

## I. Vorgeschichte

### PAK-haltiger Parkettkleber

Im Frühjahr 1997 wurde im Zusammenhang mit der Vorstellung einer Patientin in der umweltmedizinischen Sprechstunde des Gesundheitsamtes der Stadt Frankfurt am Main in einer Hausstaubprobe – neben verschiedenen Pestiziden (DDT, Chlorpyrifos) - eine unerwartet hohe Belastung an den als krebserzeugend eingestuft polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), resp. Benzo(a)pyren (BaP) festgestellt. Als Quelle dieser PAK-Belastungen konnte der Parkettkleber, der in den Jahren 1955/56 errichteten Wohnungen (ehemalige US-Housing), identifiziert werden. Die zur Abschätzung der inhalativen Exposition (Aufnahme mit der Luft) durchgeführte Untersuchung des Schwebstaubs (Raumluft), ergab keine auffälligen BaP-Gehalte. Weitere im November/Dezember 1997 durchgeführten Untersuchungen bestätigten die ersten Befunde.

In einer ersten orientierenden Expositionsabschätzung musste demzufolge für die Bewohner nicht von einer erhöhten Schadstoffaufnahme über die Atemwege ausgegangen werden; wohl aber war für die am Boden spielenden Kleinkinder, die beim Spielen Bodenstaub oral aufnehmen können, mit einer nicht unerheblichen möglichen Zusatzbelastung zu rechnen. Deshalb führte das Gesundheitsamt eine Humanbiomonitoring-Untersuchung bei Kindern unter 6 Jahren aus den ehemaligen US-Housing im Vergleich mit nicht in diesen Wohnungen wohnenden „Kontrollkindern“ durch (1, 2).

Weitere Recherchen zeigten, dass hier ein allgemeines, bundesweites Problem „aufgedeckt“ worden war: Vergleichbare Parkett-Kleber auf Teerölbasis waren allgemein in der Bundesrepublik Deutschland bis in die 70er Jahre verwendet worden – nicht nur in Frankfurt und nicht nur in den US-Housing areas. Das Gesundheitsamt informierte daraufhin übergeordnete Ministerien auf Landes- und Bundesebene und organisierte ein erstes Experten-Hearing im Februar 1998 in Frankfurt am Main (3).

Bei diesem Hearing am 05.02.1998 in Frankfurt konnte zwischen den anwesenden Experten aus Universitäts- und Bundes-Instituten, Landes- und Bundesministerien sowie Untersuchungslabors Einigung dahingehend erzielt werden, dass Pestizide kein generelles, sondern ein punktuelles Problem in den ehemaligen US-Housing darstellen, dass aber der PAK-Belastung im Parkettkleber weiter nachgegangen werden soll. Das PAK-Problem wurde von Bundesministerien aufgegriffen, auf deren Bitten das Umweltbundesamt im März und April 1998 zwei Expertengespräche durchführte. Die Ergebnisse wurden in Pressemitteilungen veröffentlicht (4, 5). Sie dienten als Grundlage für die in den darauffolgenden Monaten publizierten einschlägigen Erlasse verschiedener Bundesländer sowie für die Beratungen der AG Schadstoffe der Bauministerien der Länder (ARGEBAU).

Bereits 1998 waren in Frankfurt am Main in allen ca. 2800 Wohnungen der ehemaligen US-Housing area die BaP-Gehalte im Kleber und Hausstaub (modifiziertes Kehr-Wischverfahren) untersucht worden; in ca. 70 Wohnungen mit einem BaP-Gehalt im Kleber > 3000 mg/kg und weniger als 10 mg BaP/kg Hausstaub wurden zusätzlich Raumlufthuntersuchungen durchgeführt. Insgesamt wiesen etwa 40 % der Wohnungen einen BaP-Gehalt im Kleber von weniger als 10 mg/kg auf, und je etwa 30 % hatten Belastungen zwischen 10 und 3000 mg BaP/kg bzw. über 3000 mg BaP/kg Kleber. In weniger als 2 % der Hausstaubproben lag der BaP-Gehalt über 10 mg/kg; in keiner der Raumlufthuntersuchungen wurden mehr als 3 ng BaP/m<sup>3</sup> über der Außenluftbelastung festgestellt. Es zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen den BaP-Gehalten im Kleber und Hausstaub, Kleber und Raumlufthuntersuchungen und Hausstaub und Raumlufthuntersuchungen (6).

Im Sommer 2000 hat die *Arbeitsgruppe Schadstoffe* nach Abschluss ihrer Beratungen ihre „PAK-Hinweise“ veröffentlicht (7); nachdem die ad-hoc-Gruppe der Innenraumkommission des Umweltbundesamtes anhand der vorliegenden Daten (8, 9) keine Gefahr im baurechtlichen Sinne feststellen konnte und damit nicht zwingend Hausbesitzern eine Sanierung abzuverlangen war, empfahl die ARGEBAU – eher aus Vorsorgegründen – bei Überschreitung von 100 mg BaP/kg Hausstaub in Aufenthaltsräumen und bei Überschreitung von 10 mg BaP/kg Hausstaub in Wohnungen oder wohnähnlich genutzten Räumen „expositionsminimierende Maßnahmen“ (7).

## **Pestizide und PCB in Hausstaubproben**

Auch der Frage der Belastung der ehemaligen US-Housing mit Pestiziden wurde in Frankfurt weiter nachgegangen. Die Auswertung von 295 mittels Saugen gewonnenen Hausstaubproben, die in aller Regel von den Bewohnern der ehemaligen US-Housing selbst genommen worden waren (möglichst 7-Tage alter Staub), erbrachte im Vergleich mit anderen publizierten Studien folgende Ergebnisse: Bei DDT zeigte sich im Hausstaub der ehemaligen US-Housing sowohl im Median (mittlerer Wert, d.h. 50 % der Werte liegen darunter und 50 % darüber), als auch in den 90er oder 95er Perzentilen (d.h. 90 resp. 95% der Werte liegen darunter und 10 resp. 5 % der Werte liegen darüber) und im Maximalwert eine 2-3fach höhere Belastung als in den anderen größeren Studien. Bezüglich Lindan wurden im Vergleich mit den publizierten Studien keinerlei Auffälligkeiten festgestellt. Die PCP- und die Permethrinbelastung in den Hausstaubproben waren vergleichsweise niedrig. Die Chlorpyrifoswerte waren weder im Mittel (Median) noch bei Betrachtung der Maximalwerte auffällig; im Bereich der oberen Perzentilen war jedoch eine deutlich höhere Belastung als in den zum Vergleich herangezogenen anderen Studien erkennbar (6).

Die zunächst auffällig erscheinenden DDT-Befunde waren angesichts des Alters der ehemaligen US-Häuser plausibel zu erklären: die untersuchten ehemaligen US-Wohnungen waren ausnahmslos vor über 40 Jahren errichtet worden, zu einer Zeit, als DDT sowohl in den USA als auch in der Bundesrepublik Deutschland noch zugelassen war und verbreitet eingesetzt wurde. Auch in einer Studie aus Schleswig-Holstein (keine US-Housing) war in Häusern aus diesen Jahren im Mittel eine 2-3fach höhere DDT-Belastung im Hausstaub gefunden worden als in der Gesamtheit der untersuchten Häuser. Es handelt sich also offenbar um ein allgemeines Problem älterer Häuser, nicht aber um ein spezielles Problem ehemaliger US-Wohnungen. Die eher niedrigen PCP- und Permethrinbefunde lassen sich mit dem Fehlen von (früher oft PCP-behandelten) tragenden Holzbauteilen sowie mit dem Bodenbelag (Parkett statt möglicherweise pyrethroidbehandelter Teppichböden) erklären. Die gefundenen Chlorpyrifoswerte sprechen für eine frühere Anwendung in einem Teil der Wohnungen. Dies stimmt mit den Angaben der früheren Nutzer überein: eine Nachfrage bei der US-Armee hatte ergeben, dass diese bei Bedarf - neben Pyrethrum - insbesondere Chlorpyrifos als Insektizid eingesetzt hatte.

Angesichts der Sorge vieler Bewohner wurden in Frankfurt 1998/99 in sämtlichen Wohnungen der ehemaligen US-Housing auch Hausstaub- und ggf. auch Schrankstaubproben (aus den alten Einbauschränken) auf verschiedene Pestizide untersucht. Da hier keine Beurteilungs- und Eingriffswerte zur Verfügung standen, erarbeitete das Stadtgesundheitsamt Handlungswerte (6, 10), bei deren Überschreitung ebenfalls entsprechende Sanierungsmaßnahmen ergriffen wurden - in der Regel die Entfernung der alten Einbauschränke in den Wohnräumen.

Nachdem Anfang 1998 in einigen Hausstaubproben auch Polychlorierte Biphenyle gefunden worden waren, veranlasste das Gesundheitsamt im März 1998 die Untersuchung der Raumluft in 12 Wohnungen mit den dem Amt bekannt höchsten PCB-Gehalten im gesaugten Staub, mit Werten zwischen 10 und 160 mg PCB/kg. Die Raumluft-Untersuchungen wurden entsprechend der bundesweit geltenden PCB-Richtlinie durchgeführt und bewertet (11), wobei zur Simulation eines am Boden spielenden Kleinkindes die Proben teilweise mit einer abgesenkten Ansaughöhe von 40 cm über dem Parkett genommen wurden. In keinem Fall konnte eine PCB-Raumluftbelastung über dem Sanierungseingreif- oder über dem Sanierungszielwert von 3000 resp. 300 ng PCB/m<sup>3</sup> (11) festgestellt werden: der maximale gefundene Wert lag bei 160 ng/m<sup>3</sup>, im Mittel lag die PCB-Belastung bei ca. 30 ng/m<sup>3</sup>. Ein Handlungsbedarf konnte somit nicht abgeleitet werden. Als Ursache der PCB-Funde wurde ein PCB-haltiger Parkettfugenkitt festgestellt, der in früheren Jahren offenbar zum Ausbessern von Ritzen und Fugen im Parkettboden verwendet worden war; diesem Fugenkitt mit einem PCB-Gehalt von ca. 350 mg/kg war offenbar seinerzeit PCB als Weichmacher zugesetzt worden. Bei den umfassenden Hausstaub-Untersuchungen aller Wohnungen wurden PCB im Hausstaub mit untersucht; die in der Pilotuntersuchung erhaltenen Ergebnisse konnten dabei bestätigt werden.

## **Kurzinformationen zu den in Frage stehenden und untersuchten Stoffen**

### **Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK**

Unter polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) wird eine Gruppe von mehr als 200 Verbindungen verstanden, die bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Materialien entstehen, z. B. bei der Verbrennung von Mineralöl, Motorkraftstoffen, Kohle, Holz, beim Zigarettenrauchen etc.. PAK sind als Verunreinigungen in der Umwelt (Luft und Boden) weit verbreitet. Durch die Luftreinhaltemaßnahmen der letzten Jahrzehnte konnte die Luftbelastung mit PAK (und der toxiologisch wichtigsten Einzelverbindung Benzo-a-Pyren) deutlich reduziert werden, sie liegt heute etwa bei 10 % der Belastung von vor 20-30 Jahren. Die Hauptzufuhrquelle für den Menschen ist die Nahrung, insbesondere über offenem Feuer gegrillte Nahrungsmittel. Über 90 % der PAK-Aufnahme geschieht allgemein über die Nahrung. Die PAK-Zufuhr mit der Nahrung wird auf 3 Mikrogramm pro Person und Tag geschätzt; Raucher nehmen nochmals die gleiche Menge über das Rauchen zu sich.

Die PAK sind nicht akut toxisch, sie sind aber eindeutig krebserregend. Die krebserzeugende Wirkung von Ruß (bedingt im wesentlichen durch PAK-Anteile im Ruß) ist seit etwa 200 Jahren bekannt, schon im 18. Jahrhundert wurde der Berufskrebs der Schornsteinfeger beschrieben. Aus zahlreichen Tierversuchen und aus arbeitsmedizinischen Studien ist die krebserzeugende Wirkung der PAK für den Menschen zweifelsfrei erwiesen: Haut- und Lungenkrebs (ein nicht geringer Anteil der Krebserkrankungen durch Rauchen dürfte auf PAK zurückzuführen sein). Unterschiedliche PAK-Gemische sind unterschiedlich stark krebserregend. So ist das PAK-Gemisch im Zigarettenrauch 100fach und das PAK-Gemisch in Dieselruß 1000fach toxischer als das Gemisch in Kokereiabgasen.

### **Insektenvernichtungsmittel Organophosphate - Chlorpyrifos**

Die Synthese der Organophosphate lässt sich bis ins letzte Jahrhundert zurückverfolgen, seit den 20er Jahren dieses Jahrhunderts wurden sie systematisch als Insektenvernichtungsmittel entwickelt und produziert. Zahlreiche Vertreter dieser Gruppe sind heute noch als Insektenvernichtungsmittel zugelassen und werden auch in Produkten im Haus angewandt. Im Gegensatz zu den sehr stabilen Insektiziden wie z. B. DDT sind die Organophosphate weniger stabil, werden rascher abgebaut und reichern sich deswegen in der Umwelt nicht dauerhaft an. Es gibt eine große Vielzahl an verschiedenen Organophosphaten; relativ häufig wird heute noch Chlorpyrifos verwendet. Die Hauptzufuhr von Chlorpyrifos erfolgt allgemein über Lebensmittel.

Organophosphate greifen in die Funktion der Nervenzellen ein und gehen dann mit sog. Muskarinartigen (pilzgiftartigen) oder nikotinartigen Symptomen einher. Muskarinartige Wirkungen sind: Verlangsamung des Herzschlags, Erschlaffung der Muskeln, Enger werden der Atemwege und des Magen-Darm-Trakts, Zunahme des Tränenflusses, der Produktion an Speichel und Magensaft. Bei den nikotinartigen Wirkungen stehen Zittern des gesamten Körpers, Herzjagen, Blutdruckerhöhung, allgemeine Erregung und Krämpfe im Vordergrund. Nach Abklingen einer schweren akuten Vergiftung können Symptome wie leichte Ermüdbarkeit, Verstimmung, Störungen der Gedächtnisleistung und der Konzentrationsfähigkeit noch über Monate andauern. Vor dem Hintergrund bekannter Daten zur Toxikologie von Chlorpyrifos hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 1982 einen ADI-Wert (acceptable daily intake - erlaubte tägliche Zufuhr) von 10 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht und Tag festgelegt. Der ADI-Wert entspricht der Menge, die bei täglicher Aufnahme während des ganzen Lebens nach verfügbarem Wissen kein für den Menschen erkennbares Risiko darstellt.

### **Schädlingsbekämpfungsmittel Pyrethroide - Permethrin**

Seit Jahrhunderten werden Extrakte aus verschiedenen Chrysanthemenarten als Insektenvernichtungsmittel verwendet. Bereits seit Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden Chrysanthemen zum Zweck der Extraktgewinnung gezielt angebaut. Diese Extrakte sind sehr instabil gegenüber Licht und wirken deswegen nur relativ kurz.

Seit etwa 40 Jahren stellt man durch Abänderung der chemischen Struktur synthetische Pyrethroide her, mit dem Ziel einer geringen Abbaubarkeit in der Umwelt und dadurch einer längeren insektenvernichtenden Wirkung. Wegen ihrer guten Wirkung gegen die Insekten und ihrer im Vergleich zu anderen Insektiziden relativ geringen Giftigkeit bei Menschen, zählen sie heute zu den am meisten eingesetzten Stoffen aus der Gruppe der Insektenvernichtungsmittel. Permethrin zählt zu den wichtigsten Vertretern der Pyrethroide. Anwendungsbereiche sind in der Landwirtschaft (Obst- und Gemüsebau, Hopfen-, Sonder- und Unterglaskulturen), der Forstwirtschaft (Lagerung von Holz, Schutz gegen Borkenkäfer etc.), im Baumwollanbau, Anbau von Zierpflanzen, Schnitt- und Topfblumen, im Haushalt und Gebäuden (Insekten- und Blumensprays, auch Schabenbekämpfung etc.) in der Ausrüstung von Textilien und Teppichen (vor allem Wollteppiche).

Pyrethroide werden über den Magen-Darm-Trakt, die Atemwege und die Haut angenommen, die maximale Blutkonzentration wird nach ca. 4 Stunden erreicht. Durch bestimmte Enzyme werden die Pyrethroide in verschiedene Abbauprodukte gespalten - (die hohe Giftigkeit der Substanzen für Insekten ist auf das Fehlen dieser abbauenden und damit entgiftenden Enzyme zurückzuführen) - und dann mit einer Halbwertszeit von Stunden über die Nieren ausgeschieden. Die Substanzen werden im Fettgewebe länger zurückgehalten: Dort sind Halbwertszeiten<sup>x</sup> von mehr als 20 Tagen beschrieben.

Bei akuten, sehr schweren Pyrethroidvergiftungen nach oraler Aufnahme (versehentliches oder absichtliches Trinken der Lösungen z. B. in Selbstmordabsicht) treten innerhalb von 10 bis 60 Minuten zunächst Übelkeit, Erbrechen und Durchfälle auf. Nach Resorption entwickeln sich dann Symptome des Nervensystems: u. a. Zitterigkeit, Gangunsicherheit, erhöhte Erregbarkeit und Überempfindlichkeit auf äußere Reize. Bei direktem Hautkontakt mit dem unverdünnten Präparat, mit Lösungen oder mit stark belasteten Oberflächen, treten innerhalb von Minuten bis Stunden Kribbeln und Brennen an der Haut auf. In einer zusammenfassenden Bewertung stellt das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz in Berlin fest: bleibende, chronische Schäden an den Nerven oder an anderen Zellen konnten, wenn die akuten Vergiftungssymptome abgeklungen und die Substanzen ausgeschieden waren, bisher nicht sicher nachgewiesen werden, auch nicht nach wiederholter Zufuhr. Allerdings besteht weiterer Forschungsbedarf.

### **Pentachlorphenol - PCP**

Pentachlorphenol (PCP) wirkt bakterien- und pilzabtötend. Deswegen wurde es in der Vergangenheit im Holz- und Bautenschutz, in der Schnittholzbehandlung, in der Textil- und Lederimprägnierung sowie in der Zellstoff-, Papier- und Pappeproduktion zur Konservierung eingesetzt. Seit 1989 gilt in der BRD die PCP-Verbotsverordnung. Da in einigen Ländern, wie z. B. auch in den USA, Frankreich, Indien, Taiwan etc. PCP weiterhin produziert oder eingesetzt wird, kann durch Import insbesondere von Textilien und Lederwaren PCP weiterhin nach Deutschland gelangen. Die durchschnittliche PCP-Aufnahme über die Nahrung wird heute in Deutschland auf 1-2 Mikrogramm pro Tag geschätzt. Da eine direkte Anwendung von PCP in der Landwirtschaft nicht anzunehmen ist, wird eine sekundäre Belastung der Lebensmittel z. B. durch Lagerung in entsprechend behandelten Holzkisten o. ä. als Ursache angesehen.

PCP wird gut über den Magen-Darm-Trakt, die Atemwege und die Haut aufgenommen. Die Halbwertszeit im Körper wird je nach Zufuhr mit zwischen 30 Stunden und 17 Tagen angegeben. Demnach besitzt PCP keine ausgeprägte Neigung zur Anreicherung im Körper. Es reichert sich nicht in der Muttermilch an und zeigt auch keine Tendenz zu höheren Werten mit zunehmendem Alter.

Unter den akuten Wirkungen bei hohen PCP-Aufnahmen stehen Kreislauf- und Stoffwechselstörungen im Vordergrund. Bei chronischer Zufuhr im Niedrigdosisbereich - vor allem im Zusammenhang mit der Verwendung PCP-haltiger Holzschutzmittel im Wohnbereich - wurden in zahlreichen Fallbeispielen unspezifische Symptome genannt: Mattigkeit, Müdigkeit, Leistungsminderung, Konzentrationsstörungen, Reizungen der Augen- und Bronchialschleimhaut etc. Chronische Zufuhr von 3 Milligramm PCP pro kg Körpergewicht und Tag verursachte bei Ratten keine Symptome (no

---

<sup>x</sup> Halbwertszeit: Zeit, in welcher die Hälfte eines aufgenommenen Stoffes wieder ausgeschieden wird, nach 2 Halbwertszeiten ist noch ein Viertel der aufgenommenen Menge im Körper

effect level). Vor dem Hintergrund aktueller toxikologischer Daten setzte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unter Anwendung eines Sicherheitsfaktors von 1000 einen ADI-Wert (erlaubte tägliche Zufuhr) von 3 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht und Tag fest.

D. h. ein 70 kg schwerer Erwachsener dürfte 210 µg PCP pro Tag (0,210 Milligramm) aufnehmen. Der ADI-Wert bezeichnet die Menge eines Stoffes, die ein ganzes Leben lang täglich aufgenommen werden kann, ohne dass nach derzeitiger wissenschaftlicher Kenntnis unerwünschte gesundheitliche Wirkungen nachweisbar wären.

### **Lindan (g-Hexachlorcyclohexan)**

Lindan (g-Hexachlorcyclohexan) wird seit 1945 als Insektenvernichtungsmittel in der Land- und Forstwirtschaft, im Holzschutz, in der Veterinär- und auch in der Humanmedizin eingesetzt. Beim Menschen dient es vor allem der Bekämpfung von Läusen und Milben. Der Hauptzufuhrpfad des Menschen sind lindanbelastete Nahrungsmittel (über 90 %). Die Gesamtaufnahme hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich abgenommen: sie lag 1970 noch bei 50 ng/kg Körpergewicht, 1980 bei 3 ng/kg Körpergewicht und heute unter 1 ng/kg Körpergewicht (ng ist ein milliardstel Gramm).

Lindan reichert sich vor allem im Blutfett und fettreichen Geweben an. Bei chronischer Zufuhr liegt die Halbwertszeit bei ca. 8 bis 10 Tagen. Bei einer akuten schweren Lindanvergiftung mit hohen Mengen treten Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Zittern, Gleichgewichtsstörungen bis hin zu Krampfanfällen und Tod ein. Außerdem wurden auch Magen-Darm-Koliken, Durchfälle und Mundentzündungen beobachtet. Bei chronisch erhöhter Zufuhr wurden beobachtet, dass Lebervergrößerungen und -verfettungen und/oder chronische Nierenentzündungen auftraten.

