sein, dass die kindliche Allgemeinbevölkerung betroffen sein kann und nicht nur bestimmte Personengruppen. Außerdem müssen zuverlässige Analysemethoden zur Verfügung stehen, die unter Anwendung einer sorgfältigen Qualitätskontrolle auszuführen sind. Die Noxe muss außerdem von umwelt- und gesundheitspolitischer Relevanz sein, wie z.B. Gesetzgebung, internationale und nationale Verpflichtungen, Überprüfung von Präventions-, Interventions- und Verminderungsstrategien.

Der Kinder-Umwelt-Survey beinhaltet folgende Laborparameter:

- Vollblut/Serum: Pb, Cd, Hg, Organochlorverbindungen wie PCB, DDE, HCB, HCH und pilzspezifische IgE; im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey werden spezifische Antikörpergehalte im Serum mittels Atopy Panel 20 bzw. SX 1 bestimmt [Thierfelder et al. 2002].
- Morgenurin-Probe: Creatinin, As, Cd, Hg, Nikotin, Cotinin, Pentachlorphenol (PCP), Metabolite von Pyrethroiden (wie cis-Cl₂CA, trans-Cl₂CA, 3-PBA, Br₂CA, F-PBA), PAK-Metabolite (wie 1-OH-Pyr, 1-OH-Phe, 2/9-OH-Phe, 3-OH-Phe) und Metabolite von Organophosphaten (wie DMP, DMTP, DMDTP, DEP, DETP, DEDTP) sowie die Stresshormone Kortisol, Adrenalin und Noradrenalin.
- Staubkonzentrationen (Staubsaugerbeutelproben): As, Pb, Cd, diverse Biozide (wie DDT, HCB, γ -HCH, PCB, PCP (28, 52, 101, 138, 153, 180), Propoxur, Methoxychlor, Chlorpyrifos, Pyrethroide), polychlorierte Sulfonamid-Diphenylether, PAK, Flammschutzmittel und Weichmacher (wie DEHP, DMP, DEP, DBP, BBP, DiHP, DiNP, DiDP, DBA, DEHA, DEHAz, DEHS, TCEP, TBEP, TPP, TEHP).
- Trinkwasser-Stagnationsprobe: Pb, Cd, Cu, Ni.
- chemische Innenraumluftbelastungen (Passivsammler): VOC (wie Benzol, Toluol) und Aldehyde inkl. Formaldehyd.
- biogene Innenraumbelastungen (aktive Probenahme von Matratzen- und Bodestaub sowie der Innenraum- und Außenluft): Schimmelpilzsporen, Allergene von Hausstaubmilben und Katzenhaarallergene.

Interviews und Erhebungsbogen

Im Kinder-Umwelt-Survey werden standardisierte interviewgesteuerte Fragebogen eingesetzt. Interviews haben den Vorteil, dass dem Befragten das Ziel der Erhebung sowie der einzelnen Fragen durch den Interviewer erläutert werden kann. Dadurch werden Antwortbereitschaft und Antwortfähigkeit und damit auch Antwortrichtigkeit erhöht, aber auch Informationen über Ausfälle bekannt. Der besondere Nutzen des Interviews liegt in der Möglichkeit, Missverständnisse des Befragten auszuräumen und somit zu valideren Antworten zu gelangen. Allerdings setzt diese Befragungsmethode eine standardisierte Vorgehensweise voraus, d. h. eine intensive Schulung der Interviewer sowie eine ständige Kontrolle der Interviewertätigkeit (z.B. durch Kontrolle der Variabilität der notierten Antworten insbesondere bei offenen Fragen und durch Kontrollbesuche im Feld durch die Projektleitung).

Die Inhalte der Fragebogen orientieren sich an den wesentlichen expositionsrelevanten Fragestellungen, den vorliegenden Erfahrungen aus früheren Umwelt-Surveys und an dem Mindestfragenkatalog der Kommission „Human-Biomonitoring“ des UBA. Hierzu zählt auch die Dokumentation der Probenahmen und des Wohnumfeldes der Probanden.

Im Kinder-Umwelt-Survey werden fünf standardisierte Interview-Fragebogen eingesetzt:

- interviewgesteuerter Fragebogen an alle Eltern inkl. einem Fragenblock zu expositionsrelevanten altersabhängigen Verhaltensweisen, der nur an die Eltern der Kinder im Alter von 3 bis 10 Jahre am Ende des Interviews gestellt wird,
- interviewgesteuerter Fragebogen an Kinder im Alter von 8 bis 10 Jahren,

- interviewgesteuerter Fragebogen an Kinder im Alter von 11 bis 14 Jahren,
- standardisierte Interviewerangaben zur Wohnumgebung des Kindes,
- Dokumentationsbogen – standardisiertes Interview (Morgenurin, Stagnationstrinkwasser, Staubsaugerbeutelinhalt, Schallpegelmessung, Hörtest).