Aus den vorhandenen toxikologischen Daten hat das Bundesgesundheitsamt im Jahre 1992 eine duldbare tägliche Aufnahme von 5 Mikrogramm Lindan pro Kilogramm Körpergewicht und Tag festgelegt; d. h. bei einer lebenslangen Zufuhr von Lindan in diesen Mengen sind keine unerwünschten Wirkungen zu erwarten.

### **Dichlordiphenyltrichlorethan DDT**

Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) wurde - nachdem seine Wirkung gegen Insekten im Jahr 1939 erkannt wurde - weltweit in der Malaria- und Typhusbekämpfung sowie in der Landwirtschaft eingesetzt. Das dabei verwendete technische DDT enthielt ca. 75 % p, p'-DDT und ca. 15 % o, p'-DDT. Wegen der starken Anreicherungstendenz in der Umwelt und in der Nahrungskette sowie wegen seiner gesundheitsschädlichen Wirkung beim Menschen, wurde Anfang der 70er Jahre die Produktion und das Vertreiben von DDT in den meisten Industrienationen verboten - in Deutschland 1972. In anderen Erdteilen wird DDT noch heute eingesetzt, z. B. wird es in den Tropen heute noch zur Bekämpfung der Malaria verwendet. DDT und seine Abbauprodukte sind in der Umwelt sehr stabil und reichern sich deswegen in der Nahrungskette an, insbesondere in fetthaltigen tierischen Lebensmitteln und in Muttermilch. Infolge des gesetzlichen Verbots ist die Belastung in den letzten Jahren deutlich rückläufig. In industrialisierten Ländern - mit lange zurückliegendem DDT-Verbot - geschieht die Hauptaufnahme von DDT über den Nahrungspfad. Dort liegt die tägliche Aufnahme unter 2 Mikrogramm pro Tag. Dem gegenüber wird in Ländern, wo DDT in den letzten Jahren noch eingesetzt wurde, eine sehr viel höhere DDT-Aufnahme mit der Nahrung beobachtet. Sie lag in Ägypten beispielsweise 1988 im Mittel bei 960 Mikrogramm pro Tag.

Bei akuter, schwerer DDT-Vergiftung können Übelkeit, Erbrechen, Lähmungserscheinungen, Gleichgewichtsstörungen, Verwirrheitszustände, Zittern und Krampfanfälle bis hin zum Tod eintreten. Bei Arbeitern, die über 25 Jahre wiederholt durchschnittlich 0,25 mg DDT pro kg Körpergewicht und Tag aufgenommen hatten, wurden keine unerwünschten Wirkungen festgestellt. Epidemiologische Untersuchungen haben keine eindeutigen Hinweise auf fruchtschädigende oder krebserzeugende Wirkungen gezeigt.

Aus den vorliegenden toxikologischen Daten hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unter Anwendung von Sicherheitsfaktoren einen ADI-Wert (acceptable daily intake - erlaubte tägliche Zufuhr) von 0,02 mg pro kg Körpergewicht und Tag errechnet. D. h. bei lebenslanger Zufuhr solcher DDT-Mengen ist - laut WHO - nicht mit gesundheitlichen Störungen zu rechnen.

### **Polychlorierte Biphenyle - PCB**

Unter „polychlorierten Biphenylen“ PCB wird ein Substanzgemisch mit 209 möglichen Einzelsubstanzen verstanden, die sich bei gleicher Grundstruktur in der Anzahl der zusätzlichen Chloratome (1-10) unterscheiden. Wegen ihrer Stabilität gegenüber Hitze, ihrer hohen Reaktionsträgheit, Schwerentflammbarkeit und Alterungsbeständigkeit wurden sie in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt: als Weichmacher in Kunststoffen, Klebstoffen, Imprägnierungs- und Flammschutzmittel, als Isolier- und Kühlflüssigkeit in Transformatoren etc.

Die PCB sind gering akut toxisch, das größte gesundheitliche Problem besteht in ihrer Biobeständigkeit und Anreicherungstendenz in der Nahrungskette und im menschlichen Fettgewebe sowie in der Muttermilch. Nicht zuletzt aus diesen Gründen wurden die PCB seit 1983 in Deutschland nicht mehr hergestellt. 1989 wurden sie völlig verboten. Aufgrund dessen gehen in den letzten Jahren die PCB-Gehalte in Lebensmitteln deutlich zurück. Auch im Blut der Bevölkerung sowie in der Muttermilch nahmen die Belastungen in den letzten ca. 10 Jahren um mehr als ein Drittel ab. Nach wie vor geschieht die Hauptzufuhr über PCB-kontaminierte Nahrungsmittel.

Aus Vergiftungen im arbeitsmedizinischen Bereich und den Reisölvergiftungen in Japan und Taiwan mit sehr hohen PCB-Belastungen sind folgende Symptome bekannt: akneförmige Hauterscheinungen (Chlorakne), Dunkler werden der Haut (vermehrte Pigmentation), eitriges Augenentzündungen, Lidschwellungen, Übelkeit, Verdauungsbeschwerden, Leberfunktionsstörungen, Schwäche, Kopfschmerzen und Konzentrationsstörungen, Störungen des Immunsystems. Insbesondere nach vorgeburtlicher PCB-Belastung im Mutterleib wurden bei Kindern darüber hinaus Auffälligkeiten in der neurologischen Entwicklung beschrieben. Im Tierversuch haben sich die PCB als krebserregend erwiesen. Die krebserregende Wirkung ist für den Menschen nicht nachgewiesen, es besteht jedoch ein Verdacht auf eine tumorauslösende Wirkung auch beim Menschen.

Die bekannten PCB-Wirkungen sind konzentrationsabhängig. Aus den arbeitsmedizinischen Kenntnissen sowie aus Tierversuchen hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unter Anwendung entsprechender Sicherheitsabstände errechnet, dass bei einer täglichen Aufnahme von  $1\mu\text{g}/\text{kg}$  Körpergewicht über das ganze Leben keine gesundheitlichen Auffälligkeiten oder Störungen auftreten werden. Die täglich erlaubte Zufuhr wurde von der Weltgesundheitsorganisation auf  $1\mu\text{g}/\text{kg}$  Körpergewicht und Tag festgelegt.

## **II Methoden, Teilnehmer, Daten zur äußeren und inneren Exposition der Bewohner (PAK, PCB und Pestizide in Hausstaub sowie im Blut oder Urin der Bewohner)**

### **Das Angebot der umweltmedizinischen Sprechstunde im Gesundheitsamt**

Am Abend des Hearings, am 5.2.1998 bot der Gesundheitsdezernent der Stadt Frankfurt am Main den besorgten Bewohnern in einer großen Informationsveranstaltung die Möglichkeit einer umweltmedizinischen Beratung und Untersuchung im Stadtgesundheitsamt an. Angesichts des großen Interesses insbesondere für die Untersuchung von Kindern, wurde beschlossen, diese zunächst durch ihre eigenen Kinderärzte untersuchen zu lassen. Dies ersparte darüber hinaus vielen Familien den Weg in die Innenstadt zum Gesundheitsamt. Die Kinderärzte wurden informiert und waren sofort bereit, diese Zusatzaufgabe mit zu übernehmen. Ab April 1998 wurden die Kinder zusammen mit ihren Eltern im Rahmen der Sprechstunde im Amt mit untersucht.

Über die umweltmedizinische Beratung hinaus wurde den Bewohnern auch das kostenlose Angebot einer umfassenden Untersuchung auf die diskutierten Schadstoffe gemacht. Alle Parameter, für welche etablierte, validierte Methoden auch im umweltmedizinischen Bereich zur Verfügung standen, wurden in das Untersuchungsangebot mit aufgenommen.

Das Konzept der umweltmedizinischen Sprechstunde im Gesundheitsamt für Bewohner der ehemaligen US-Housing in Frankfurt am Main:

- Information und Beratung durch einen erfahrenen Umweltmediziner
- Ausführliche fragebogengestützte Anamnese (Erhebung von Erkrankungen und Beschwerden)
- Blutentnahme bei Erwachsenen – Analyse auf PCP, Lindan, DDE/T, PCBs
- Urinabgabe von Kindern und Erwachsenen – Analyse auf Stoffwechselprodukte der PAK, Organophosphate und Pyrethroide

Aus ethischen Gründen sollte bei Kindern auf die Blutentnahme verzichtet werden und Kinder nur auf die im Zentrum des Interesses stehenden PAK-Stoffwechselprodukte sowie Organophosphat- und Pyrethroidmetabolite im Urin untersucht werden. Auf Drängen der Eltern wurde später auch bei Kindern Blut abgenommen und auf Organochlorverbindungen untersucht.

Die Sprechstunde wurde bis Ende Dezember 1998 durchgeführt. Insgesamt hatten sich etwa 1200 Menschen (ca. 500 Erwachsene und 700 Kinder und Jugendliche) vorgestellt. Die Ergebnisse der Blut- und Urinuntersuchungen wurden bereits in einem ausführlichen Bericht des Gesundheitsamtes 1999 (6) als auch in mehreren wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht (12-27). Es konnten keine Anhaltspunkte dafür gefunden werden, dass die Schadstoffbelastung in den Wohnungen zu einer messbar höheren inneren Schadstoffbelastung der Bewohner geführt hätte. Soweit Referenzwerte vorhanden waren, waren diese nicht überschritten.

In einzelnen Kasuistiken konnten der Einfluss PCP-belasteter Lederkleidung auf die innere PCP-Belastung und Hinweise für einen Einfluss der Ernährung auf die innere Belastung mit Organophosphaten herausgefunden werden (15, 22). Auch konnte gezeigt werden, dass Rauchen zu einer signifikanten und dosisabhängigen Erhöhung der PAK-Stoffwechselprodukte im Urin führt (18). Bei einer Untergruppe von ca. 100 Kindern, deren Urin auf Cotinin, ein spezifisches Stoffwechselprodukt von Nikotin, nachuntersucht wurde, wurden signifikante Zusammenhänge gefunden zwischen einer durch Cotinin im Urin bestätigten Passivrauchbelastung und der Ausscheidung an 1-Hydroxypyren im Urin, dem bestuntersuchten Marker für PAK-Belastung (19).

## Analyse-Methoden

**Ambiente-Monitoring:** Die Hausstaubproben waren im Auftrag der großen Hausbesitzer-Gesellschaften von drei Instituten mit dem modifiziertem Kehr-Wischverfahren entnommen und mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie untersucht worden. Die Nachweisgrenzen waren teilweise zwischen den Instituten unterschiedlich, sie lagen aber in der Regel (Ausnahme PCB) unter 1 mg/kg. Vor diesem Hintergrund wurden für die Berechnungen von Mittelwerten und Standardabweichungen Werte unter der Nachweisgrenze mit 0 berechnet; dies berührt nicht die Angaben der Perzentilen.

**Humanbiomonitoring:** Alle Humanbiomonitoringuntersuchungen wurden durchgeführt im Institut für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin nach etablierten, von der DFG anerkannten Methoden (28):

PAK-Metabolite im Urin: Untersucht wurden 4 monohydroxylierte Phenanthrene und 1-Hydroxypyren mittels HPLC und Fluoreszenzdetektion

Organophosphatmetabolite im Urin: Untersucht wurden 6 verschiedene Metabolite Dimethylphosphat (DMP), Diethylphosphat (DEP), Dimethylthiophosphat (DMTP), Diethylthiophosphat (DETP), Dimethyldithiophosphat (DMDTP) und Diethyldithiophosphat (DEDTP) mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie

Pyrethroidmetabolite im Urin: Untersucht wurden 4 verschiedene Metabolite: cis-3-(2,2-Dibromvinyl)-2,2-dimethylcyclopropan-carbonsäure (Br<sub>2</sub>CA), cis- und trans-3-(2,2-Dichlorvinyl)-2,2-dimethylcyclopropan-carbonsäure (cis-Cl<sub>2</sub>CA und trans-Cl<sub>2</sub>-CA) und 4-Flour-3-phenoxybenzoesäure (F-PBA) mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie.

PCB im Blut: Untersucht wurden die 6 Kongenere PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180 mittels Gaschromatographie/Elektroneneinfangdetektor

PCP im Blut: Untersucht wurde mittels Gaschromatographie / Massenspektrometrie

DDE/T im Blut: : Untersucht wurde mittels Gaschromatographie / Massenspektrometrie

## Fragebogen zu Arzt-Diagnosen jemals sowie Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten

Für die **Anamnesen** (Erfassung der Arzt-Diagnosen, Beschwerden und Symptome) wurde im Februar 1998 in der umweltmedizinischen Abteilung des Gesundheitsamtes ein speziell auf die Situation in den US-Housing gerichteter „Wohnungs-Fragebogen“ entwickelt. Darüber hinaus wurden bereits vorhandene und in verschiedenen Bereichen eingesetzte Fragebogen - teilweise modifiziert – übernommen, so z.B. der „Kinderfragebogen“ des NORDIG-Instituts, der in Frankfurt bereits bei der Untersuchung der Kinder aus Schwanheim nach dem Störfall der Hoechst AG von 1993 eingesetzt worden war (29).

Die konkrete Formulierung der Fragen im **Kinder- Fragebogen** lautete:

**Ist von einem Arzt bei Ihrem Kind jemals eine der folgenden Erkrankungen festgestellt worden (ein- oder mehrmals)? (Zutreffendes bitte ankreuzen)**

- Asthma
- spastische/obstruktive Bronchitis
- infektiös bedingte Bronchitis
- Lungenentzündung
- Keuchhusten
- Pseudokrupp
- Mandelentzündung
- Mittelohrentzündung
- Nasennebenhöhlenentzündung
- Nasen/Rachenpolypen
- Heuschnupfen
- Milchschorf
- Ekzem/Neurodermitis
- Schuppenflechte

**Ist von einem Arzt bei Ihrem Kind jemals eine Erkrankung aus folgenden Bereichen festgestellt worden? (Zutreffendes bitte ankreuzen)**

- Allergie (positive Allergietests?)
- Leber-, Gallenerkrankung
- Magen-Darm-Erkrankung
- Nieren-, Blasenerkrankung
- Stoffwechselstörung
- neurologische Erkrankung oder Entwicklungsstörung

**War Ihr Kinder schon einmal für mehrere Tage im Krankenhaus? Wenn ja, wegen welcher Erkrankung?**

**Nimmt Ihr Kind Medikamente? (Tabletten, Saft, Hautsalben/Cremes)? Wenn ja, welche?**

Es wurde hier also nach ärztlichen Diagnosen insgesamt über das ganze Leben seit Geburt gefragt.

Demgegenüber waren die Fragen nach Symptomen und Beschwerden auf die Beobachtung der Eltern in den letzten 12 Monaten gerichtet, d. h. die Beschwerdesituation nach Einschätzung der Eltern selbst (Einjahres-Prävalenz). Die Fragen lauteten konkret:

## Fragen zu Beschwerden (Kinder-Fragebogen)

Bitte geben Sie die Beschwerden an, die Sie bei Ihrem Kind in den letzten 12 Monaten beobachtet haben: (Zutreffendes bitte ankreuzen)

- ? juckende Hautveränderungen in Knie-, Ellen- und Handgelenksbeugen
- ? juckende, gerötete, brennnesselstichartige Hautquaddeln
- ? Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen
- ? tränende Augen
- ? Niesanfälle oder laufende Nase (ohne Erkältung)
- ? verstopfte, juckende Nase
- ? Nasenbluten
  
- ? pfeifende Atemgeräusche
  - ? bei körperlicher Anstrengung
  - ? bei einer Erkältung
  - ? ohne Erkältung
  - ? besonders nachts
  - ? bei Aufenthalt in kalter Luft
  
- ? trockener Reizhusten
  - ? bei körperlicher Anstrengung
  - ? bei einer Erkältung
  - ? ohne Erkältung
  - ? besonders nachts
  - ? bei Aufenthalt in kalter Luft
  
- ? gehäufte Infektionserkrankungen
  - ? 1-2 x in den letzten 12 Monaten
  - ? bis 5 x in den letzten 12 Monaten
  - ? mehr als 5 x in den letzten 12 Monaten
  
- ? auffällige Unruhe, Zappeligkeit, Zitterigkeit
- ? Konzentrationsstörungen
- ? vermehrte Übelkeit
- ? Erbrechen
- ? Durchfälle
- ? sonstiges: \_\_\_\_\_

**Lösen bestimmte Nahrungsmittel, Medikamente, andere Stoffe oder Tierkontakte bei Ihrem Kind Beschwerden aus ? (Zutreffendes bitte ankreuzen)**

- ? Nahrungsmittel \_\_\_\_\_
- ? Pollen \_\_\_\_\_
- ? Hausstaub/Milbe \_\_\_\_\_
- ? Tierkontakte \_\_\_\_\_

---

Im **Wohnungsfragebogen** wurde darüber hinaus u.a. gefragt:

Wird in der Wohnung geraucht:

- gar nicht
- nur auf dem Balkon
- selten von einem Bewohner
- regelmäßig von einem Bewohner
- selten von einem Besucher

Für die Auswertung wurden die Angaben „selten“ zusammengefasst, sodass 4 Gruppen verglichen werden konnten (gar nicht, nur auf Balkon, selten, regelmäßig)

## Auswertungs-Verfahren

Für die **Auswertung** wurde die Arbeitsgruppe Epidemiologie (AgE) - Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales und Institut für Mathematik, Epidemiologie und Datenverarbeitung in der Medizin des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf – unter Projektleitung von Herrn Dr. M. Schümann – mit der Erstellung eines Auswertungsleitfadens (30) beauftragt. Die Auswertung und Berichterstellung wurde in Abstimmung und unter Beratung durch Dr. Schümann vorgenommen. Die statistischen Berechnungen erfolgten mit dem Statistik-Programm SPSS.

Zunächst wurden die erhobenen Daten zu „Arztdiagnosen jemals“ und zu den von den Eltern bei ihren Kindern „in den letzten 12 Monaten beobachteten Beschwerden und Symptomen“ geschichtet nach Alter und Geschlecht ausgewertet.

Da parallel zu der Erhebung der Diagnosen und Symptome/Beschwerden bei den Kindern und Jugendlichen aus den ehemaligen US-Housing keine Vergleichsgruppe mit der identischen Methode untersucht wurde, erscheint unter strengen methodischen Gesichtspunkten eigentlich nur der Vergleich unterschiedlich belasteter Gruppen innerhalb der Gesamtgruppe der untersuchten Kinder und Jugendlichen aus den ehemaligen US-Housing zulässig. Da jedoch der Erhebungsbogen, den das NORDIG-Institut in einer Untersuchung in Frankfurt und in Südhessen (29) eingesetzt hatte, nur leicht modifiziert verwendet worden war, können – trotz einiger weiter bestehender methodischer Bedenken – die altersabhängigen Angaben der Kinder aus den ehemaligen US-Housing mit denen der beiden anderen Untersuchungen verglichen werden. Dies kann jedoch nicht geschehen, ohne nachdrücklich auf die methodischen Probleme dabei hinzuweisen:

- Fragebogen unterschiedlich: der Fragebogen war optisch anders ausgelegt, die Fragen nicht ganz identisch formuliert. Es ist nicht auszuschließen, dass dies einen Einfluss auf die Antwort hatte.
- Selbstrekrutierung und Selektionsbias: es handelt sich bei unserer Untersuchung – wie auch bei der früheren Untersuchung in Frankfurt - um eine anlassbezogene Untersuchung, sodass eine Verzerrung durch Selbstrekrutierung nicht nur nicht ausgeschlossen werden kann, sondern im Gegenteil eher angenommen werden muss. Hierauf hatten die Gutachter im Zusammenhang mit den Abschlußberichten der Untersuchungen zum Störfall der Hoechst AG in Schwanheim eindringlich hingewiesen (29). Demgegenüber erscheint das Problem der Selbstrekrutierung und damit der Verzerrung bei der groß angelegten Südhessischen Studie weniger gravierend.
- Struktur der „Kontrollgruppen“ (Alter, Größe): Die 327 Kinder unter 6 Jahren aus den ehemaligen US-Housing werden mit 146 Kindern aus dem sog. Randgebiet („Ffm Rand“) (d.h. außerhalb des eigentlichen Kerngebiets) des damaligen Störfalls in Frankfurt und mit 41 im Jahre 1995 in verschiedenen Kindergärten befragten Kindergartenkindern aus Frankfurt („Ffm Kontr“) verglichen. Die letztere Gruppe ist sehr klein und wenig systematisch zustande gekommen, sodass insbesondere diese Gruppe nur sehr bedingt als Vergleichsgruppe dienen kann. Die 233 Kinder zwischen 6 und 12 Jahren aus den ehemaligen US-Housing können mit 176 Kindern der gleichen Altersgruppe aus Frankfurt Schwanheim/Goldstein aus dem Jahre 1994/5 („Ffm Rand“) verglichen werden. Die Kontrollgruppe der 488 Kinder aus Südhessen („Hessen Kontr“) umfasste Kinder aus der 4. Klasse, d.h. Kinder im Alter von ca. 9 Jahren. Demzufolge ist die Vergleichbarkeit mit dieser Gruppe wegen der unterschiedlichen Altersverteilung ebenfalls nur bedingt gegeben.

Um den Einfluss der äußeren und der inneren Belastungen auf die Häufigkeit von bestimmten Arzt-Diagnosen und Beschwerden und Symptomen der Kinder und Jugendlichen aus den ehemaligen US-Housing zu untersuchen, wurde eine umfassende explorative Datenanalyse vorgenommen. Um bei der Datenfülle und bei der Vielzahl der nachfolgenden Analysen den Aufwand und die Probleme durch multiples Testen in Grenzen zu halten, werden (im Anhang) systematisch die Auswertungen der Daten aller Kinder zusammen (0-18 Jahre) dargestellt. Angesichts der deutlichen

Altersabhängigkeit bestimmter Diagnosen und Symptome sowie angesichts des besonderen Interesses für die „Risikogruppe“ der Kleinkinder unter 6 Jahren, die über Spielen auf dem Boden möglicherweise mehr Hausstaub und Schadstoffe aufnehmen können, die also den in den ehemaligen US-Housing im Hausstaub gefundenen Schadstoffen mehr exponiert sind als ältere Kinder, wurden sämtliche Berechnungen zusätzlich für diese Altersgruppe gesondert durchgeführt. Auf die weitere Berechnung für das Geschlecht wurde verzichtet, da sich der Anteil der Jungen und Mädchen in den einzelnen Altersgruppen nicht wesentlich unterschied und somit kein bedeutsamer Einfluss auf die Ergebnisse (Verzerrung) erwartet werden konnte.

Für die Auswertung im Hinblick auf die externe Schadstoffbelastung im Hausstaub wurden jeweils 3 Gruppen gebildet (< Nachweisgrenze; < 1 mg/kg; ≥ 1 mg/kg (bei BaP im Kleber < 10 mg/kg, 10-3000 mg/kg; > 3000 mg/kg). Um ggf. Kombinationseffekte (Wirkungen verschiedener äußerer Belastungen zusammen) zu erfassen, wurden zusätzlich Summenparameter gebildet und daraus wieder jeweils 3 Gruppen mit unterschiedlicher Summenbelastung miteinander verglichen.

Zur Auswertung der inneren Exposition – d.h. Stoffwechselprodukte der PAK, Organophosphate und Pyrethroide im Urin sowie der Belastung an PCB, PCP und DDE im Blut – wurden je nach Belastung etwa 4 gleiche Gruppen gebildet (Quartile) und die Erkrankungen bzw. Symptome und Beschwerden der Kinder der unterschiedlichen Belastungsgruppen miteinander verglichen. Um eine ggf. additive oder synergistische Wirkung einer inneren PAK-, Organophosphat- und Pyrethroidexposition bzw. der Gesamtbelastung an PCB, PCP und DDE im Blut zu untersuchen, wurden auch hier die Quartilen der einzelnen Belastungen addiert und unterschiedliche Belastungsgruppen gebildet.

Zur Frage eines möglichen Zusammenhangs (Risikos) zwischen den Erkrankungen und Symptomen einerseits und den externen oder internen Belastungen andererseits wurden dann in einem weiteren zwei verschiedene statistische Testverfahren angewendet:

1. Berechnung der „Odds-Ratio“ (OR) zwischen der Gruppe der niedrigsten und höchsten Belastung. Mit diesem Test wird untersucht, wie hoch das Risiko für die erfragten Erkrankungen oder Beschwerden bei den Kindern aus der jeweils am höchsten belasteten Gruppe im Vergleich mit der jeweils am geringsten belasteten Gruppe ist. (Die mittlere(n) Gruppe(n) bleiben bei dieser Gruppenbetrachtung unberücksichtigt). Das 95% Vertrauensintervall für die Odds-Ratios (OR) wird ebenfalls angegeben; bleiben hier beide Werte über 1, so ist das Risiko für die höher belastete Gruppe signifikant höher; bleiben beide Werte unter 1, ist es signifikant niedriger.
2. Berechnung der Spearman-Rank-Korrelationen zwischen den individuellen Untersuchungsergebnissen für die einzelnen Parameter (z.B. BaP oder DDT im Hausstaub oder DDE im Blut, 1-Hydroxypyren im Urin) und den angegebenen Erkrankungen und Beschwerden. In diese Betrachtung gehen alle Untersuchungsdaten mit ein. Eine positive Korrelation deutet darauf hin, dass eine höhere Belastung mit vermehrten Erkrankungen und Beschwerden einhergeht, während ein Minuszeichen vor dem Korrelationskoeffizienten gegenteilige Zusammenhänge andeutet. Signifikante Korrelationen werden in den Tabellen mit \*( $p < 0,05$ ) und \*\*( $p < 0,01$ ) markiert.

Generell darf „signifikant“ nicht automatisch mit „kausal“ oder „ursächlich“ gleichgesetzt werden. Signifikant bedeutet zunächst, dass bei weiteren Untersuchungen mit 95- (oder 99)-prozentiger Wahrscheinlichkeit wieder das gleiche Ergebnis erhalten wird.

Bei den umfangreichen explorativen Testungen besteht die Gefahr falsch positiver (signifikanter) Ergebnisse; so kann bei 100 Tests bereits aus statistischen Überlegungen mit 5 „signifikanten“ Ergebnissen gerechnet werden, ohne dass hier eindeutige Hinweise auf kausale Zusammenhänge vorlägen. Zur Prüfung auf Kausalität müssen Plausibilitätsbetrachtungen angestellt werden, z.B. anhand von Kenntnissen aus der medizinische Literatur oder der ärztlichen Erfahrung etc. In dem Ergebnisteil werden die Ergebnisse zunächst nur dargestellt und beschrieben; weitere Betrachtungen und Plausibilitäts- und Kausalitätsfragen werden in dem Kapitel Diskussion dargelegt.

Im Anhang wurden für jeden betrachteten Schadstoff systematisch die Häufigkeiten der Nennungen in je zwei Tabellen angegeben – eine für Erkrankungen jemals nach Diagnose des Arztes und eine zweite für Beschwerden und Symptome nach Beobachtungen der Eltern in den letzten 12 Monaten. Mittels eines nichtparametrischen statistischen Tests (Kruskal-Wallis-Test) wurde untersucht, inwieweit Häufigkeiten in den verschiedenen Belastungsgruppen signifikant unterschieden sind. Dies wurde sowohl jeweils für alle Kinder und in weiteren zwei Tabellen für die Kinder unter 6 Jahren gesondert aufgeführt. Die als Zahlen zusammengefassten Häufigkeiten wurden dann in entsprechenden Abbildungen nochmals graphisch dargestellt.

Im Textteil selbst wurden die wesentlichen Informationen zusammengefasst, ergänzt um einige Abbildungs-Beispiele.

Um die Darstellung nicht zu sehr auszuweiten und um sie noch lesbar zu halten, wurden – neben dem Passivrauchen – nur diejenigen Parameter ausführlich dargestellt, die ausweislich der Hausstaubproben im Vergleich mit publizierten Studien auffällig oder erhöht waren – zumindest in einem Teil der Wohnungen; dies ist BaP im Kleber und Hausstaub sowie DDT und Chlorpyrifos im Hausstaub. Lindan im Hausstaub zeigte vergleichsweise keine Auffälligkeiten, PCP und Permethrin waren in den Proben aus den ehemaligen US-Housing eher auffallend niedrig (kein tragenden imprägnierten Holzbauteile in den Wohnungen und Parkett statt – permethrinbehandelten – Teppichboden). Letztere werden aber im Odds-Ratio und in den Korrelationstest mit dargestellt und wurden auch in die Summenbetrachtung mit einbezogen.

## Angaben zu den Wohnungen

Die Kinder und Jugendlichen wohnten in 353 Wohnungen/Häusern aus dem Bereich der ehemaligen US-Housing in Frankfurt. Nachfolgend werden die Elterangaben aus dem Wohnungsfragebogen zusammengefasst dargestellt. Leider wurden nicht alle Fragebogen vollständig ausgefüllt, sodass die nachfolgend angegebenen Prozentangaben sich nicht immer zu 100% addieren und die Prozentangaben (z. B. aus Tabelle 2) nur als „ungefähre Mindestzahlen“ zu sehen sind, da ein Nichtankreuzen der Fragen nicht automatisch mit „nein“ gleichgesetzt werden kann, obwohl für die Auswertung mangels weiterer Angaben so verfahren werden musste.

Fragen zur Renovierung und zum aktuellen Zustand des Fußbodens wurden getrennt nach Wohnbereich und Kinder/Schlafzimmerbereich gestellt. In den Kinderzimmern war nach Angaben der Eltern etwas häufiger als im Wohnbereich bereits ein anderer Boden (z. B Teppichboden) verlegt; ansonsten waren die Angaben zur Renovierung und zum Zustand des Parketts weitgehend vergleichbar (Tab. 1)

Tab. 1  
**Boden: Renovierungsmaßnahmen und aktueller Zustand**

Angaben zu den Wohnungen	Wohnzimmer	Kinderzimmer /Schlafzimmer
	%	%
<b>Boden</b>		
Parkett unverändert	52	54
Parkett renoviert	40	34
Parkett abgeschliffen	31	26
Parkett ausgebessert	17	16
Parkett neu versiegelt	33	28
Anderer Boden verlegt	8	12
<b>Derzeitiger Zustand des Parketts (falls noch Parkett vorhanden)</b>		
Ohne Risse	6	6
Weniger al 10 % rissig	26	27
Mehr als 10 % rissig	35	35
Überwiegend feine Risse*	26	29
Über wiegend grobe Risse	41	34

\*dünner als Fingernagel

Tab. 2  
**Angaben zu Renovierungsmaßnahmen, Möbeln und Einbauschränken, Reinigungs- und Rauchgewohnheiten in der Wohnung**

	%		%
<b>Renovierung</b>		<b>Noch alte Einbauschränke vorhanden</b>	
Wände tapeziert oder gestrichen	84	Im Wohnzimmer	68
Decken tapeziert oder gestrichen	75	Im Flur	73
Heizkörper neu gestrichen	31	Im Kinderzimmer	74
Türen gestrichen	49	Im Schlafzimmer	72
Neue Küche	35	In der Küche	54
Neues Bad	46	<b>Neue Möbel nach dem Einzug gekauft</b>	62
<b>Reinigung des Bodens</b>		<b>Rauchen in der Wohnung</b>	
Täglich	37	Gar nicht	44
2-3mal/Woche	34	Nur auf dem Balkon	20
1 mal/Woche	18	Selten	26
Seltener	1	Regelmäßig	10

In mehr als drei Vierteln der Wohnungen wurden vor dem Einzug Decken und Wände tapeziert oder gestrichen, in etwa der Hälfte der Wohnungen wurden die Türen und in etwa einem Drittel der Wohnungen auch die Heizkörper neu gestrichen. Alte Einbauschränke waren in mehr als der Hälfte der Küchen vorhanden, in zwei Dritteln der Wohnzimmer und in etwa drei Vierteln der Flure und Kinder/Schlafzimmer. Je etwa ein Drittel der Eltern gaben an, den Boden täglich oder 2-3mal/Woche zu reinigen. In der knapp der Hälfte der Wohnungen wurde nach Angaben der Eltern gar nicht geraucht, in weiteren 20 % nur auf dem Balkon. In einem Drittel der Wohnungen wurde geraucht – selten oder regelmäßig (Tab. 2).

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Klebers und der Hausstaubproben aus den Wohnungen der Kinder sind in Tab. 3 zusammengefasst dargestellt. Generell ist zu bemerken, dass diese Daten nicht direkt mit den Ergebnissen von Hausstaubuntersuchungen aus verschiedenen Publikationen (siehe 6) zu vergleichen sind, da u. a. Probenahmemethode nicht vergleichbar ist; in den ehemaligen US-Housing wurden die Hausstaubproben von drei Instituten nach dem modifizierten Kehrwischverfahren des Umweltbundesamtes entnommen, während in den Publikationen in der Regel gesaugte Proben vorlagen, wobei auch dort teilweise erhebliche methodische Unterschiede im Hinblick auf das Saugverfahren, das Alter und die Sammelphase des Hausstaubs bestehen.

Wegen der linksschiefen Verteilung der Werte werden für die weiteren Auswertungen nicht die Quartile sondern die Klassifizierungen unter der Nachweisgrenze – über der Nachweisgrenze und unter 1 mg/kg – über oder gleich 1 mg/kg zugrundegelegt; beim Kleber: < 10 mg BaP/kg – 10 - < 3000 mg/kg – über oder gleich 3000 mg/kg.

Tab. 3  
**Ergebnisse von Hausstaubuntersuchungen in den Wohnungen der teilnehmenden Kinder**

	N	X ±sdev	P 25	P 50	P 75	Unter NWG	Unter 1 mg/kg	≥ 1 mg/kg
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
<b>Kleber BaP</b>	271	2464±2537	5	2000	4070	28,0*	32,1**	39,9***
<b>Hausstäube</b>								
BaP	269	1,67±17,87	<	<	0,3	61,0	27,9	11,2
PCP	281	0,08±0,19	<	<	0,10	69,0	29,5	1,4
Lindan	282	0,17±1,70	<	<	<	93,3	5,7	1,1
DDT	282	1,49±14,21	<	0,10	0,40	46,8	40,4	12,8
PCB	281	1,16±6,08	<	<	<			
Chlorpyrifos	269	0,55±1,61	<	<	0,40	51,3	36,1	12,6
Permethrin	269	0,65±3,02	<	<	0,20	63,6	25,3	11,2

Kleber: \* < 10 mg BaP/kg; \*\*10-2999 mg BaP/kg; \*\*\*≥ 3000 mg BaP/kg  
 <:unter der Nachweisgrenze

## Angaben zu den teilnehmenden Kindern und Jugendlichen

Es liegen insgesamt 635 ausgefüllte Fragebogen von Kindern und Jugendlichen vor, die zum Zeitpunkt der Untersuchung im Jahre 1998 in den ehemaligen US-Housing wohnten. Nach Angaben des Einwohnermeldeamtes wohnten Mitte 1998 insgesamt 3500 Personen unter 20 Jahren in den ehemaligen US-Liegenschaften; somit wurden etwa 18 % der Kinder und Jugendlichen aus diesen Liegenschaften in unserer Sprechstunde untersucht (Tab. 4).

Tab. 4

### Kinder und Jugendliche in den ehemaligen US-Housing in Frankfurt am Main – insgesamt und Untersuchungsteilnehmer

Alter (Jahre)	Bewohner insgesamt	Teilnehmer der Untersuchung Fragebogen		Jungen		Mädchen	
		n	%	n	%	n	%
0-<6	1275	327	25,6	162	52,9	144	47,1
6-<12	1200	233	19,4	98	50,5	96	49,5
12-<18	1035*	75	7,2	32	47,1	36	52,9
Summe	3500	635	18,1				

\* unter 20 Jahren; das Geschlecht war nicht bei allen Kindern angegeben

Sämtliche Familien waren in den 90er Jahren nach dem Auszug der US-amerikanischen Familien in die freigewordenen Wohnungen und Häuser eingezogen. Die Wohndauer der Kinder in den US-Housing bis zum Zeitpunkt der Untersuchung betrug im Durchschnitt 2,6±0,7 Jahre (Median 3,0 Jahre; Maximum 5 Jahre) (Tab. 5).

Tab. 5

### Wohndauer in den ehemaligen US-Housing bis zur Untersuchung

Wohndauer in den US-Housing	alle		< 6 Jahre alt		6 - < 12 J alt		≥ 12 J alt	
	n	%	n	%	n	%	n	%
< 1 Jahr	49	7,7	33	10,3	13	5,7	3	4,1
1 - < 2 J	152	24,4	80	25,0	46	20,2	26	35,1
2 - < 3 J	394	63,3	190	59,4	160	70,2	44	59,5
3 - < 4 J	21	3,4	13	4,1	7	3,1	1	1,4
≥ 4 J.	6	1,0	4	1,3	2	0,9		
Unbekannt	13		7		5		1	

Prozentzahlen auf die bekannten Daten bezogen

Obwohl viele Eltern aus anderen Ländern stammten, waren doch 84 % der Kinder in Frankfurt und insgesamt 94 % in Deutschland geboren. Die Aufteilung der Geburtsländer zeigt Tab. 6.

Tab. 6

### Geburtsort/-länder der untersuchten Kinder und Jugendlichen Aus den ehemaligen US-Housing

Geburtsort/-land	Anzahl der Kinder	Prozent
Frankfurt	531	84,0
Deutschland, ohne Frankfurt	63	10,0
Europa (ohne BRD), USA, Kanada	11	1,7
Polen, GUS (inkl. Sibirien, Kasachstan)	10	1,6
Türkei, Iran, Eritrea, Nordafrika	17	2,7
Summe	632	100
Nicht bekannt	3	

Die Ergebnisse der Urinuntersuchungen der Kinder und Jugendlichen sind in Tab. 7 zusammengefasst. Es waren jeweils 4 verschiedene Phenanthrenmetaboliten analysiert worden, je 6 verschiedene Metaboliten der Organophosphate und je 4 Pyrethroidmetaboliten. Hier wurden gruppenspezifische Summen gebildet. Zusammenhänge zwischen der äußeren Exposition (z. B. BaP, Chlorpyrifos oder Permethrin im Hausstaub) und der inneren Belastung der Kinder und Jugendlichen (z. B. Pyren oder Phenanthren-, Organophosphat- und Pyrethroidmetabolite im Urin) waren nicht erkennbar; weder in der Gesamtgruppe der Kinder und Jugendlichen noch in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren (Abb. 1 und 2).

In der Faktorenanalyse zeigte sich die enge Assoziation zwischen 1-Hydroxypyren und den Phenanthrenen nicht aber mit den anderen Metabolitengruppen (Anhang S. 153), sodass die weiteren Auswertungen für PAK-, Organophosphat- und Pyrethroidmetaboliten getrennt durchgeführt wurden, wobei im Hinblick auf die innere PAK-Belastungen der Kinder und Jugendlichen ausschließlich 1-Hydroxypyren als Marker genutzt wurde.

Für die weiteren Auswertungen wurden die altersbezogenen Quartilen gebildet, d.h. es wurden die Kinder je nach Fremdstoffkonzentration im Blut oder Urin jeweils in etwa 4 gleichgroße Gruppen aufgeteilt und diese unterschiedlich belasteten Gruppen miteinander verglichen. Dieses Verfahren war notwendig, da keine Kontrollgruppe gleichzeitig mit derselben Methode mituntersucht worden war. Fehlen geeignete Kontrollgruppen, ist das gewählte Verfahren gut geeignet, z. B. Einflüsse von Fremdstoff-Belastungen zu untersuchen.

Tab. 7

**Metaboliten von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Organophosphaten und Pyrethroiden im Urin von Kindern und Jugendlichen**

	Anzahl	mittel $\pm$ sdev	Bereich	P 25	P 50	P 75
<b>Summe Phenanthrene ng/g Kreatinin</b>						
< 6 J	314	1398 $\pm$ 876	n.n. – 6373	863	1183	1708
6 - < 12 J	230	1027 $\pm$ 498	256 – 3076	681	924	1273
$\geq$ 12 J	74	1022 $\pm$ 583	374 – 2931	602	858	1314
<b>1-Hydroxypyren ng/g Kreatinin</b>						
< 6 J	314	184 $\pm$ 158	n.n. – 1430	96	145	229
6 - < 12 J	230	139 $\pm$ 113	n.n. – 816	67	117	173
$\geq$ 12 J	74	123 $\pm$ 75	n.n. – 360	71	102	152
<b>Summe Organophosphate <math>\mu</math>g/g Kreatinin</b>						
< 6 J	281	157 $\pm$ 290	n.n. – 2636	28	65	155
6 - < 12 J	218	90 $\pm$ 142	n.n. – 1088	21	47	100
$\geq$ 12 J	70	41 $\pm$ 36	n.n. – 239	18	35	55
<b>Summe Pyrethroide <math>\mu</math>g/g Kreatinin</b>						
< 6 J	296	0,79 $\pm$ 1,50	n.n. – 18,17	n.n.	0,42	0,90
6 - < 12 J	217	0,63 $\pm$ 1,30	n.n. – 12,08	n.n.	0,32	0,60
$\geq$ 12 J	72	0,58 $\pm$ 0,72	n.n. – 3,77	0,14	0,32	0,80

Abb. 1

**Innere Belastung aller teilnehmenden Kinder und Jugendlichen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Organophosphaten und Pyrethroiden, dargestellt als Summenparameter der entsprechenden Metabolite im Urin – in Abhängigkeit von der PAK (BaP), Organophosphat(Chlorpyrifos)- und Pyrethroid (Permethrin)-Belastung der Wohnung**