Die Durchführung des Kinder-Umwelt-Surveys in Verbindung mit dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey bringt den enormen Vorteil, dass Fragestellungen und Untersuchungen, die sowohl die Umwelt als auch die Gesundheit betreffen, nur einmal erhoben werden müssen und zugleich für die Schnittmenge der Kinder, die an beiden Untersuchungen – also Umwelt und Gesundheit – teilnehmen, für die Auswertungen vorliegen (konjunkte Daten). Hierzu zählen u.a. körperliche Untersuchungen, Laboruntersuchungen, Angaben zur Soziodemographie und sozialen Ungleichheit, zu Schwangerschaft und Geburt, zur körperlichen Gesundheit, zur psychischen Gesundheit und Lebensqualität, zum Gesundheitsverhalten und zur gesundheitlichen Versorgung [Kurth et al. 2002].

Nachfolgend werden die einzelnen Themenbereiche, die in den standardisierten Interview-Fragebogen des Kinder-Umwelt-Surveys abgefragt werden, vorgestellt.

Wohnung und Wohnumfeld

Die Erhebung von Daten über den häuslichen Bereich ist ein wesentlicher Schwerpunkt des Kinder-Umwelt-Surveys. Die Qualität der Innenraumluft, die durch Schadstoffe z.B. aus Bauprodukten, Einrichtungsgegenständen, Haushaltschemikalien, Bioziden und Tabakrauch belastet sein kann, beeinflusst erheblich die menschliche Gesundheit [APUG 1999]. Die Erfassung der häuslichen Expositionsbedingungen ist somit angezeigt. Hierzu werden durch das standardisierte Interview der Eltern und den Dokumentationsbogen die folgenden Themenkomplexe erfragt: Bauweise des Hauses, Alter des Hauses, Grundsanierung, Klimaanlage, Heizungsart, Brennstoffe, Schimmelbefall, Art und Größe der Fußbodenbeläge, Art der Wand- und Deckenbeläge, Menge und Art der Polstermöbel, Möbel aus Spanplatten und aus unbehandeltem Holz.

Als besondere expositionsrelevante Ereignisse im Haushalt werden das „Fogging“-Phänomen, professionelle Schädlingsbekämpfung, zerbrochene quecksilberhaltige Fieberthermometer und ein möglicherweise aufgetretener Wohnungsbrand behandelt.

Neben der Qualität der Innenraumluft ist auch die Qualität der Außenluft für die menschliche Gesundheit von Bedeutung. Die Qualität der Außenluft wird durch Immission und Emission aus Industrie, Gewerbe, Hausbrand und Straßenverkehr beeinflusst. Die Erfassung dieser Komponenten, die starken örtlichen Schwankungen unterliegen, ist äußerst schwierig. Im Kinder-Umwelt-Survey wird hierzu ein gesonderter standardisierter Fragebogen zur Wohnumgebung des Kindes eingesetzt, der von den Interviewern zu beantworten ist. Dieser Fragebogen enthält die folgenden Themenbereiche: Gauß-Krüger-Koordinaten der Wohnadressen (um evtl. sekundärstatistische Daten den Wohnadressen zuordnen zu können), Art der Wohnstraße, Haustyp, Gebietstyp, Bebauungsart.

Für die Ermittlung unterschiedlicher Belastungen werden auch die Wohndauer am Ort und Aufenthaltszeiten außerhalb des Wohnortes erfasst.

Verhaltensweisen

Folgende Verhaltensweisen werden erfasst: Aufenthalt in Räumen mit Tabakrauchbelastung, Anwendung von Haushaltsprodukten, Bioziden und naturbelassenen Produkten, Betreten der Wohnung mit Straßenschuhen, Spielverhalten kleiner Kinder, Verzehrshäufigkeiten von ausgewählten Nahrungsmitteln (wie Fisch, geräucherte und gegrillte Speisen, aber auch Kaugummikauen, häusliches Trinkwasser), die nachweislich als wesentliche Belastungsquelle für bestimmte Schadstoffe verantwortlich sind. Das Tragen von Körperschmuck, Zähne mit Amalgamfüllungen oder Kronen sowie der direkte Kontakt mit Lederbekleidung sind weitere Themenblöcke, die zur Erfassung von Belastungsquellen und -pfaden dienen.