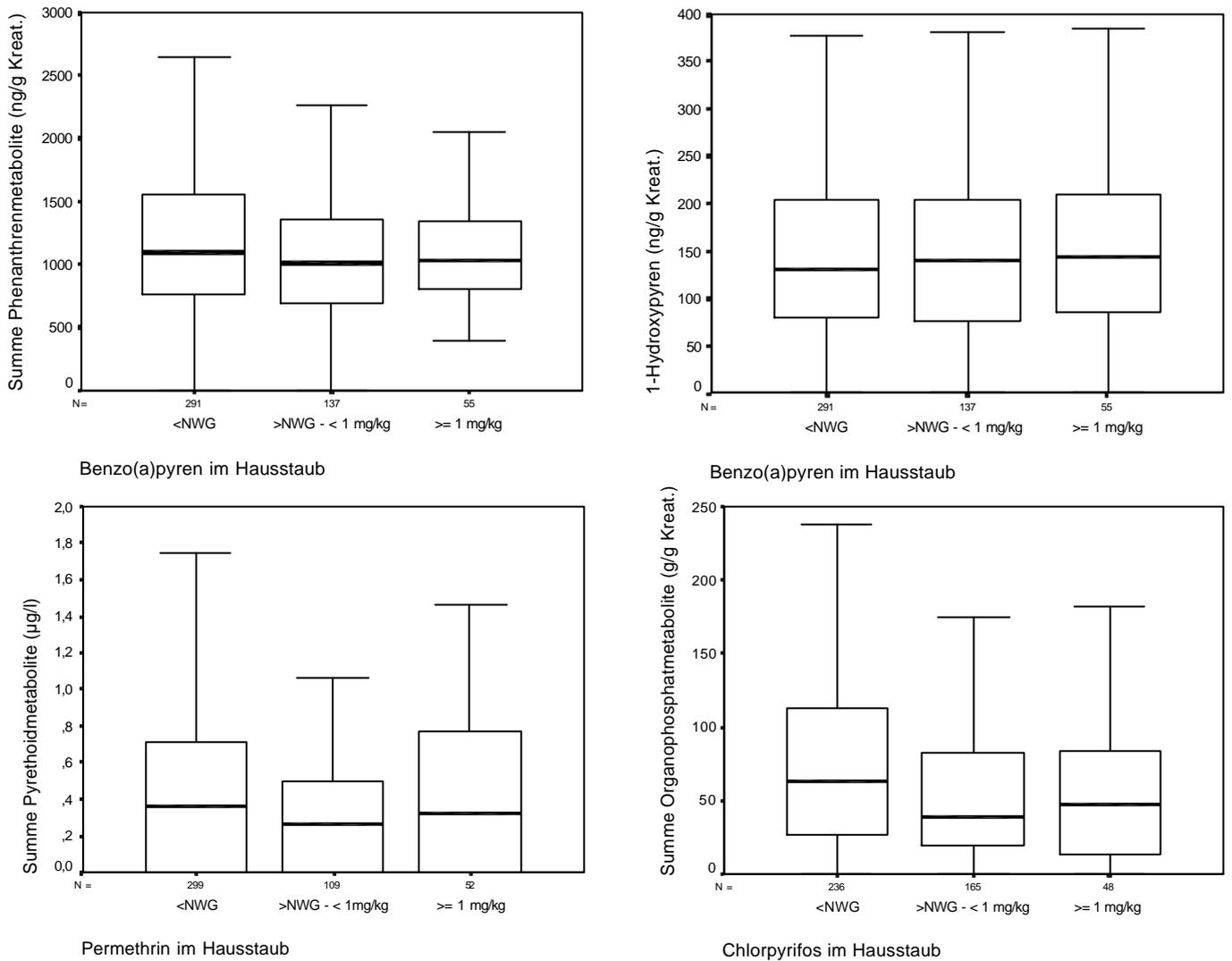
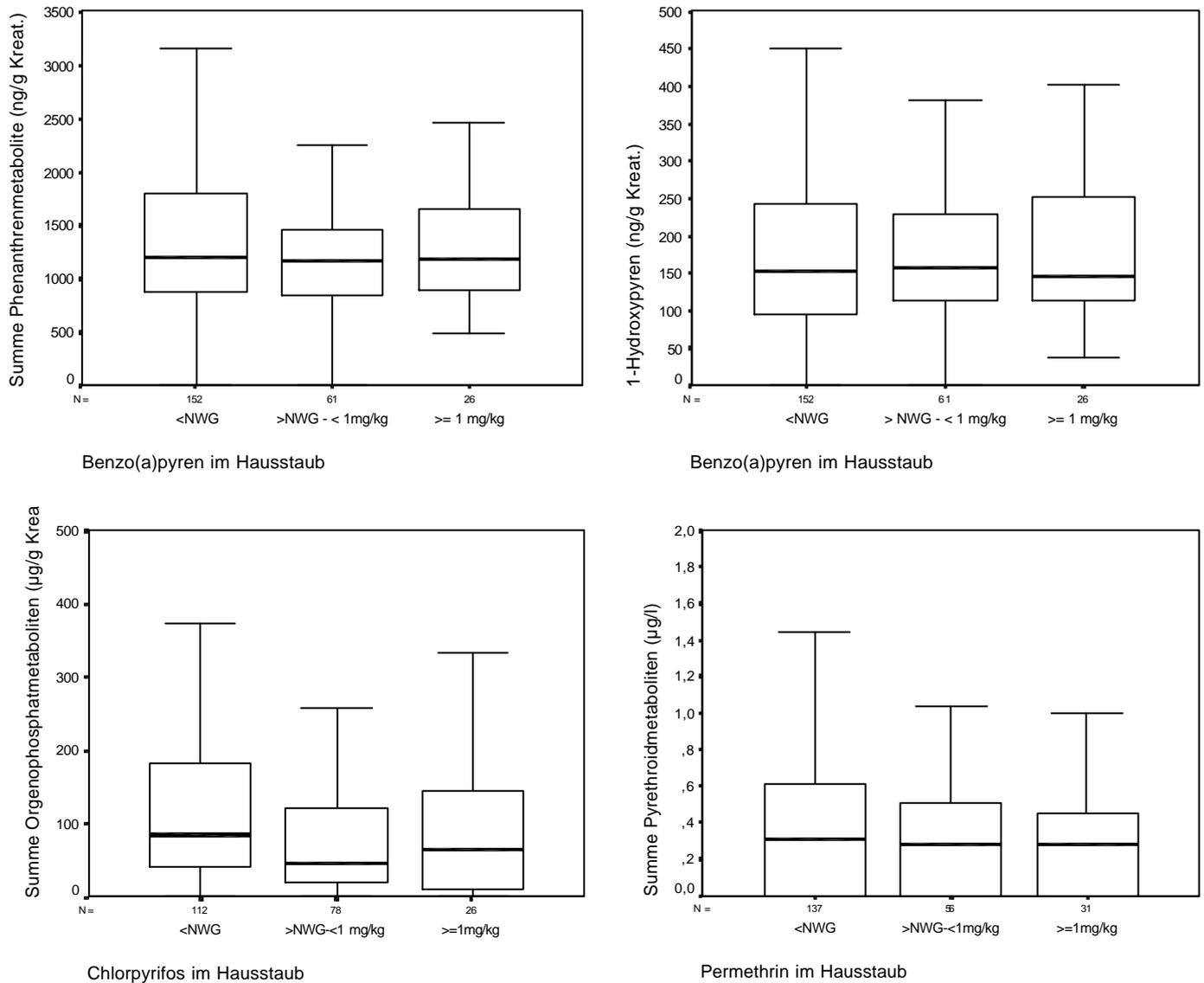


Abb. 2

**Innere Belastung der teilnehmenden Kinder unter 6 Jahren mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Organophosphaten und Pyrethroiden, dargestellt als Summenparameter der entsprechenden Metabolite im Urin – in Abhängigkeit von der PAK(BaP), Organophosphat(Chlorpyrifos)- und Pyrethroid(Permethrin)-Belastung der Wohnung**



Untersuchungen von Blutproben waren bei den Kindern im Konzept der umweltmedizinischen Sprechstunde nicht vorgesehen, u. a. da hier keine geeigneten Vergleichswerte publiziert sind und eine Bewertung der Ergebnisse somit erschwert ist. Auf Drängen von Eltern wurde einigen Kindern und Jugendlichen dennoch Blut abgenommen und untersucht. Die Daten von 116 Kindern und Jugendlichen, für die auch vollständig ausgefüllte Fragebögen vorliegen, sind in Tab. 8 zusammengestellt. Bei den polychlorierten Biphenylen wurde konventionsgemäß die Analytik auf 6 Kongenere durchgeführt, für die Auswertung wurde die PCB-Summe gebildet.

Zwischen DDT und seinem Hauptmetaboliten DDE fand sich wie erwartet eine enge und hochsignifikante Korrelation; weitere Zusammenhänge zwischen den verschiedenen untersuchten Parametern waren in den Korrelationstests nicht erkennbar (Tab. 9). In der Faktorenanalyse zeigte sich die enge Assoziation zwischen DDE und DDT ebenfalls, zusätzlich war eine Assoziation zwischen PCP und Lindan erkennbar (Anhang S. 153).

Wie bei den Metaboliten im Urin wurden für die weiteren Auswertungen hier ebenfalls die altersbezogenen Quartile gebildet. Da Lindan und DDT in den meisten Proben unter der Nachweisgrenze blieben und somit eine sinnvolle Quartilenbildung nicht möglich war sowie wegen der in der Faktorenanalyse festgestellten Assoziationen, wurde die weitere Auswertung in Hinblick auf PCB, DDE und PCP durchgeführt.

Tab. 8  
PCP, Lindan, PCB und DDE/T im Blut von Kindern und Jugendlichen

Parameter µg/l	Alter der Kinder	Anzahl	Mittel±sdev	Bereich	P 25	P 50	P 75
<b>PCP</b>	< 6 J	25	4,0±4,7	0,8 – 24,5	2,0	3,1	4,2
	6 - < 12 J	60	2,6±1,7	n.n. – 8,0	1,5	2,6	3,7
	≥ 12 J	30	3,9±7,9	n.n. – 44,7	1,5	2,1	3,1
<b>Lindan</b>	< 6 J	26	0,02±0,04	n.n. – 0,11	n.n.	n.n.	0,02
	6 - < 12 J	60	0,01±0,04	n.n. – 0,26	n.n.	n.n.	n.n.
	≥ 12 J	30	0,02±0,03	n.n. – 0,10	n.n.	n.n.	0,07
<b>PCB-Summe</b>	< 6 J	26	1,2±0,9	0,3 – 4,1	0,4	1,0	1,7
	6 - < 12 J	60	1,2±1,0	n.n. – 4,9	0,7	0,9	1,6
	≥ 12 J	30	0,7±0,3	0,1 – 1,5	0,5	0,7	1,0
<b>DDE</b>	< 6 J	26	1,1±0,9	0,3 – 4,1	0,5	0,7	1,4
	6 - < 12 J	60	1,5±1,7	n.n. – 10,9	0,6	0,9	1,8
	≥ 12 J	30	2,2±3,0	0,2 – 12,0	0,5	0,8	2,6
<b>DDT</b>	< 6 J	26	0,04±0,07	n.n. – 0,31	n.n.	n.n.	0,07
	6 - < 12 J	60	0,09±0,20	n.n. – 1,44	n.n.	n.n.	0,15
	≥ 12 J	30	0,07±0,21	n.n. – 1,11	n.n.	n.n.	n.n.

Tab. 9  
Korrelationen zwischen PCP, Lindan, PCB und DDE/T im Blut von Kindern und Jugendlichen – Partielle Korrelationen (korr. für Alter)

Partielle Korrela- tionen (korr. für Alter)	PCP		Lindan		PCB-Summe		DDE	
	r	p	r	p	r	p	r	p
PCP	1,000							
Lindan	0,071	0,450	1,000					
PCB-Summe	0,034	0,717	0,010	0,914	1,000			
DDE	-0,097	0,300	-0,012	0,896	0,137	0,145	1,000	
DDT	-0,0554	0,557	-0,056	0,552	0,115	0,221	<b>0,697</b>	<b>0,000</b>

Fettdruck: Korrelation signifikant (p<0,05)

## Berechnung von Expositionsindices

Da der direkte Vergleich der spezifischen äußeren mit der inneren Exposition der Kinder keine Zusammenhänge erkennen ließ (Abb.1, 2), wurde für eine weitere Betrachtung ein Expositionsindex gebildet aus den Parametern Parkettzustand, Reinigung und Aufenthalt in der Wohnung.

Bildung des Expositionsindex:

1. Parkettzustand – Einstufung von 1 bis 5, für Wohn- und Kinder- und Schlafbereich getrennt:
  - 1 ohne Risse
  - 2 < 10 % Risse, überwiegend feine Risse
  - 3 > 10 % Risse, überwiegend feine Risse
  - 4 < 10 % Risse, überwiegend grobe Risse
  - 5 > 10 % Risse, überwiegend grobe Risse
2. Reinigung – Einstufung von 0,2 bis 1
  - 1 einmal pro Woche oder seltener
  - 0,5 2-3mal pro Woche
  - 0,2 täglich
3. Wöchentliches Zeitbudget – Einstufung von 0,85 bis 1
  - 1 immer zu Hause
  - 0,85 Besuch von Schule oder Kindergarten (25 / 168 Stunden)

### Expositionsindex ohne Wohndauer (für Metabolite mit kurzer Halbwertszeit, ohne Anreicherungstendenz im Körper):

(Zustand des Parketts im Wohnzimmer x Zustand des Parketts im Kinderzimmer x Reinigung x wöchentliches Zeitbudget)

### Expositionsindex mit Wohndauer (für Parameter im Blut, z. T. mit Anreicherungstendenz im Körper):

(Zustand des Parketts im Wohnzimmer x Zustand des Parketts im Kinderzimmer x Reinigung x wöchentliches Zeitbudget) x (Wohndauer in Jahren)

Nachfolgend sind die Korrelationstests (bivariate Spearman-Rank-Korrelationen für Metaboliten im Urin, partielle Korrelationen, korrigiert für das Alter, für im Blut analysierte Parameter) zwischen äußerer und innerer Exposition dargestellt, einmal ohne und einmal mit Berücksichtigung des Expositionsindex (Multiplikation der analytisch festgestellten Belastung mit dem Expositionsindex). Da hierbei keine wesentlichen Änderungen in den Zusammenhangsanalysen erkennbar waren, wurden die weiteren Auswertungen (Anhang S. 23 ff) mit der gemessenen Belastung in Kleber und Stäuben („harte Daten“) durchgeführt.

Tab. 10

### Korrelationen zwischen innerer und äußerer Belastung der Kinder und Jugendlichen

Korrelationen der inneren Belastung mit:	Parameter im Staub	Stoff im Hausstaub mg/kg	Stoff im Hausstaub x Exposition ohne Wohndauer	Stoff im Hausstaub x Exposition inkl. Wohndauer
		r	r	r
1-Hydroxypyren im Urin (ng/g Kreatinin)	BaP*	-0,052	0,006	-
	BaP	0,032	0,060	-
Organophosphat-Metabolite im Urin (µg/g Kreatinin)	Chlorpyrifos	<b>-0,162**</b>	-0,086	-
Pyrethroid-Metabolite im Urin (µg/g Kreatinin)	Permethrin	-0,059	-0,006	-
PCB im Blut (µg/l)	PCB	-0,155	-	-0,101#
PCP im Blut (µg/l)	PCP	-0,124	-	-0,083#
DDE im Blut (µg/l)	DDT	0,103	-	-0,015#

# partielle Korrelation, korrigiert für Alter der Kinder;

\* Kleber

\*\* signifikant, p < 0,01

### III Ergebnisse

#### Häufigkeiten von Erkrankungen (Arztdiagnosen jemals) sowie von Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten in Abhängigkeit vom Alter der Kinder und Jugendlichen

**Arztdiagnosen jemals:** In einem ersten Schritt wurden zunächst die Angaben zu Arztdiagnosen bei allen Kindern ausgewertet (Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 1-4). Die Fragen bezogen sich also auf die jemals gestellten Diagnosen seit Geburt der Kinder. Die Häufigkeit der typischen Diagnosen bei Kleinkindern wie spastische/obstruktive Bronchitis, Pseudokrapp, Mittelohrentzündung wurde in höheren Altersgruppen signifikant seltener angegeben, vergleichbare Tendenzen – wenn auch nicht signifikant – wurden bei infektiös bedingter Bronchitis, Lungenentzündung, Milchschorf gesehen. Demgegenüber wurde über Diagnosen wie Asthma, Allergie und Heuschnupfen in den höheren Altersgruppen signifikant häufiger berichtet. (Abb. 3 a, b). Schilddrüsenerkrankungen, Stoffwechselstörungen, Leber- und Gallenerkrankungen oder neurologische Krankheiten wurden insgesamt sehr selten genannt (Abb. 3 d). Mit zunehmendem Alter der Kinder wurden Krankenhausaufenthalte in der Anamnese häufiger (18 – 24 – 32 %), Medikamenteneinnahme (27 – 19 %) seltener angegeben.

Abb. 3 a, b

#### Arztdiagnosen jemals – in Abhängigkeit vom Alter der Kinder und Jugendlichen

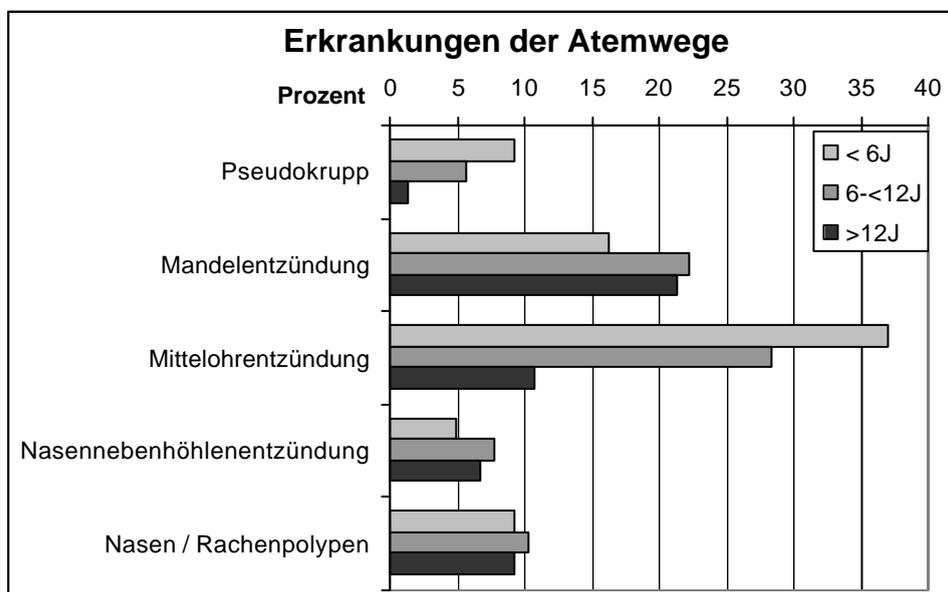
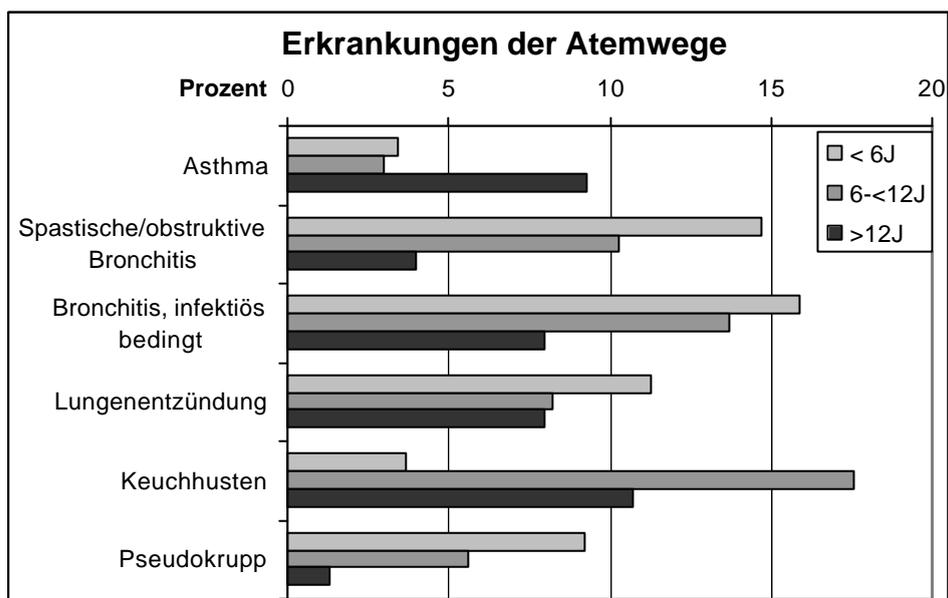
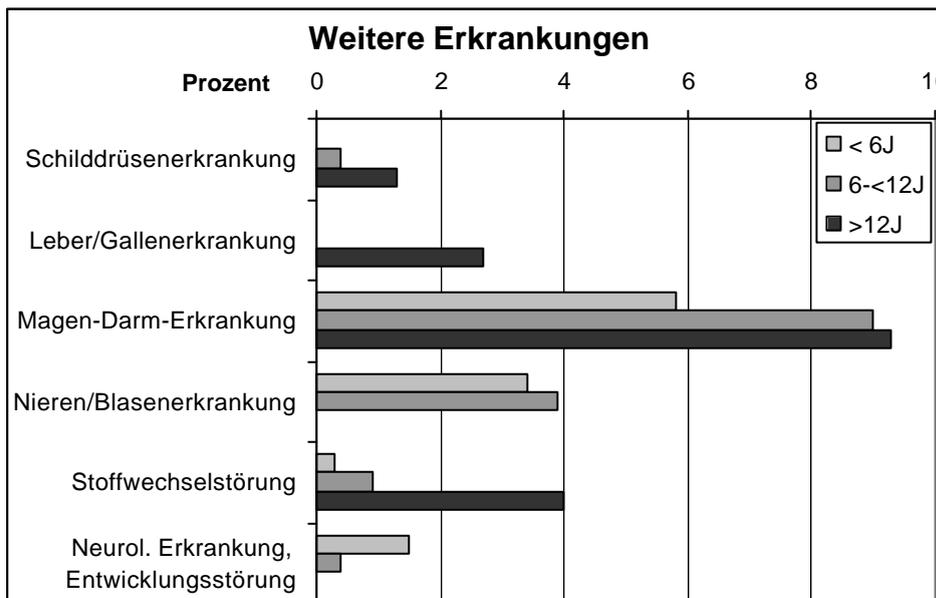
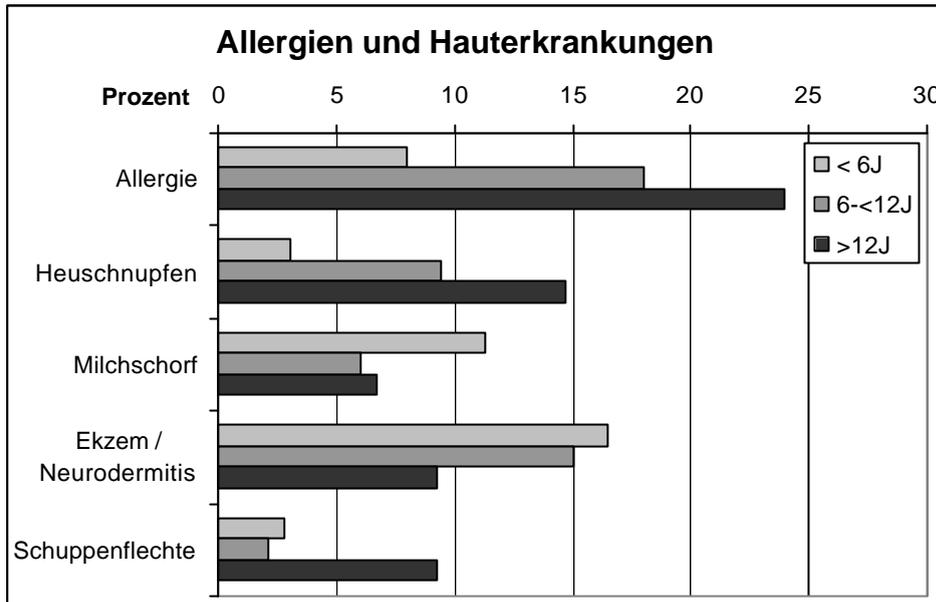


Abb. 3 c, d

**Arztdiagnosen jemals – in Abhängigkeit vom Alter der Kinder und Jugendlichen**



**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** Hier ergaben sich bei den Haut- und Schleimhautsymptomen, pfeifenden Atemgeräuschen keine Hinweise auf vermehrte Symptome mit zunehmendem Alter der Kinder (Abb. 4 a, b). In Übereinstimmung mit allgemein kinderärztlicher Erfahrung wurden jedoch trockener Reizhusten und gehäufte Infektionserkrankungen eher bei kleineren Kindern beobachtet (teilweise signifikant) (Abb. 4 c, d). Auch bei den Angaben zu Erbrechen und Durchfällen wurde eine geringe Abnahme mit zunehmendem Alter beschrieben, während vermehrte Übelkeit am häufigsten bei den 6-12-Jährigen angegeben wurde und Konzentrationsstörungen auch ab dieser Altersklasse deutlich zunahmen (Abb. 4 e). In Übereinstimmung mit der bei steigendem Alter häufiger durch Ärzte gestellten Diagnose Allergie wurden auch Pollen, Hausstaub und Tierkontakte bei älteren Kindern häufiger als Auslöser von Beschwerden beschrieben (Abb. 4 f).

Abb 4 a-c

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten in Abhängigkeit vom Alter der Kinder und Jugendlichen**

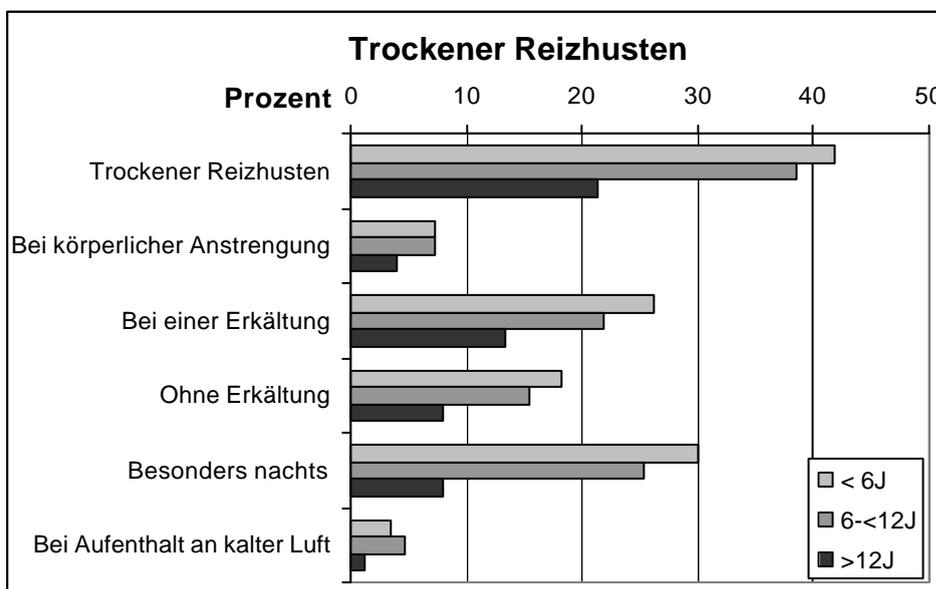
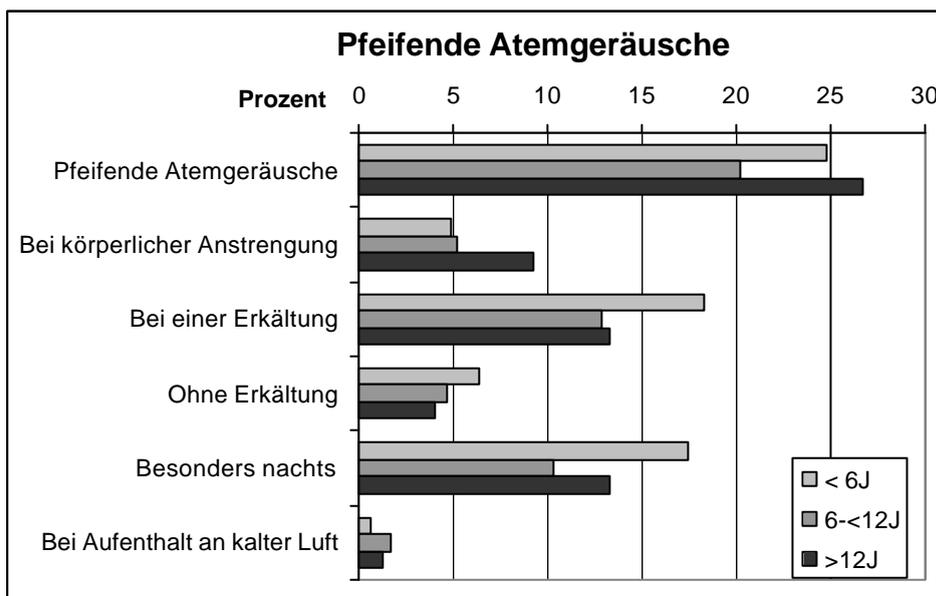
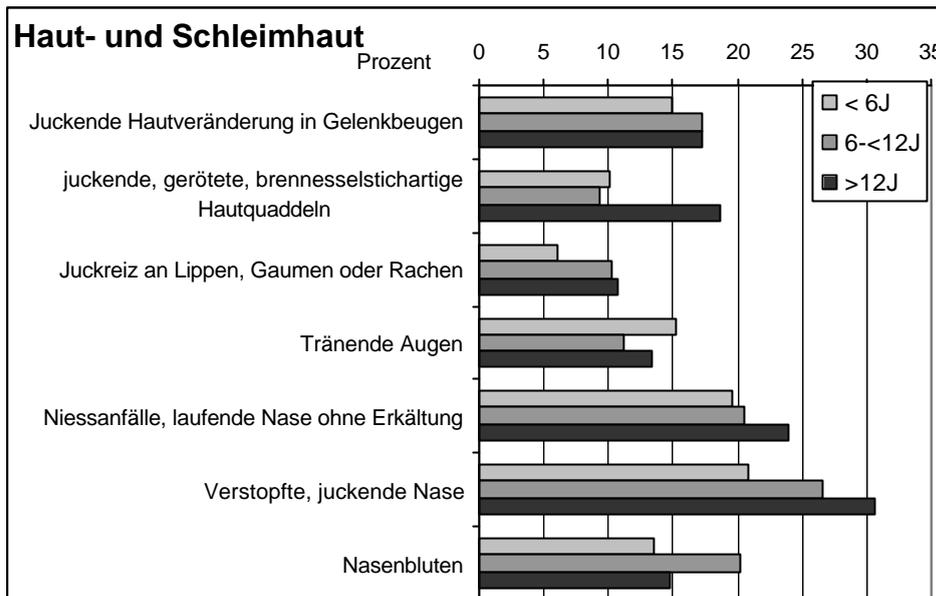
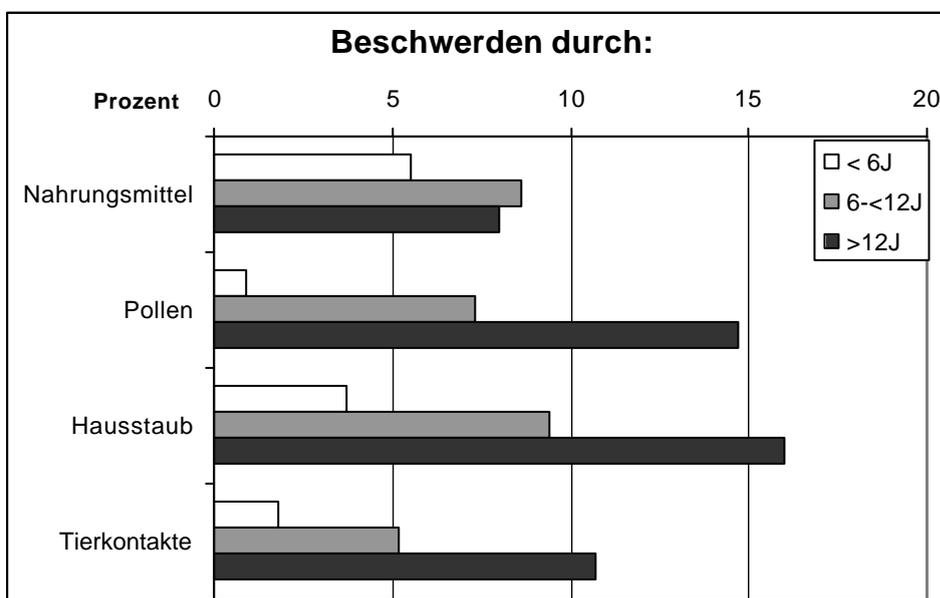
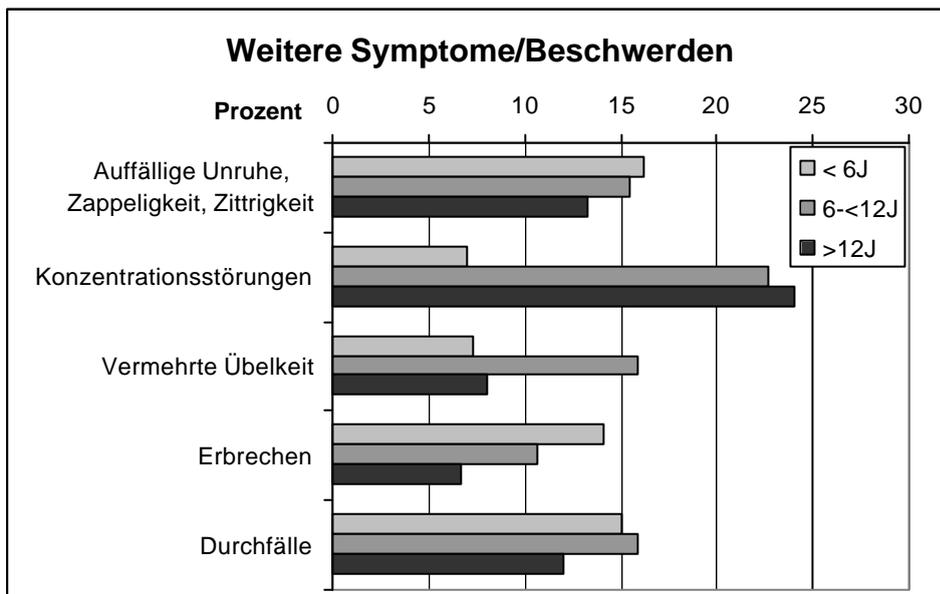
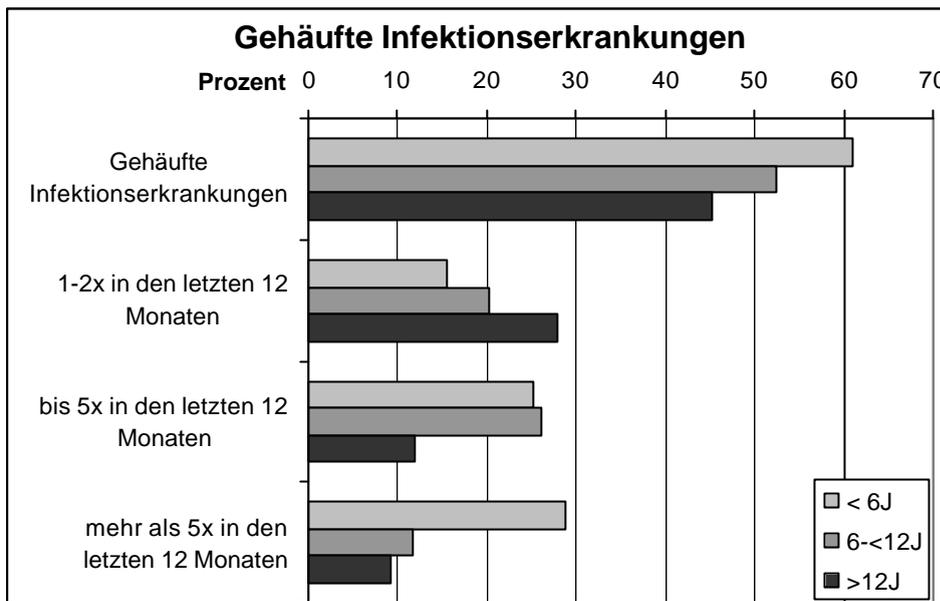


Abb 4 d-f

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten in Abhängigkeit vom Alter der Kinder und Jugendlichen**

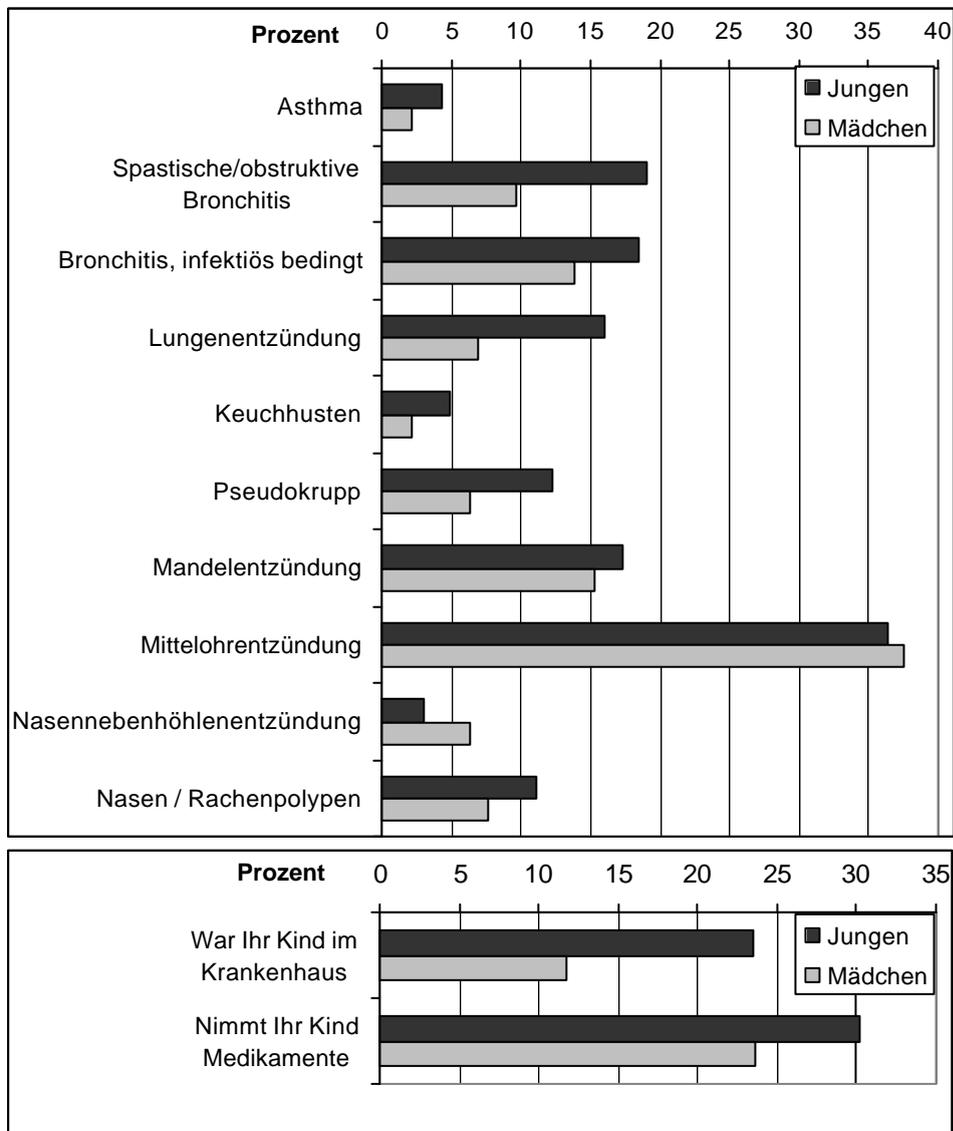


## Häufigkeiten von Erkrankungen (Arztdiagnosen jemals) sowie von Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten in Abhängigkeit vom Geschlecht der Kinder und Jugendlichen

**Arzt-Diagnosen jemals:** Bei Jungen wurde häufiger als bei Mädchen über die Atemwege betreffende Arzt-Diagnosen berichtet, wie z.B. Asthma, Bronchitis, Lungenentzündung Pseudokrupp, ebenso wurden häufiger Allergien und Hauterkrankungen angegeben sowie häufigere Krankenhausaufenthalte und Medikamenteneinnahmen. Die Unterschiede waren in der Altersgruppe der unter 6-Jährigen besonders deutlich; hier hatten die Jungen mehr als doppelt so häufig wie die Mädchen die Diagnosen Asthma, obstruktive Bronchitis (sign.), Lungenentzündung (sign.), Pseudokrupp und Keuchhusten sowie Heuschnupfen (Abb. 5 a). Dies stimmt mit allgemeinen kinderärztlichen Erfahrungen überein. Jungen unter 6 Jahren hatten bereits mehr als doppelt so häufig einen Krankenhausaufenthalt hinter sich als Mädchen und nahmen auch häufiger Medikamente (1,4fach, nicht sign.) (Abb. 5b). (Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 5-12).

Abb. 5 a, b

### Arztdiagnosen (Auszug) sowie Krankenhausaufenthalte und Medikamenteneinnahmen in Anhängigkeit vom Geschlecht der Kinder unter 6 Jahren



**Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten:** Auch bei den abgefragten Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten ergab sich insbesondere bei Atemwegssymptomen und Unverträglichkeiten/Allergien sowohl in der Gesamtgruppe der Kinder als auch bei den Kinder unter 6 Jahren generell eine Tendenz zuungunsten der Jungen, allerdings nicht signifikant.

**Häufigkeiten von Erkrankungen (Arztdiagnosen jemals) sowie von Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten bei Kindern und Jugendlichen mit resp. ohne vermehrte Symptome nach Einzug in die Wohnung**

Eine der ersten Fragen lautete: Haben Sie bei Ihrem Kind vermehrt Symptome nach dem Einzug bemerkt, wenn ja, welche? Die Eltern von 388 Kindern bejahten diese Frage und bei 247 Kindern und Jugendlichen wurde diese Frage verneint. Ein signifikanter Altersunterschied bestand nicht zwischen beiden Gruppen (vermehrt Symptome 6,7±4,0 Jahre, 0,3-17,8 Jahre; ohne vermehrte Symptome 6,3±3,9 Jahre, 0,3-16,2 Jahre; Kruskal-Wallis-Test p 0,106, nicht signifikant).

Bei den Kindern, bei denen die Eltern nach Einzug vermehrt Symptome beobachtet hatten, wurden von den Eltern auch signifikant häufiger Arztdiagnosen, Krankenhausaufenthalte, Medikamenteneinnahme und Symptome/Beschwerden in den letzten 12 Monaten angegeben als bei den Kindern ohne vermehrte Symptome nach Einzug in die neue Wohnung (Abb. 6 a-g) (Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 13-16).

Abb. 6 a, b  
**Arztdiagnosen (Auszug) in Abhängigkeit von den durch die Eltern nach Einzug in die neue Wohnung vermehrt (Sympt.+ ) oder nicht vermehrt (Sympt.- ) beobachteten Symptomen**

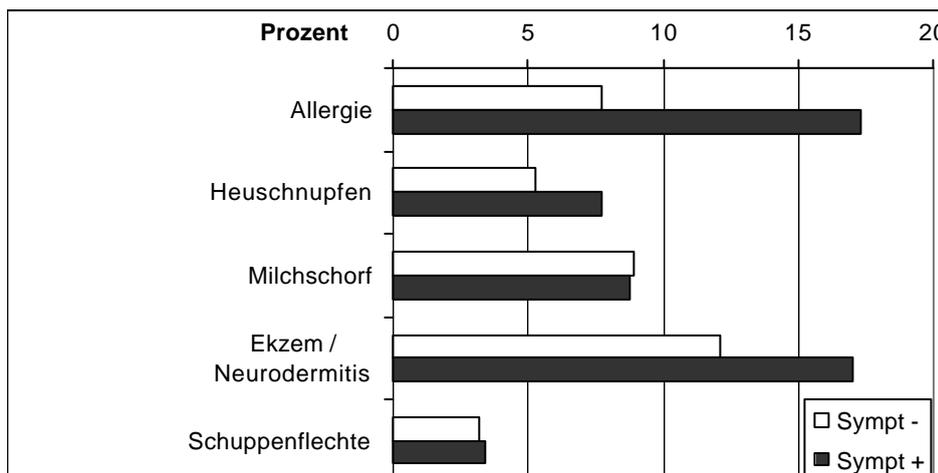
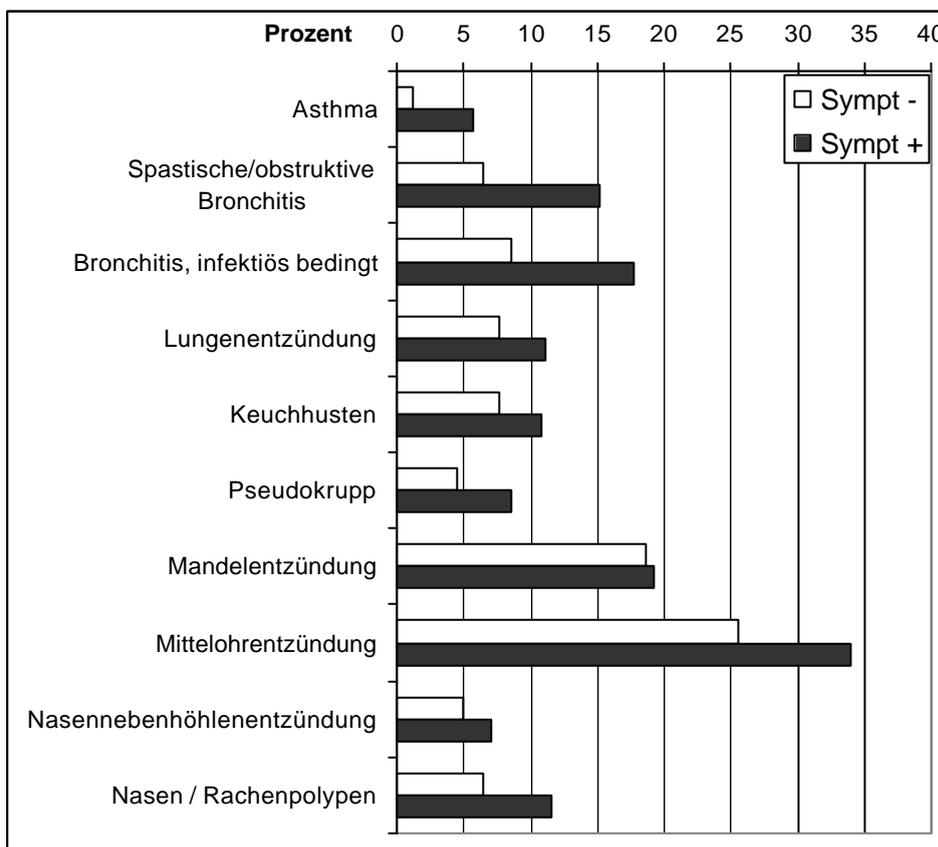