Krankheiten und Beschwerden

Neben der umfangreichen Befragung und ärztlichen Untersuchung des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys werden im Kinder-Umwelt-Survey zusätzlich Reizungen der Augen und der oberen Atemwege sowie die familiäre Disposition von allergischen Erkrankungen abgefragt. Darüber hinaus sind in den Fragebogen an die Eltern zwei Fragen zur subjektiven Einschätzung der Belastung der Gesundheit durch Umweltprobleme aus der bundesweiten Erhebung zu „Umweltbewusstsein in Deutschland 2000“ [BMU 2000] aufgenommen worden.

Lärm, Hörfähigkeit und Stress

Das Auftreten von Ohrenbeschwerden im Zusammenhang mit besonderen Schallereignissen ist ein weiterer Schwerpunkt des Kinder-Umwelt-Surveys. Der Pretest hat ergeben, dass Kinder Fragen z.B. zu Ohrenbeschwerden im Zusammenhang mit lauten Schallereignissen häufiger mit „ja“ beantworten als ihre befragten Eltern, was auf die sensiblere Wahrnehmung der Kinder hindeuten kann. Daher werden auch in der Hauptphase Eltern und Kinder (ab acht Jahren) befragt. Vergleichbares trifft auf das subjektive „Gestörtsein“ gegenüber unterschiedlichen Lärmquellen zu, so dass auch diese Fragen sowohl an die Eltern als auch an die Kinder gestellt werden. Ein besonderer Bereich ist der Fragenkomplex zum Musikhörverhalten, der bei den Kindern ab 8 Jahren abgefragt wird.

Feldarbeit

Die Feldarbeit des Kinder-Umwelt-Surveys ist in die Feldarbeit des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys [Kurth et al. 2002] integriert (vgl. Tab. 1). Auch in das Qualitätssicherungskonzept (intern und extern) des Gesundheitsurveys wird das des Umwelt-Surveys eingebunden.

Datenauswertung

Der eigentlichen Datenauswertung sind folgende Arbeitsschritte vorangestellt: Zusammenführung der Einzeldateien; Datenprüfung, -bereinigung und -gewichtung (die erhobenen Daten sind

Tab. 1 Umweltuntersuchung im Überblick

Im Zentrum	
Arzt →	– Blutabnahme + Dokumentation – Abfrage Nahrungsmittel 48 h vor Probenahme
MTA →	– Blutverarbeitung
Zentrumsinterviewer →	– Terminvereinbarung für Haushaltsuntersuchung – Ausgabe und Erläuterung der Probengefäße (Morgenurin, Trinkwasser inkl. Hinweisblätter) – Ggf. Entgegennahme der Morgenurin- und Trinkwasserprobe und Dokumentation
Umweltinterviewer →	– Morgenurinverarbeitung – Wägung der Staubbeutelproben – Lagerung und Transport der Proben – Wartung der „Umwelt“-Geräte
Im Haushalt (Umweltinterviewer)	
<i>bei allen Kindern und deren Eltern</i>	<i>zusätzlich bei 8- bis 14-jährigen</i>
– Interview mit den Eltern	– Interview mit dem Kind
– Probenahmen + Dokumentation:	– Schallpegelmessung
– Entgegennahme Morgenurin- + Trinkwasserprobe	– Hörtest beim Kind
– Trinkwasser-Sticktests durchführen	
– Staubsaugerbeutelinhalt	
– Terminvereinbarung „chemische Luftverunreinigungen“	
– Durchführung Zusatzprogramm „chemische Luftverunreinigungen“	
– Falls vom Probanden vergessen wurde am Morgen der Haushaltsuntersuchung die Morgenurin- und Trinkwasserprobe zu gewinnen:	
a) Proband bitten, die Proben in das Zentrum zu bringen oder	
b) einen Abholtermin vereinbaren	
Vor dem Haushalt (Umweltinterviewer)	
– Interviewerangaben zur Wohnumgebung des Probanden	
– Ermittlung der Gauß-Krüger-Koordinaten mittels Global Positioning System (GPS)	

nach den Ziehungsmerkmalen Lebensalter, Geschlecht, Gemeindegroßenklasse und alte/neue Länder entsprechend der Grundgesamtheit zu gewichten, um Abweichungen zwischen der Ist- und Soll-Stichprobe für die Hochrechnung auf die Bevölkerung auszugleichen). Die eigentliche Datenauswertung umfasst wiederum mehrere Komplexe.