Abb. 6c-d

**Symptome und Beschwerden in Abhängigkeit von den durch die Eltern nach Einzug in die neue Wohnung festgestellten Beobachtungen – Symptome vermehrt (Sympt.+)  
oder nicht vermehrt (Sympt.-)**

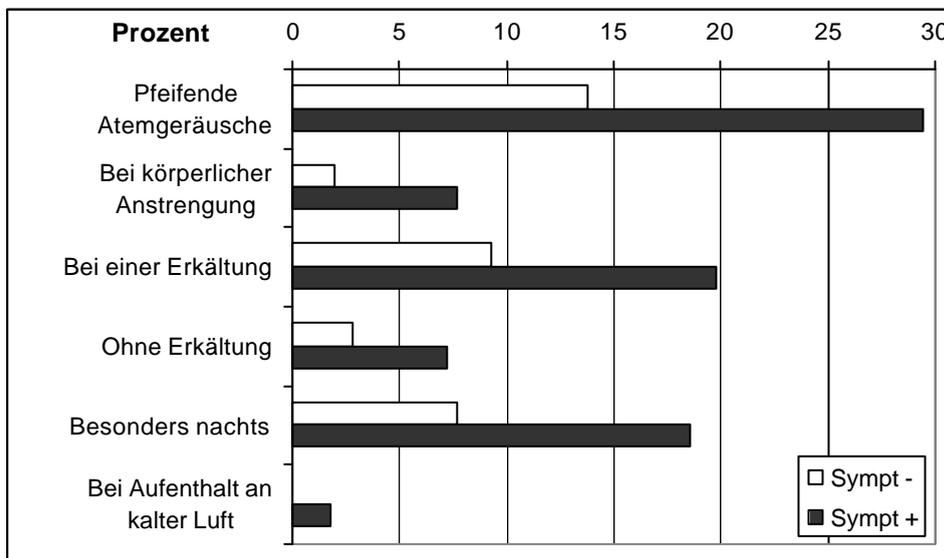
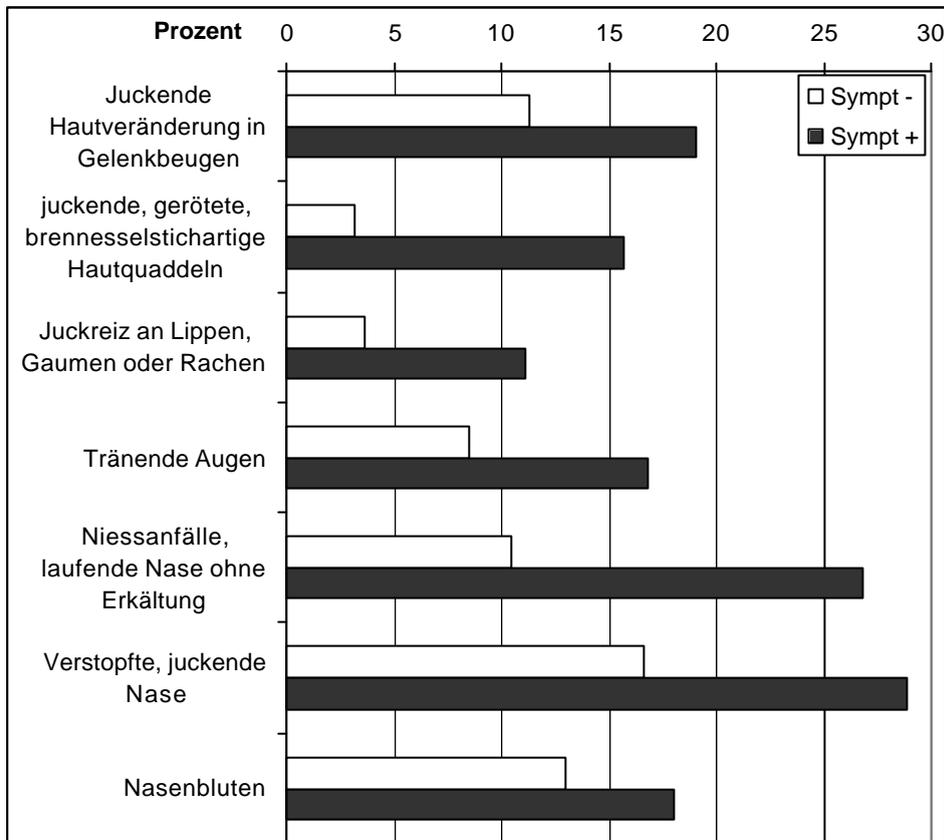
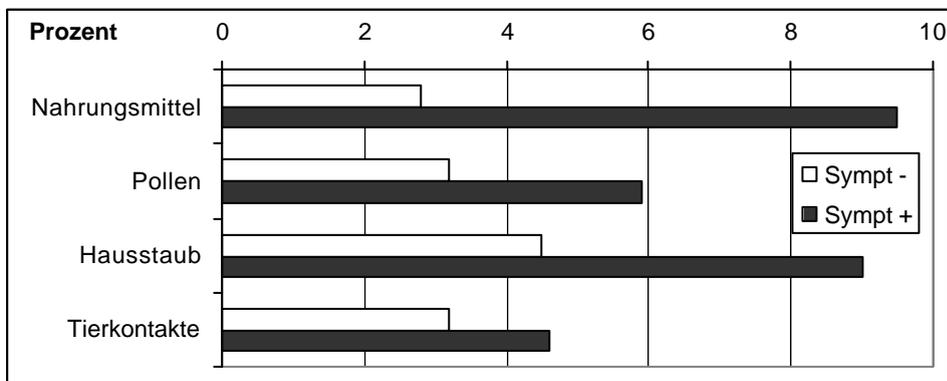
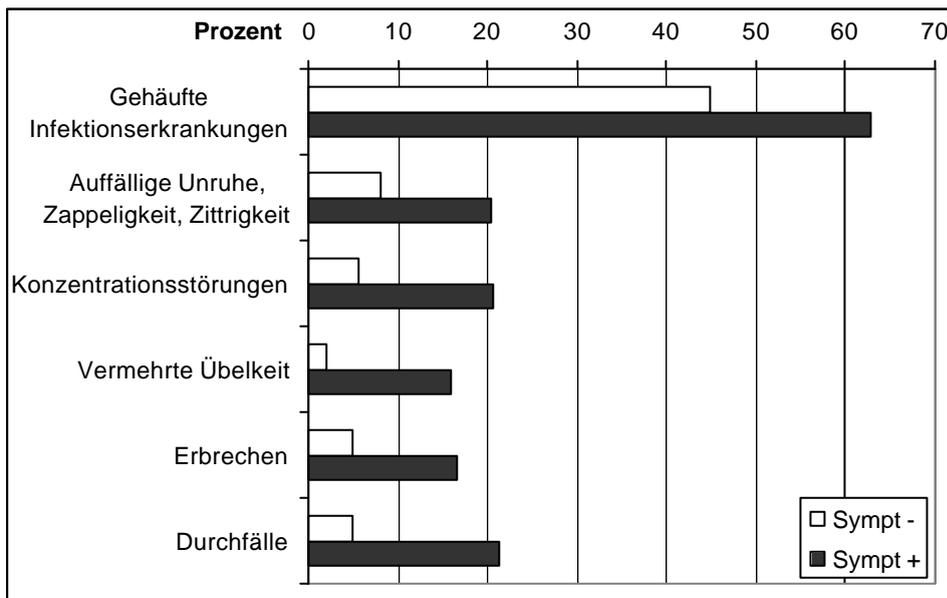
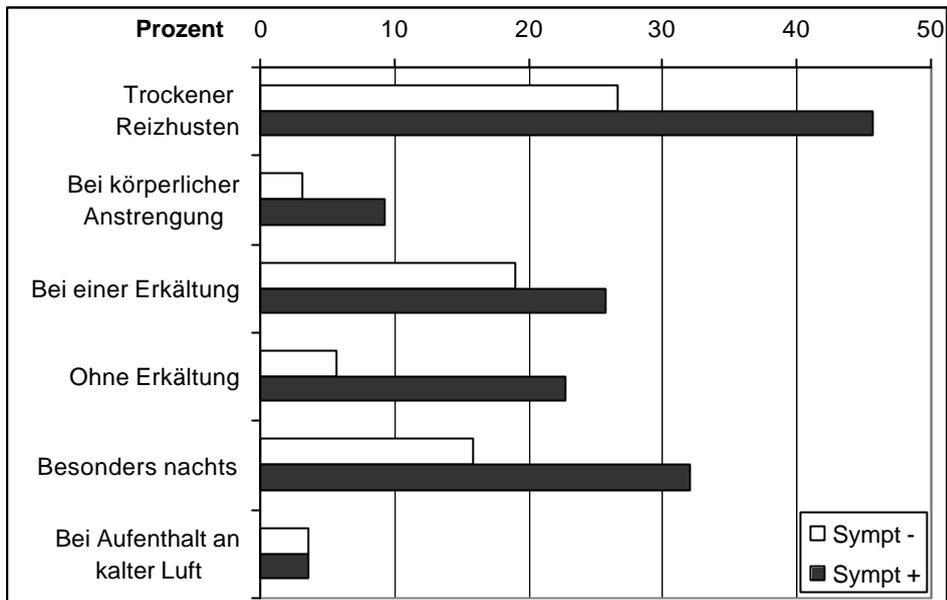


Abb. 6 e-g

**Symptome und Beschwerden in Abhängigkeit von den durch die Eltern nach Einzug in die neue Wohnung festgestellten Beobachtungen – Symptome vermehrt (Sympt.+)  
oder nicht vermehrt (Sympt.-)**



Diese deutlichen Unterschiede erschienen erklärungsbedürftig, weshalb geschichtete Analysen nach Belastungssituationen vertieft vorgenommen wurden. Um Hinweise auf mögliche Zusammenhänge mit der Belastung in Kleber oder Hausstaub oder der inneren Belastung der Kinder mit oder ohne vermehrte Symptome zu untersuchen, wurden zwei Wege beschritten (Tabellen *aller* Angaben im Anhang, S. 17-18):

- Zum einen wurden die absoluten Belastungsdaten (äußere und Innere Belastung) der Kinder mit und ohne vermehrte Symptome verglichen (Tab. 11). Dabei zeigte sich, dass die BaP-Konzentrationen im Kleber und Hausstaub sich zwischen den beiden Gruppen der Kinder nicht unterschieden, auch die PCP-, PCB-, Lindan- und DDT-Gehalte im Hausstaub waren vergleichbar. Bei Chlorpyrifos wurden etwas höhere Gehalte bei den Kindern ohne vermehrte Symptome festgestellt, bei Permethrin war es umgekehrt (geringe, aber signifikante Unterschiede). Die Konzentrationen der PAK-, Organophosphat- und Pyrethroidmetabolite im Urin sowie die Gehalte an PCP, Lindan, PCB im Blut waren vergleichbar und nicht unterschiedlich. Die DDT- und DDE-Gehalte im Blut der Kinder mit vermehrten Symptomen lagen jedoch etwas höher als die der Kinder ohne vermehrte Symptome; der Unterschied war bei DDE signifikant.

Tab.11

**Vergleich der Belastungssituation der Kinder, deren Eltern seit Einzug in die neue Wohnung vermehrt Symptome angegeben haben, mit den Kindern, deren Eltern keine vermehrten Symptome beschrieben hatten – äußere und innere Belastung (mehr Symptome – keine Symptome)**

	„vermehrt Symptome“		„nicht vermehrt Symptome“	
	Mittelwert ± S.dev	Bereich	Mittelwert ± S.dev	Bereich
<b>Gehalt im Kleber</b>				
BaP im Kleber (mg/kg)	2435±2481	0 – 10700	2620±2436	0 – 10600
<b>Gehalte in Stäuben</b>				
BaP (mg/kg)	0,69±3,24	0 – 32,00	2,12±21,48	0 – 290,00
PCP (mg/kg)	0,07±0,17	0 – 1,20	0,09±0,23	0 – 1,60
Lindan (mg/kg)	0,02±0,10	0 – 0,80	0,45±2,87	0 – 25,4
DDT (mg/kg)	1,54±13,44	0 – 237	0,62±1,73	0 – 13,50
PCB (mg/kg)	1,89±8,83	0 – 71,50	0,65±2,15	0 – 15,00
Chlorpyrifos (mg/kg)	0,55±1,64	0 – 14,9	0,41±1,37	0 – 11,1
Permethrin (mg/kg)	0,60±2,12	0 – 21,00	0,77±4,33**	0 – 36,87
<b>Metabolite im Urin</b>				
Hydroxypyren (ng/g Kreat.)	165,6±146,4	0 – 1429,6	151,1±120,5	0 – 984,5
Organophosphate-Summe (µg/g Kreat.)	104,4±183,9	0 – 2090,3	135,8±277,8	0 – 2635,5
Pyrethroidmetaboliten-Summe (µg/g Kr.)	0,63±1,24	0 – 18,17	0,80±1,51	0 – 12,08
<b>Gehalte im Blut</b>				
PCP (µg/l)	3,2±5,2	0 – 44,7	3,2±3,8	0 – 24,5
DDE (µg/l)	1,90±2,38**	0,18 – 12,0	1,08±1,08	0 – 6,20
PCB-Summe (µg/l)	1,19±0,91	0 – 4,90	0,95±0,80	0 – 4,12

\*\* Unterschiede signifikant

- zum anderen wurde überprüft, inwiefern die Kinder mit und ohne vermehrte Symptome eher in den höheren Belastungsgruppen (äußere oder innere Belastung) zu finden sind (Anhang S. 18). Demnach war die Verteilung der Kinder in die unterschiedlichen Belastungsgruppen der Kleber- und Hausstaubbelastung vergleichbar, mit Ausnahme von Permethrin; hier waren 13,5 % der Kinder mit Symptomen in der Belastungsgruppe > 1 mg/kg Hausstaub angegeben, versus 7,6 % der Kinder ohne vermehrte Symptome. Die Kinder ohne vermehrte Symptome waren häufiger in der untersten Belastungsgruppe (<NWG) zu finden (73,4 vs. 61,0%). Die Belastung durch Passivrauchen war bei beiden Gruppen vergleichbar. Die Verteilung der 1-Hydroxypyren-, Organophosphat- und Pyrethroidmetabolitengehalte im Urin sowie der PCP- und PCB-Gehalte

im Blut wiesen keine Unterschiede auf. Kinder mit vermehrten Symptomen waren jedoch mehr als doppelt so häufig in der Gruppe des höchsten DDE-Blutgehalts als die Kinder ohne vermehrte Symptome (Odds-Ratio 2,3, signifikant) (Anhang, S. 18).

In der Gesamtbetrachtung aller Kinder und Jugendlichen waren keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem DDT-Gehalt im Hausstaub oder der DDE-Konzentration im Blut und den erfragten Arzt Diagnosen bzw. Symptomen in den letzten 12 Monaten gefunden worden. Unter der Hypothese, dass die ggf. mit der DDT-Belastung zusammenhängenden Symptome oder Diagnosen nicht in den standardisiert erhobenen Fragen erfragt wurde, wurde im weiteren der Frage nachgegangen, welche Symptome die Eltern vermehrt bei höheren äußeren oder inneren DDT-Belastungen angegeben hatten (Tab. 12). Insgesamt nahm bei zunehmender DDE-Konzentration im Blut (<1 µg/l, 1-<2 µg/l und > 2µg/l) der Anteil der Kinder ohne vermehrte Beschwerden von 19 über 35 auf 39 % zu. Haut- und Schleimhautsymptome, Allergien oder vermehrte Infekte wurden nicht häufiger mit zunehmenden DDE-Gehalten im Blut festgestellt; bei Konzentrationsstörungen, Nervosität, Antriebsschwäche, Müdigkeit, Schlafstörungen sowie Bauchschmerzen, Erbrechen und Appetitlosigkeit war eine deutliche Zunahme der Symptome mit steigenden DDE-Blutspiegel zu beobachten (2-6fach), allerdings waren die Unterschiede bei allen Symptomen nicht signifikant (Tab. 12).

Die Odds-Ratios in Tabelle 12 liegen systematisch über 1 und legen somit den Verdacht eines Zusammenhangs nahe. Sie zeigen jedoch im Konfidenzintervall große Spannweiten, die aus der geringen Zahl von Blutmessungen und Symptomnennungen resultieren. Die Daten geben daher nur Hinweise auf mögliche Zusammenhänge, die im Rahmen größerer epidemiologischer Studien zu klären wären.

Tab. 12

**Angaben zu verschiedenen nach Einzug in die neue Wohnung vermehrt aufgetretenen Beschwerden bei Kindern und Jugendlichen – in Abhängigkeit von dem DDE-Gehalt im Blut**

DDE im Blut (µg/l)	<1	1-<2	alle> 2	Odds-Ratio	95CI
<i>Anzahl der Kinder</i>	64	31	21		
	Prozent	Prozent	Prozent		
Keine vermehrten Beschwerden	39,0	35,5	19,0	0,37	0,11-1,22
<b>Neurologie</b>					
Kopfschmerzen	18,8	19,3	28,6	1,73	0,56-5,40
Konzentrationsstörungen/Nervosität	4,7	6,4	9,5	2,14	0,33-13,77
Antriebsschwäche/Müdigkeit	1,6	3,2	4,7	3,15	0,19-52,70
Schlafstörungen	1,6	3,2	9,5	6,63	0,57-77,21
<b>Magen/Darm-Beschwerden</b>					
Bauchschmerzen/Erbrechen/ Appetitlosigkeit	11,0	19,3	28,6	3,25	0,95-11,14
<b>Haut- und Schleimhäute</b>					
Haut (trockene Haut, Ekzemeigung)	18,7	25,8	19,0	1,02	0,29-3,58
Nase (verstopfte oder fließende Nase, Nasenbluten)	18,7	16,1	23,8	1,35	0,41-4,43
Lunge (Bronchitis, Husten)	14,0	9,7	-	-	
Tränende/brennende Augen	9,4	-	-	-	
Allergie	4,7	-	4,7	1,02	0,10-10,33
<b>Sonstiges</b>					
Vermehrte Infekte	4,7	6,4	4,7	1,02	0,10-10,33
Gelenkschmerzen	-	-	4,7	-	

Insgesamt war die äußere oder innere Belastung der Kinder mit vermehrten Symptomen im Vergleich mit den Kindern ohne vermehrte Symptome nach dem Einzug in die neue Wohnung nicht systematisch oder signifikant unterschiedlich. D.h. es ergaben sich keine systematischen Hinweise, dass die Symptome durch eine höhere Schadstoffbelastung in der Wohnung, d.h. durch die untersuchten Stoffe verursacht waren.

**Häufigkeiten von Erkrankungen (Arztdiagnosen jemals) sowie von Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen – Vergleich mit anderen Untersuchungen im Raum Frankfurt und Süd-Hessen**

Zu den methodischen Problemen des nachfolgenden Vergleichs s. Ausführungen S. 11. Dies vorausgeschickt, war die Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Untersuchungen auffällig (Tab. 13 a und b) (Tabellen *aller* Angaben im Anhang, S. 19-20). Bei den Fragen nach Arztdiagnosen zu Erkrankungen Atemwege fiel auf, dass bei den zum Vergleich herangezogenen Kontrollgruppen (S. 11) deutlich höhere Zahlen angegeben wurden; dies mag darauf zurückzuführen sein, dass dort die Eltern intensiver auf die Frage Diagnosen jemals hingewiesen worden waren. Demgegenüber waren die Elternbeobachtungen zu Haut- und Schleimhautsymptomen und zu beschwerdeaus-lösenden Stoffen (Nahrungsmittel, Tierkontakte) in allen Gruppen sehr ähnlich. Die Fragen zu pfeifenden Atemgeräuschen, trockenem Reizhusten oder gehäuften Infektionserkrankungen wurden in den anderen Untersuchungen nicht vergleichbar ausgewertet, sodass eine direkte Gegenüber-stellung der Ergebnisse aus methodischen Gründen nicht sinnvoll erscheint.

Insgesamt ließ der Vergleich der angegebenen Daten im Rahmen einer „groben, relativen Einschätzung“ keinen Hinweis darauf erkennen, dass sich der Gesundheitszustand der untersuchten Kinder aus den ehemaligen US-Housing signifikant von dem anderer Kinder unterscheidet, die wenige Jahre zuvor in Frankfurt oder in Südhessen untersucht wurden (Abb. 7 a-f).

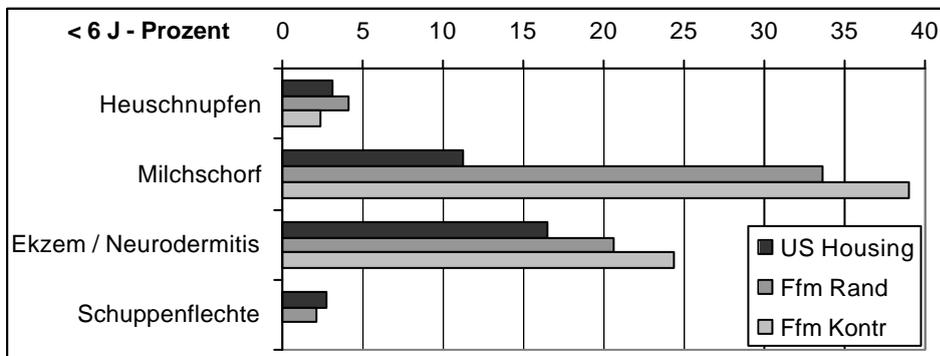
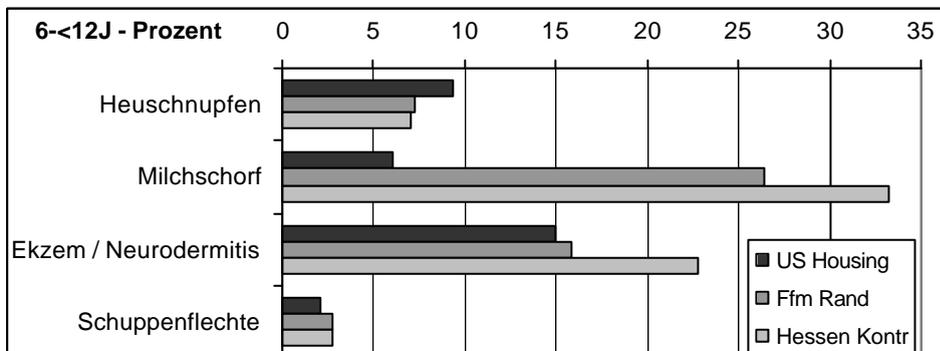
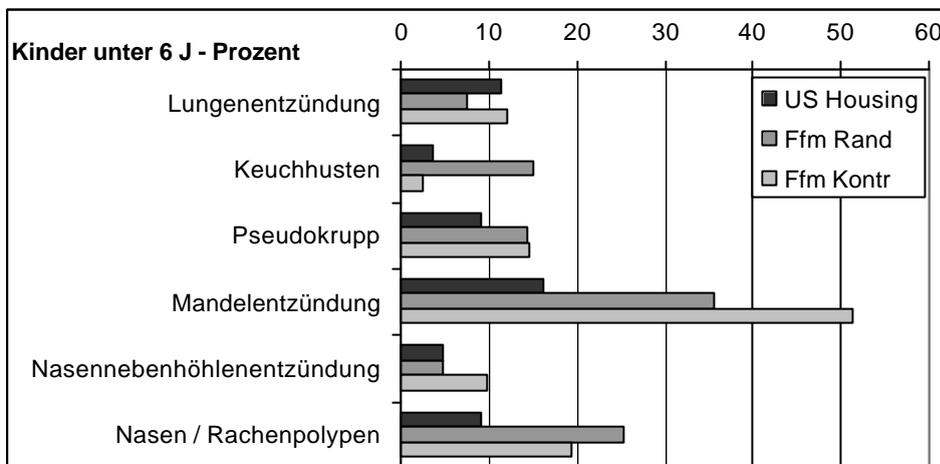
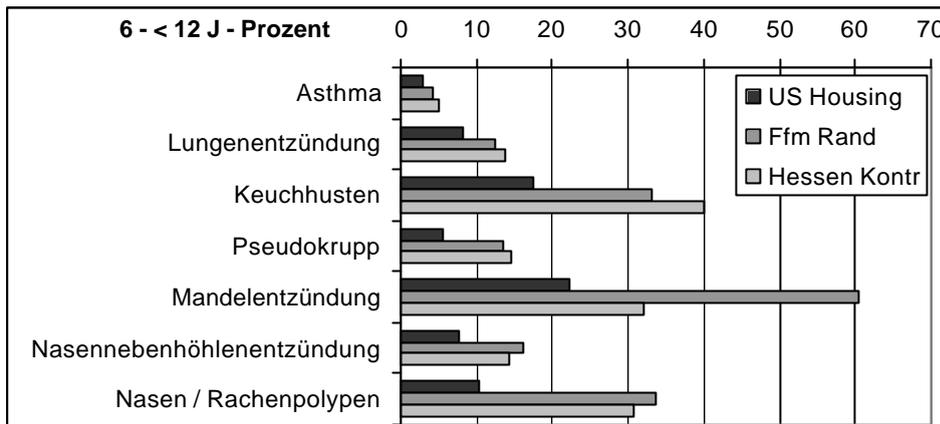
Tab. 13 a

**Arzt-Diagnosen jemals der untersuchten Kinder und Jugendlichen – Vergleich mit anderen Untersuchungen im Raum Frankfurt und Süd-Hessen**

Arzt-Diagnosen jemals	Unter 6 Jahre			6 - < 12 Jahre		
	US-Housing	FFM Rand	FFM Kontr.	US-Housing	FFM Rand	Hessen Kontr. (7-9J)
<i>Anzahl der Kinder</i>	327	146	41	233	176	488
	%	%	%	%	%	%
<b>Erkrankungen der Atemwege</b>						
Asthma	3,4			3,0	4,2	5,1
Lungenentzündung	11,3	7,5	12,2	8,2	12,4	13,9
Keuchhusten	3,7	15,1	2,4	17,6	33,2	40,0
Pseudokrapp	9,2	14,4	14,6	5,6	13,5	14,6
Mandelentzündung	16,2	35,6	51,3	22,3	60,4	32,0
Mittelohrentzündung	37,0	23,3 26,3	19,5 39,0	28,3	20,2 29,2	24,2 32,8
Nasennebenhöhlenentzündung	4,9	4,8	9,8	7,7	16,3	14,3
Nasen / Rachenpolypen	9,2	25,3	19,5	10,3	33,8	30,8
<b>Allergien und Hauterkrankungen</b>						
Heuschnupfen	3,1	4,1	2,4	9,4	7,3	7,0
Milchschorf	11,3	33,6	39,0	6,0	26,4	33,2
Ekzem / Neurodermitis	16,5	20,6	24,4	15,0	15,8	22,8
Schuppenflechte	2,8	2,1	0,0	2,1	2,8	2,7
<b>Weitere Erkrankungen</b>						
Schilddrüsenerkrankung	0,0	0,7	0,0	0,4	0,6	0,2
Leber/Gallenerkrankung	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,2
Nieren/Blasenerkrankung	3,4	1,4	0,0	3,9	0	2,1
Stoffwechselstörung	0,3	0	0	0,9	0,6	0,4

Abb. 7 a-e

**Arzt-Diagnosen jemals der untersuchten Kinder aus den ehemaligen US-Housing – im Vergleich mit Daten aus anderen Untersuchungen in Frankfurt am Main (s. Text) – Kinder im Alter von 6 - < 12 Jahre bzw. im Alter von < 6 Jahren**



Tab. 13 b

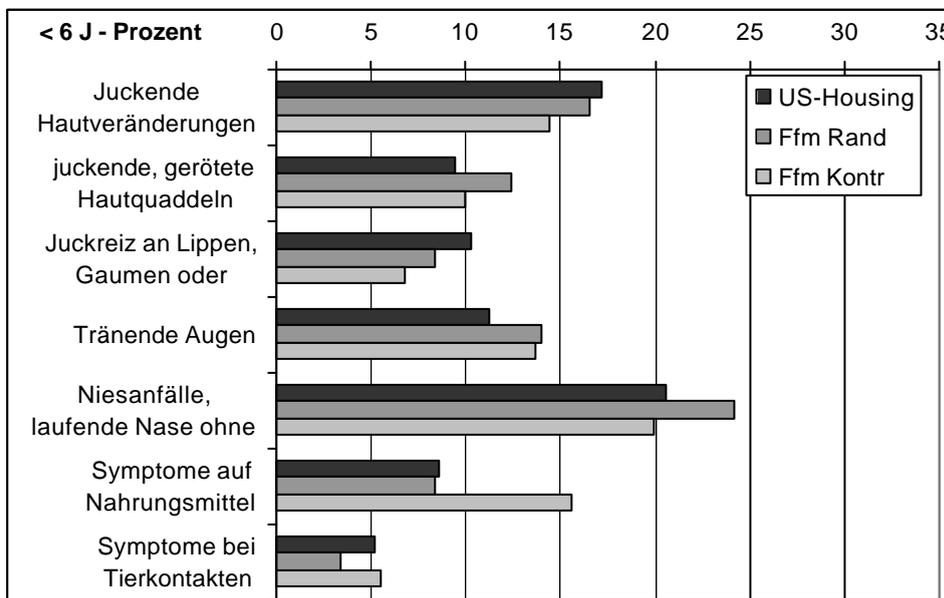
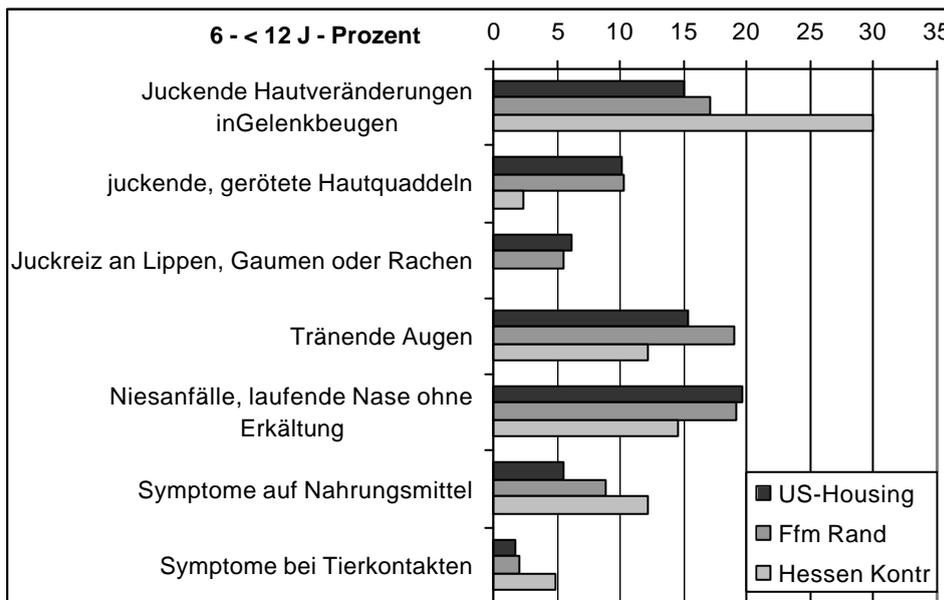
**Symptome und Beschwerden der untersuchten Kinder und Jugendlichen in den letzten 12 Monaten - Vergleich mit anderen Untersuchungen im Raum Frankfurt und Süd-Hessen**

Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten	Unter 6 Jahre			6 - < 12 Jahre		
	US-Housing	FFM Rand	FFM Kontr.	US-Housing	FFM Rand	Hessen Kontr. (7-9 J)
<i>Anzahl der Kinder</i>	327	146	41	233	176	488
<b>Haut- und Schleimhautsymptome</b>						
Juckende Hautveränderungen in Gelenkbeugen	15,0	17,1	30,0	17,2	16,5	14,4
juckende, gerötete Hautquaddeln	10,1	10,3	2,4	9,4	12,4	10,0
Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen	6,1	5,5	0,0	10,3	8,4	6,8
Tränende Augen	15,3	19,0	12,2	11,2	14,0	13,7
Niesanfalle, laufende Nase ohne Erkältung	19,6	19,2	14,6	20,6	24,2	19,9
<b>Lösen bestimmte Dinge Beschwerden aus?</b>						
Nahrungsmittel	5,5	8,9	12,2	8,6	8,4	15,6
Tierkontakte	1,8	2,1	4,9	5,2	3,4	5,5

# einschließlich Konzentrationsstörungen

Abb. 7 e, f

**Symptome und Beschwerden der untersuchten Kinder aus den ehemaligen US-Housing – im Vergleich mit Daten aus anderen Untersuchungen in Frankfurt am Main (s. Text) – Kinder im Alter von 6 - < 12 Jahren bzw. im Alter von < 6 Jahren**



## **Häufigkeiten von Erkrankungen (Arztdiagnosen jemals) sowie von Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten in Abhängigkeit von der Schadstoffbelastung in der Wohnung (äußere Belastung)**

Bei den nachfolgenden Ausführungen geht es um die Frage, ob die äußere Schadstoffexposition in der Wohnung der Kinder einen Einfluss auf die Häufigkeit der erfragten Arzt-Diagnosen oder Beschwerden der Kinder hat.

### **BaP im Parkettkleber**

**Arzt-Diagnosen jemals:** Bei Betrachtung unterschiedlicher Belastungsgruppen (<10, 10-3000 und >3000 mg BaP/kg Parkettkleber) zeigten sich bei allen Kindern signifikante Unterschiede (Zunahme) bei den Angaben Asthma sowie Medikamenteneinnahme und Krankenhausaufenthalte, letzteres auch bei Kindern unter 6 Jahren. Nur in der Gesamtgruppe aller Kinder ergaben sich bei Betrachtung der Odds-Ratio und der Korrelationstests Hinweise auf positive Zusammenhänge zwischen BaP im Kleber und der Angabe Krankenhausaufenthalt und Medikamenteneinnahme, nicht aber bei Kindern unter 6 Jahren.

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** Es zeigten sich in der Gesamtgruppe signifikante Unterschiede bei verstopfte, juckende Nase (auch bei Kindern unter 6 Jahren), auffällige Unruhe, Nahrungsmittelunverträglichkeit, sowie eine signifikante Zunahme bei bis zu 2 Infekten pro Jahr und eine signifikante Abnahme bei der Angabe mehr als 5 Infekte pro Jahr. Bei den Kindern unter 6 Jahren wurden Durchfälle mit zunehmender Belastung seltener angegeben. Bei den Odds-Ratios (OR) wurden in der Gesamtgruppe signifikante Risiko-Erhöhen für verstopfte, juckende Nase (OR 1,9), für trockenen Reizhusten bei Aufenthalt an kalter Luft (OR 4,9) sowie für eher seltenere Infektionserkrankungen (OR 2,8) und eine sign. Abnahme bei häufigeren Infektionen (OR < 0,5) gesehen, letztere auch in den Korrelationstests. Diese Beobachtungen fanden sich jedoch nicht bei den unter 6jährigen Kindern. In allen Altersgruppen war eine signifikante Abnahme an Durchfallerkrankungen mit zunehmender BaP-Belastung des Klebers erkennbar.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 21-30).

### **BaP im Hausstaub**

**Arzt-Diagnosen jemals:** In der Gesamtgruppe der Kinder zeigte sich bei der Diagnose Asthma ein signifikant erhöhtes Risiko (OR 4,3 und sign. pos. Korrelation) bei zunehmender BaP-Belastung im Hausstaub, diese Tendenz (nicht signifikant) zeigte sich auch bei den Kindern unter 6 Jahren, allerdings ohne Signifikanzniveau zu erreichen. Kinder unter 6 Jahren hatten in der Gruppe der BaP-Belastung im Hausstaub über 1 mg/kg ein mehr als 6fach erhöhtes Risiko für Mandelentzündungen; dies war in der Gesamtgruppe der Kinder und Jugendlichen nicht nachweisbar. Bei zunehmender BaP-Belastung im Hausstaub wurden auch hier Krankenhausaufenthalte und Medikamenteneinnahme häufiger angegeben, die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** In der Gesamtgruppe zeigten sich signifikante Unterschiede in den verschiedenen Belastungsgruppen (Zunahme) bei juckende, gerötete Hautveränderungen (OR 3,0), tränende Augen (OR 2,4), Unverträglichkeit gegenüber Pollen (OR 3,8) und Hausstaub (OR 2,7); bei Kindern unter 6 Jahren waren diese signifikanten Unterschiede und die erhöhten Risiken (odds-ratios) nicht nachweisbar, und nur bei den juckenden Hautveränderungen und tränenden Augen war eine zunehmende Tendenz bei höherer äußerer Belastung erkennbar (nicht signifikant); bei Kindern unter 5 Jahren waren sonstige Symptome signifikant erhöht (OR 5,4), wohingegen in den Korrelationstests negative Zusammenhänge bei „trockener Reizhusten bei einer Erkältung“ und Durchfälle erhalten wurden.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 31-40).

## Chlorpyrifos im Hausstaub

**Arzt-Diagnosen jemals:** Sowohl in der Gesamtgruppe der Kinder als auch in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren zeigten sich bei den Angaben Asthma sowie Krankenhausaufenthalten signifikante Unterschiede zwischen den Belastungsgruppen, bei Asthma eindeutig eine Zunahme mit zunehmender Chlorpyrifosbelastung im Hausstaub; bei Asthma ergaben sich hochsignifikant höhere Risiken (OR 5,6 und 7,3). Sowohl in der Gesamtgruppe der Kinder und Jugendlichen als auch in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren nahmen Krankenhausaufenthalte bei zunehmender Belastung ab (sign. neg. Korrelationstests).

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** Bei zunehmender Belastung wurden sowohl in der Gesamtgruppe der Kinder als auch der Gruppe der unter-6-Jährigen häufiger Juckreiz an Lippen und Gaumen und verstopfte juckende Nase beschrieben; Bei Betrachtung der Odds-Ratios zeigen sich in der Gesamtgruppe signifikante Risikoerhöhungen bei verschiedenen Haut- und Bronchialbeschwerden: Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen (OR 2,7), tränende Augen (OR 2,2), Verstopfte juckende Nase (2,3) Pfeifende Atemgeräusche insgesamt (OR 2,5) und ohne Erkältung (OR 4,3), trockener Reizhusten insgesamt und besonders nachts (OR > 2). In der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren sind diese Tendenzen ebenfalls erkennbar, es ergibt sich jedoch nur bei Juckreiz an Lippen, Gaumen und Rachen ein signifikantes Odds-Ratio (OR 4,3). Erhöhte Risiken (OR > 3) zeigten sich bei Unverträglichkeiten gegen Nahrungsmittel, Pollen und Tierkontakte; diese Risikoerhöhungen sind nur in der Gesamtgruppe, nicht in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren signifikant.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 41-50).

## DDT im Hausstaub

**Arzt-Diagnosen jemals:** Sowohl in der Gesamtgruppe als auch in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren wurde „spastische / obstruktive Bronchitis“ mit zunehmender DDT-Belastung im Hausstaub signifikant häufiger genannt (OR 2,3 bei Kinder 0-18 Jahren und OR 3,0 bei Kindern unter 6 Jahren). Demgegenüber wurden in beiden Altersgruppen bei den Diagnosen Heuschnupfen und Nasen-/Rachenpolypen signifikant negative Korrelationen zur DDT-Belastung im Hausstaub gefunden.

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** In der Gesamtgruppe aller Kinder, nicht aber bei den Kindern unter 6 Jahren, wurden bei der höchsten im Vergleich zur geringsten Belastung an DDT im Hausstaub signifikante Risikoerhöhungen gefunden für: Trockener Reizhusten insgesamt (OR 1,7) sowie ohne Erkältung und besonders nachts (OR > 2), wohingegen bis 5 Infektionserkrankungen seltener angegeben wurden (OR <0,5). In der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren wurde darüber hinaus in der Gruppe mit den hohen DDT-Belastungen im Hausstaub ein 3-fach höheres Risiko für Juckreiz an Lippen, Gaumen und Rachen ermittelt.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 51-60).

## Schadstoffbelastungen in Hausstaub – Summenparameter

Für diese Auswertungen wurden die gruppierten Ergebnisse der Parkettkleberprobe (< 10 mg BaP/kg: 1; 10-2999 mg BaP/kg: 2; > 3000 mg BaP/kg: 3) und der Hausstaubproben (unter der Nachweisgrenze: 0; über der Nachweisgrenze und unter 1 mg/kg: 1; über 1mg/kg: 2) für die Stoffe BaP im Kleber und Hausstaub, Chlorpyrifos, Permethrin, DDT und PCP, Lindan, DDT addiert und in drei Belastungsgruppen aufgeteilt (niedrig: 0-2; mittel: 3-4; hoch: 5-11).

**Arzt-Diagnosen jemals:** In der Gesamtgruppe der Kinder war in der höchstbelasteten Gruppe das Risiko für spastische/obstruktive Bronchitis mehr als doppelt so hoch als in der geringst belasteten

Gruppe (OR>2), dies war in der Tendenz auch in der Altersgruppe der Kinder unter 6 Jahren festzustellen, allerdings nicht mehr signifikant. In den Korrelationstests zeigten sich bei allen und den Kindern unter 6 Jahren signifikante Zusammenhänge zwischen der Gesamtbelastung im Hausstaub und spastischer/obstruktiver Bronchitis.

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** In der Gesamtgruppe der Kinder hatte die höchstbelasteten Gruppe im Vergleich mit der geringst belasteten Gruppe ein etwa verdoppeltes Risiko (OR ca. 2) für juckende, gerötete Hautquaddeln, pfeifende Atemgeräusche und trockener Reizhusten besonders nachts sowie 1-2 x/Jahr Infektionserkrankungen, z. T. zeigten sich diese Tendenzen auch in den Korrelationstests. Dies konnte bei Kindern unter 6 Jahren für alle Beschwerden so nicht bestätigt werden.

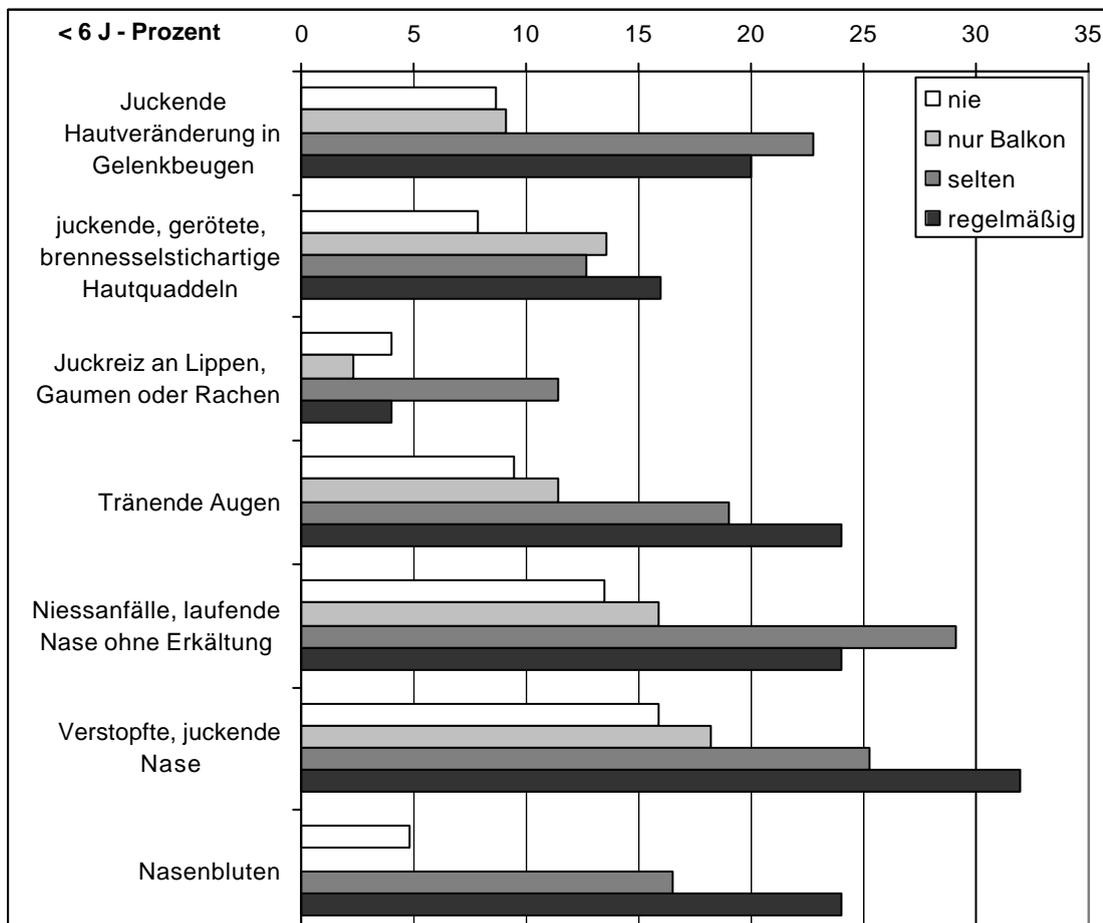
(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 61-70).