Zunächst werden die Verteilungen der Stoffe in den jeweiligen Medien sowohl für die Kinder in Gesamtdeutschland als auch für nach den Ziehungsmerkmalen Lebensalter, Geschlecht, Gemeindegroßenklasse und alte/neue Länder definierten Gruppen berechnet und publiziert. Die Unterschiede zwischen den zuvor genannten Gruppen werden auf Signifikanz getestet. Zur Beschreibung der Verteilungen werden folgende statistische Kennwerte berechnet: Stichprobenumfang, Anteil der Werte, die unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, 10., 50., 90., 95., 98. Perzentil, Maximalwert, arithmetisches Mittel, geometrisches Mittel und – soweit möglich – das 95%-Konfidenzintervall für das geometrische bzw. arithmetische Mittel. Parallel werden 95%-Konfidenzintervalle der 95. Populationsperzentile für definierte Bevölkerungsgruppen (z.B. Kinder ohne Amalgamfüllungen in den Zähnen) berechnet. Diese Daten sind die Grundlage für die Kommission „Human-Biomonitoring“ des UBA für die erstmalige Festlegung von Referenzwerten für Kinder ab drei Jahren in Deutschland.

Außerdem erfolgt die Bewertung dieser Ergebnisse, die auch den zeitlichen Vergleich umfasst, sowohl anhand von Beurteilungswerten (z.B. Human-Biomonitoring-(HBM-)Werte des UBA, Richtwerte für Innenraumluft des UBA, 23. BImSchV, TrinkwV), als auch – soweit geeignete Daten vorhanden sind – im internationalen Vergleich.

In einem nächsten Schritt werden die unterschiedlichen Belastungspfade und -quellen der Substanzen in den jeweiligen Medien identifiziert und quantifiziert. Die Bedeutung von potenziellen Einflussgrößen wird mit bivariaten und multivariaten Zusammenhangsanalysen bestimmt.

Zusätzlich lassen sich erstmalig an einer repräsentativen Stichprobe Einflüsse bestimmter Umweltfaktoren auf die gesundheitliche Situation anhand der Daten beider Surveys (Umwelt und Gesundheit) mit multivariaten Verfahren untersuchen. Folgende Themenkomplexe sind für derartige statistische Analysen vorgesehen:

- Allergien des Atemtraktes (wie Asthma, Heuschnupfen): Schimmelpilzsporen, im Hausstaub nachweisbare Stoffe wie z.B. Hausstaubmilbenexkremate und Tierhaarallergene.
- Kontaktallergien: Nickel (z.B. Modeschmuck), Duftstoffe (z.B. Anwendung von Aromalampen/Räucherstäbchen, „Aromatisierung ganzer Lebensbereiche“, Terpene und Terpen-Abkömmlinge in der Raumluft) und Biozide (z.B. PCP, Tragen von Lederbekleidung).
- Lärm: Schlafstörungen, Stress, psychisches Wohlbefinden und Hörschäden.
- Reizungen (Augen und Atemtrakt): Formaldehyd, höhere Aldehyde, TVOC in der Innenraumluft.

Probandenbefundung

Jeder Teilnehmer bzw. dessen Eltern/Sorgeberechtigte erhalten eine Ergebnismitteilung der individuellen Befunde zusammen mit einer umweltmedizinischen Bewertung und ggf. mit Empfehlungen zur Minimierung einer auffälligen Belastung.

Die Ergebnisse der Screening-Audiometrie werden in Anlehnung an die Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ der betrieblichen Berufsgenossenschaften und an die Empfehlungen der Kommission „Soziakusis“ des UBA bewertet.

Im Falle von besonders auffälligen Befunden im Bereich des Human-Biomonitorings (z.B. Blut und Urin bei Überschreitung des HBM-II-Wertes) werden diese Ergebnisse den Teilnehmerinnen und Teilnehmern bzw. deren Sorgeberechtigten umgehend mitgeteilt. Für Nachuntersuchungen und für die weitere umweltmedizinische Betreuung werden die örtlichen Umweltambulanzen als Ansprechpartner genannt. Ansonsten erfolgen Ergebnismitteilungen – wegen der zum Teil sehr zeitintensiven Analysen – bei Vorliegen aller in Blut, Urin und Trinkwasser gemessenen Parameter bzw. die TVOC-, Benzol- und Formaldehyd-Ergebnisse in der Innenraumluft ca. sechs Monate nach der Untersuchung.

Als Grundlage für die Beurteilung der korporalen Messergebnisse dienen die von der Kommission „Human-Biomonitoring“ des UBA festgelegten Referenz- und HBM-Werte. Für die Beurteilung der Innenraum-Monitoring-Ergebnisse werden die von der Kommission „Innenraumluftthygiene“ des UBA publizierten Richtwerte herangezogen. Die Trinkwasser-Verordnung dient ebenfalls als Bewertungsmaßstab.

Zur Erfassung der Schadstoffe in den unterschiedlichen Staubproben dienen in erster Linie Screening-Methoden, mit denen eine Übersicht über die allgemeine Situation bei der Bevölkerung gewonnen werden soll. Eine Interpretation der individuellen Messergebnisse insbesondere im Hinblick auf gesundheitliche Auswirkungen ist nicht möglich. Daher werden diese Ergebnisse nur im Einzelfall, d. h. bei äußerst auffälligen Befunden, mitgeteilt.

Literatur

- ¹ APUG. Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Bundesministeriums für Gesundheit, Bonn 1999
- ² Babisch W, Bohn B. Schallpegel in Diskotheken und bei Musikveranstaltungen. Teil II: Studie zu Musikhörgewohnheiten von Oberschülern. Teil III: Studie zur Akzeptanz von Schallpegelbegrenzungen in Diskotheken. Berlin: Umweltbundesamt, WaBoLu-Hefte 4/2000
- ³ BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). Umweltbewusstsein in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Berlin 2000
- ⁴ CDC (Centers for Disease Control and Prevention). National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Atlanta, Georgia 2001
- ⁵ EEA/WHO (European Environment Agency/World Health Organization). Children's health and environment: A review of evidence. Environmental Issue Report 2002; 29
- ⁶ Englert N, Gleue C, Krause C et al. Untersuchungen zur Bleibelastung von Schulkindern in Berlin im Hinblick auf die Blei-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaften. Institut für Wasser-, Boden- und Luft-

- hygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin, WaBoLu-Bericht 45/1977
- 7 Englert N, Krause C, Thron HL et al. Untersuchungen zur Bleibelastung ausgewählter Bevölkerungsgruppen in Berlin (West). Bundesgesundheitsblatt 1986; 29: 322–326
 - 8 Englert N, Krause C, Thron HL et al. Studies on lead exposure of selected population groups in Berlin. Trace Elements in Medicine 1987; 4: 112–116
 - 9 Englert N, Höring H. Lead concentrations in tap-water and in blood of selected schoolchildren in Southern Saxonia. Toxicology Letters 1994; 72: 235–331
 - 10 Englert N, Babisch W. PEACE study example: Panel study from Berlin. Epidemiology 1995; 6: 66
 - 11 Englert N, Babisch W, Hoek G. Air pollution and respiratory health of children: The PEACE panel study in Berlin, Germany. Eur Respir Rev 1998; 8 (52): 53–60
 - 12 Gesundheitsamt Frankfurt. Umweltmedizinische Sprechstunde für Bewohner der ehemaligen US-Housings in Frankfurt am Main. Gesundheitsamt der Stadt Frankfurt am Main 1999
 - 13 Goldman LR. Linking research and policy to ensure children's environmental health. Environ Health Perspect 1998; 106 (Supplement 3): 857–862
 - 14 Heinrich J, Jacob B, Hölscher B et al. Umweltmedizinische Untersuchungen im Raum Bitterfeld, im Raum Hettstedt und in einem Vergleichsgebiet 1995–1996 – Data Book. Institut für Epidemiologie des GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GSF-Bericht 1998; 5
 - 15 Kamtsiuris P, Bergmann KE, Dippelhofer A et al. Der Pretest des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys: Methodische Aspekte und Durchführung. Gesundheitswesen 2002; 64 (Sonderheft 1): 99–106
 - 16 Kamtsiuris P, Lange M. Der Pretest des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys: Stichprobendesign. Gesundheitswesen 2002; 64 (Sonderheft 1): 107–113
 - 17 Krause C, Englert N, Leiss R. Toxische Bestandteile von Tennenbelägen. Köln: Schriftenreihe „Sport- und Freizeitanlagen“ des Bundesinstituts für Sportwissenschaft B1/84 1984
 - 18 Krause C, Chutsch M, Englert N. Pentachlorophenol exposure through indoor use of wood preservatives in the Federal Republic of Germany. Environment International 1989; 15: 443–447
 - 19 Krause C, Babisch W, Becker K et al. Umwelt-Survey 1990/92, Band Ia: Studienbeschreibung und Human-Biomonitoring: Deskription der Spurenelementgehalte im Blut und Urin der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Berlin: Institut für Wasser-, Boden- und Luft-hygiene des Umweltbundesamtes, WaBoLu-Hefte 1/1996
 - 20 Kurth BM, Bergmann KE, Hölling H et al. Der bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheitsurvey – Das Gesamtkonzept. Gesundheitswesen 2002; 64 (Sonderheft 1): 3–11
 - 21 Landrigan PJ, Carlson JE, Bearer CF et al. Children's health and the environment: a new agenda for prevention research. Environ Health Perspect 1998; 106 (Supplement 3): 787–794
 - 22 Laskus L, Bake D, Moriske HJ et al. Trends und Risikofaktoren von Asthma und allergischen Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Teil 1: Atemwegsallergien, Luftschadstoffe. Berlin: Umweltbundesamt, WaBoLu-Hefte 1/2000
 - 23 Lebowitz MD, O'Rourke MK, Gordon S et al. Population-based exposure measurements in Arizona: A phase I field study in support of the National Human Exposure Assessment Survey. JEAEE 1995; 5 (3): 297–325
 - 24 LGA (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg (Hrsg). Pilotprojekt Beobachtungsgesundheitsämter. Stuttgart 1996
 - 25 LGA (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg) (Hrsg). Beobachtungsgesundheitsämter. Belastungs- und Wirkungsmonitoring, Stuttgart: Untersuchung 2000/01, Heft 1/2002 (Entwurf)
 - 26 MURL (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen). Epidemiologische Untersuchungen zu gesundheitlichen Wirkungen verkehrsbedingter Immissionen auf Kinder (1995–1997). Düsseldorf 1999
 - 27 O'Fallon LR, Collman, GW et al. The National Institute of Environmental Health Sciences' research program on children's environmental health. JEAEE 2000; 10: 630–637
 - 28 Pellizzari E, Liroy P, Quackenboss J et al. Population-based exposure measurements in EPA region 5: Phase I field study in support of the National Human Exposure Assessment Survey. JEAEE 1995; 5 (3): 327–358
 - 29 RKI (Robert-Koch-Institut). kinder-jugend-gesundheit21.de. Projektbeschreibung. Studie zu Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland, Stand 11.6.2002.
 - 30 Schneider D, Freeman N. Children's environmental health risks. A state-of-the-art conference. Archives Environ Health 2001; 56 (2): 103–110
 - 31 Schulz C, Becker K, Friedrich C et al. Umwelt-Survey: PCP-Gehalte im Urin der deutschen Wohnbevölkerung, zeitliche Entwicklung und Vergleich alte/neue Länder. Umweltmed Forsch Prax 1998; 3 (4): 238
 - 32 Seiwert M, Becker K, Kaus S et al. German Environmental Survey 1998 (GerES III): PAH in the urine of adults and children. Monterey, CA, USA: 10th Annual Conference of the ISEA Oct 24–27, 2000
 - 33 Statusreport . Status Report on Implementation of the 1997 Declaration of the Environment Leaders of the Eight on Children's Environmental Health, Canada: Banff 2002
 - 34 Thierfelder W, Bergmann KE, Hellenbrand W et al. Laboruntersuchungen im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey. Gesundheitswesen 2002; 64 (Sonderheft 1): 23–29
 - 35 Thron HL, Englert N, Krause C et al. Bleibelastung von Bevölkerungsgruppen. Epidemiologische Untersuchungen in der Nachbarschaft einer Bleihütte und in Kontrollregionen. WaBoLu-Berichte 2/1978. Berlin: Dietrich Reimer Verlag
 - 36 Ullrich D, Weiland S, Seifert B. Volatile organic compounds in homes of children with asthma and allergies – case-control study of indoor air quality. In: INDOOR AIR'99 (Proceedings of the 8th Int. Conf. on Indoor Air Quality and Climate). Edinburgh, Scotland 1999; Vol. 4: 131–132
 - 37 VDI/DIN . Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN. Richtlinie 2119 „Messung partikelförmiger Niederschläge. Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff. Berlin: Beuth Verlag GmbH 1996
 - 38 WHO (World Health Organization). Human Exposure Assessment. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 214, Geneva: WHO 2000