### Passivrauchen

Die Belastung der Kinder und Jugendlichen durch Passivrauchen in der Wohnung wurde anhand der Angaben aus dem Wohnungsfragebogen in 4 Gruppen klassifiziert (gar nicht, nur auf dem Balkon, selten, regelmäßig) die miteinander verglichen wurden.

**Arzt-Diagnosen jemals:** In der Gesamtgruppe der Kinder und Jugendlichen wurden keine signifikanten Risikoerhöhungen durch Passivrauchen gesehen; in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren wurden bei den Kindern, in deren Wohnung regelmäßig geraucht wird, im Vergleich mit Kindern aus Nichtraucherwohnungen, 1,7fach so häufig eine Allergie und mehr als 5mal so häufig eine Magen-Darm-Erkrankung diagnostiziert.

Abb. 8 a: **Haut- und Schleimhautsymptome bei Kindern unter 6 Jahren – in Abhängigkeit von der Passivrauchbelastung in der Wohnung**

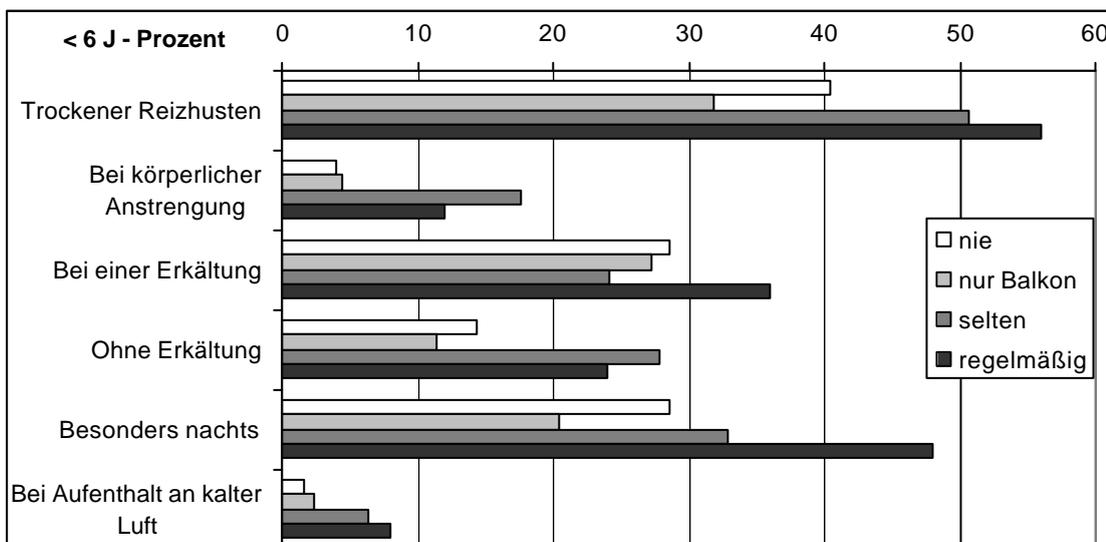
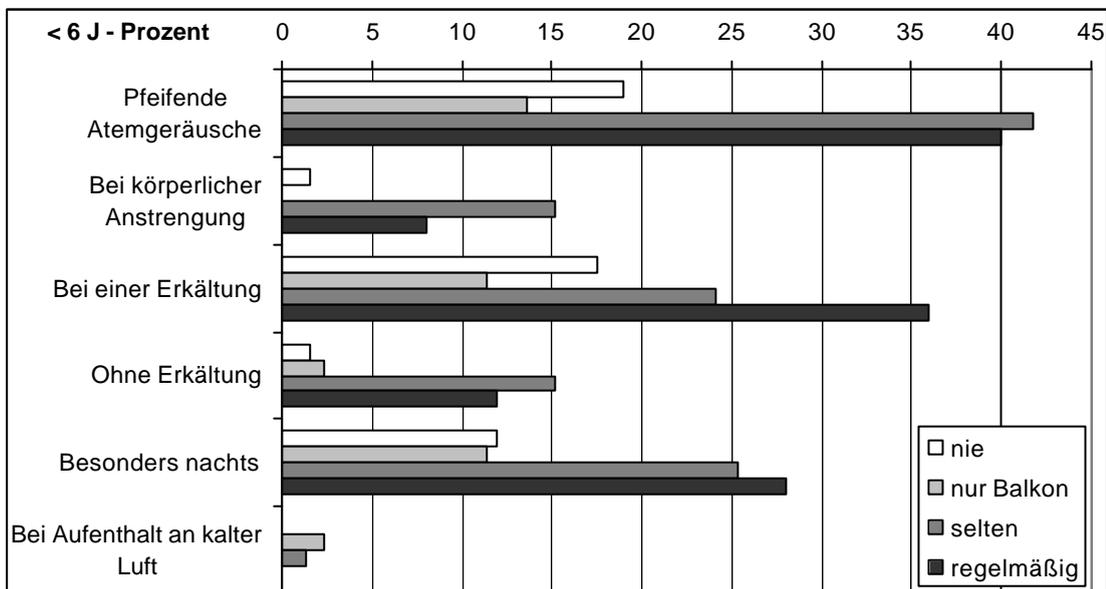


**Symptome und Beschwerden in den letzten 2 Monaten:** In der Gesamtgruppe waren in Abhängigkeit von der Passivrauchbelastung juckende, gerötete Hautquaddeln und Nasenbluten signifikant erhöht. Bei den Kindern unter 6 Jahren wurden generell bei allen Symptomen höhere Risiken als in der Gesamtgruppe gefunden. Bei den Angaben tränende Augen, Nasenbluten pfeifende Atemgeräusche und vermehrte Übelkeit fanden sich signifikante und hohe Risikoerhöhungen (z. B. OR bis > 8 bei pfeifende Atemgeräusche ohne Erkältung und vermehrte Übelkeit) (Abb. 8 ac). In den Korrelationstests zeigten sich bei fast allen Beschwerden der Schleimhäute (Augen, Nase und Bronchialschleimhaut) hochsignifikante Zusammenhänge zur Passivrauchbelastung. Aber auch bei den Angaben Konzentrationsstörungen, vermehrte Übelkeit und Erbrechen wurden signifikante Korrelationen mit der Passivrauchbelastung der Kinder unter 6 Jahren gesehen.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 71-80).

Abb. 8 b, c

**Atemwegssymptome bei Kindern unter 6 Jahren –  
in Abhängigkeit von der Passivrauchbelastung in der Wohnung**



## Gesamtbetrachtung der äußeren Belastung – statistische Testverfahren

Nachfolgend wurden – für die am Boden spielenden Kinder unter 6 Jahren - die statistischen Berechnungen der Odds-Ratios (OR) und der Korrelationstests zwischen den angegebenen Arzt-diagnosen und Symptomen/Beschwerden und den gemessenen/angegebenen äußeren Belastungen (BaP im Kleber und Hausstaub; Chlorpyrifos und DDT im Hausstaub sowie die Summe der gemessenen Parameter im Hausstaub und die angegebene Passivrauchbelastung) zusammengefasst dargestellt (Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 81-84).

Odds-Ratios unter 1 wurden mit „<“ gekennzeichnet, Odds-Ratios zwischen 1 und 2 mit einem freien Feld, Odds Ratios > 2 oder mehr mit „> Zahl“. Bei einer Odds-Ratio unter 1 ist die entsprechende Diagnose/das entsprechende Symptom mit zunehmender äußerer Belastung seltener, bei Odds-Ratio > 1 ist sie häufiger. Negative Korrelationen wurden mit einem „-“, markiert, positive Korrelationen mit einem freien Feld; signifikante Odds-Ratios und Korrelationen sind fett markiert.

Bei den erfragten Arzt Diagnosen liessen sich – weder bei den Odds-Ratios noch bei den Korrelationstests – systematische Assoziationen zu den gemessenen äußeren Belastungen im Kleber und Hausstaub und zur Angabe der Passivrauchbelastung in der Wohnung erkennen (Tab. 14 a und 15 a).

Was die erfragten Symptome und Beschwerden der Kinder in den letzten 12 Monaten anbelangt, so konnten hier ebenfalls keine systematischen Assoziationen zu den BaP-Konzentrationen in Kleber und Hausstaub oder den Pestizidgehalten im Hausstaub festgestellt werden. Hier zeigten sich jedoch sowohl in den Odds-Ratios als auch in den Korrelationstests hochsignifikante Assoziationen zwischen der Passivrauch-Exposition der Kinder in der Wohnung und Hautsymptomen sowie Schleimhautsymptomen an Augen, Nase und Bronchien. Auffallend waren auch signifikante Zusammenhänge zwischen der Passivrauchexposition im häuslichen Umfeld und Konzentrationsstörungen und Übelkeit (Tab. 14b und 15 b).

Tab. 14 a

**Arzt-Diagnosen jemals der untersuchten Kinder unter 6 Jahren - in Abhängigkeit von der äußeren Belastung in den Wohnungen (BaP im Kleber, BaP, Chlorpyrifos, DDT und Gesamtbelastung im Hausstaub sowie Passivrauchen) - Odds-Ratios**

Arzt-Diagnosen jemals	Kleber	Hausstaub				Passivrauch
		BaP	BaP	Chlorpyrifos	DDT	
<b>Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege</b>						
Asthma		>3	>7	>3	<k	<k
Spastische/obstrukt. Bronchitis		>2		3	>2	<k
Bronchitis, infektiös bedingt						
Lungenentzündung						2
Keuchhusten		>2				
Pseudokrupp	>2					
Mandelentzündung	>2	<b>&gt;3</b>			>2	
Mittelohrentzündung						
Nasennebenhöhlenentzündung		>2				
Nasen / Rachenpolypen	>2					
<b>Allergien und Hauterkrankungen</b>						
Allergie						
Heuschnupfen						>2
Milchschorf		>2				
Ekzem / Neurodermitis						
Schuppenflechte			>2			
<b>Weitere Erkrankungen</b>						
Schilddrüsenerkrankung	-	-	-	-	-	-
Leber/Gallenerkrankung	-	-	-	-	-	-
Magen-Darm-Erkrankung						<b>&gt;5</b>
Nieren/Blasenerkrankung						
Stoffwechselstörung						
Neurol. Erkrankung, Entwicklungsstörung		>6				>2
<b>Krankenhausaufenthalte, Medikamente</b>						
War Ihr Kind im Krankenhaus	<b>&gt;2</b>					
Nimmt Ihr Kind Medikamente						
Summe	21	21	20	21	20	21
Positiv	14	14	8	5	10	16
Positiv signifikant	-	1	1	-	-	1
Negativ	7	7	12	16	10	5
Neg. signifikant	-	-	-	-	-	-

freies Feld: OR unter 1 oder 1-<2;

> Zahl: OR über Zahl;

fett: OR signifikant

Tab. 14 b

**Symptome und Beschwerden der untersuchten Kinder unter 6 Jahren in den letzten 12 Monaten – in Abhängigkeit von der äußeren Belastung in den Wohnungen (BaP im Kleber, BaP, Chlorpyrifos, DDT und Gesamtbelastung im Hausstaub sowie Passivrauchen) – Odds-Ratios**

Arzt-Diagnosen jemals	Kleber	Hausstaub				Passiv- rauch
		BaP	BaP	Chlor- pyrifos	DDT	
<b>Odds-Ratios</b>						
<b>Haut / Schleimhautsymptome</b>						
Juckende Hautveränderung in Gelenkbeugen						>2
juckende, gerötete, brennnessel- stichartige Hautquaddeln	>2	>2			>2	>2
Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen			>4	>3		
Tränende Augen						>3
Niesanfälle, laufende Nase ohne Erkältung		>2				>2
Verstopfte, juckende Nase						>2
Nasenbluten						>6
<b>Pfeifende Atemgeräusche</b>						>2
Bei körperlicher Anstrengung			>3			>5
Bei einer Erkältung						>2
Ohne Erkältung			>2			>8
Besonders nachts						>2
Bei Aufenthalt an kalter Luft		>6				-
<b>Trockener Reizhusten</b>						
Bei körperlicher Anstrengung			>3		>3	>3
Bei einer Erkältung						
Ohne Erkältung	>2					
Besonders nachts			>2			>2
Bei Aufenthalt an kalter Luft	>2					>5
<b>Gehäufte Infektionserkrankungen</b>						
1-2x in den letzten 12 Monaten						
bis 5x in den letzten 12 Monaten						
mehr als 5x in den letzten 12 Monaten						
<b>Weitere Symptome</b>						
Auffällige Unruhe, Zappelig-, Zittrigkeit						
Konzentrationsstörungen						>3
Vermehrte Übelkeit						>8
Erbrechen						<
Durchfälle	<1					
Sonstiges	>2	>5	>3		>2	
<b>Lösen bestimmte Dinge bei Ihrem Kind Beschwerden aus?</b>						
Nahrungsmittel	>5	>2	>3		>2	
Pollen			>4			
Hausstaub						
Tierkontakte			>4		>2	>5
Summe	33	33	33	33	33	33
Positiv	18	12	24	13	15	26
Positiv signifikant	-	1	1	1	-	7
Negativ	15	21	9	20	18	7
Neg. signifikant	1	-	-	-	-	-

freies Feld: OR unter 1 oder 1&lt;2;

&gt; Zahl: OR über Zahl;

fett: OR signifikant

Tab. 15 a

**Arzt-Diagnosen jemals der untersuchten Kinder unter 6 Jahren - in Abhängigkeit von der äußeren Belastung in den Wohnungen (BaP im Kleber, BaP, Chlorpyrifos, DDT und Gesamtbelastung im Hausstaub sowie Passivrauchen) - Korrelationen**

Arzt-Diagnosen jemals	Kleber	Hausstaub			Passivrauch	
	BaP	BaP	Chlorpyrifos	DDT		Alle Stäube
<b>Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege</b>						
Asthma						
Spastische/obstrukt. Bronchitis			-	+*	+**	
Bronchitis, infektiös bedingt						
Lungenentzündung	-		-	-	-	
Keuchhusten			-	-		
Pseudokrupp		-	-			
Mandelentzündung				-		-
Mittelohrentzündung			-	-	-	
Nasennebenhöhlenentzündung						
Nasen / Rachenpolypen			-	-*		
<b>Allergien und Hauterkrankungen</b>						
Allergie				-		
Heuschnupfen	-		-	-*	-	
Milchschorf						-
Ekzem / Neurodermitis		-		-	-	
Schuppenflechte	-		+*	-	-	
<b>Weitere Erkrankungen</b>						
Schilddrüsenerkrankung					nu	
Leber/Gallenerkrankung					nu	
Magen-Darm-Erkrankung	-	-	-	-	-	+**
Nieren/Blasenerkrankung			-	-	-	
Stoffwechselstörung	-	-		-	-	-
Neurol. Erkrankung, Entwicklungsstörung			-	-	-	-
<b>Krankenhausaufenthalte, Medikamente</b>						
War Ihr Kind im Krankenhaus			-*			
Nimmt Ihr Kind Medikamente				-	-	
<b>Summe</b>	21	21	21	21	21	21
Positiv	16	16	10	7	11	16
Positiv signifikant	-	-	1	1	1	1
Negativ	5	4	11	14	10	4
Neg. signifikant	-	-	1	2	-	-

Freies Feld: Korrelation positiv;

\*\* : Korrelation signifikant (p<0,01)

- : Korrelation negativ; \* : Korrelation signifikant (p<0,05);

n.u.: nicht untersucht (nicht berechnet)

Tab 15 b

**Symptome und Beschwerden der untersuchten Kinder unter 6 Jahren in den letzten 12 Monaten - in Abhängigkeit von der äußeren Belastung in den Wohnungen (BaP im Kleber, BaP, Chlorpyrifos, DDT und Gesamtbelastung im Hausstaub sowie Passivrauchen) - Korrelationen**

Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten	Kleber	Hausstaub				Passivrauch
	BaP	BaP	Chlorpyrifos	DDT	Alle Stäube	
<b>Haut / Schleimhautsymptome</b>						
Juckende Hautveränderung in Gelenkbeugen	-	-			-	+**
juckende, gerötete, brennnesselstichartige Hautquaddeln			-			
Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen	-	-				
Tränende Augen			-	-	-	+*
Niesanfälle, laufende Nase ohne Erkältung			-		-	+*
Verstopfte, juckende Nase			-	-		+*
Nasenbluten					-	+**
<b>Pfeifende Atemgeräusche</b>	-					+**
Bei körperlicher Anstrengung	-			-	-	+**
Bei einer Erkältung	-	-	-			
Ohne Erkältung						+**
Besonders nachts	-			-		+**
Bei Aufenthalt an kalter Luft			-	+*		
<b>Trockener Reizhusten</b>	-	-			-	
Bei körperlicher Anstrengung						+**
Bei einer Erkältung		-*			-	-
Ohne Erkältung						+**
Besonders nachts	-	-				
Bei Aufenthalt an kalter Luft		-	-	-	-	+*
<b>Gehäufte Infektionserkrankungen</b>			-	-	-	
1-2x in den letzten 12 Monaten			-	-		-**
bis 5x in den letzten 12 Monaten			-	-	-	-
mehr als 5x in den letzten 12 Monaten	-	-			-	-
<b>Weitere Symptome</b>						
Auff. Unruhe, Zappelig-, Zittrigkeit		-	-	-	-	
Konzentrationsstörungen		-		-		+*
Vermehrte Übelkeit		-				+**
Erbrechen	-	-			-	+*
Durchfälle	-*	-*		-	-	
Sonstiges		+**	+*	-		
<b>Lösen bestimmte Dinge bei Ihrem Kind Beschwerden aus?</b>						
Nahrungsmittel						-
Pollen	-			-	-	+*
Hausstaub					-	
Tierkontakte	-					
<b>Summe</b>	33	33	33	33	33	33
Positiv	20	20	22	20	17	28
Positiv signifikant	-	1	1	1	-	16
Negativ	13	13	11	13	16	5
Neg. signifikant	1	2	-	-	-	1

Freies Feld: Korrelation positiv;  
\*\*: Korrelation signifikant (p<0,01)

- : Korrelation negativ; \* : Korrelation signifikant (p<0,05);  
n.u.: nicht untersucht (nicht berechnet)

## Häufigkeiten von Erkrankungen (Arztdiagnosen jemals) sowie von Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten in Abhängigkeit von der inneren Exposition der Kinder und Jugendlichen

### 1-Hydroxypyren im Urin

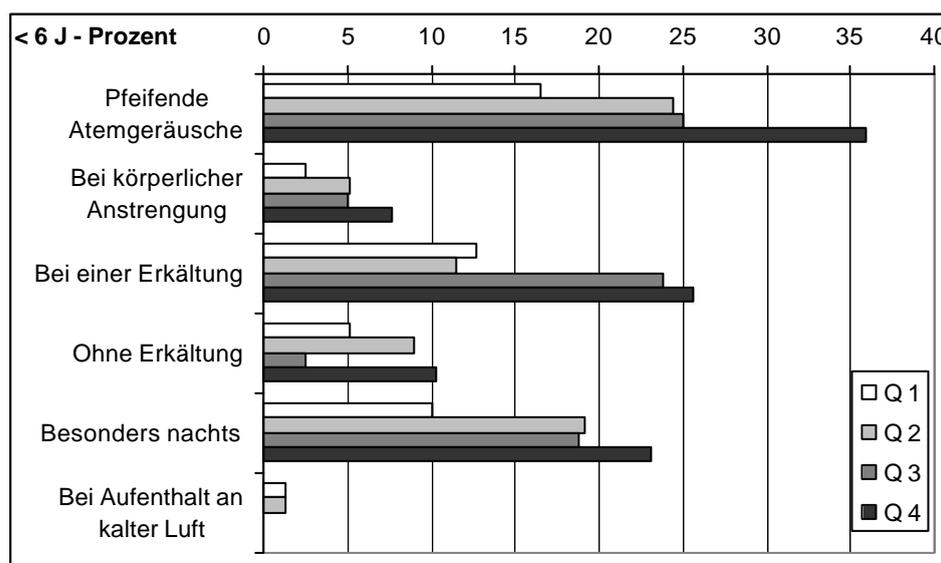
**Arzt-Diagnosen jemals:** Bei keiner der angegebenen Diagnosen wurden signifikante Risikoerhöhungen in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen mit den höchsten 1-Hydroxypyrengehalten im Urin gefunden. Es zeigten sich aber in den Korrelationstests Hinweise auf positive Zusammenhänge bei Lungenentzündung – zumindest in der Gesamtgruppe aller Kinder, nicht aber bei den Kindern unter 6 Jahren alleine. Bei Kindern unter 6 Jahren waren Nasen-/Rachenpolypen mit zunehmender innerer PAK-Belastung signifikant erniedrigt (OR 0,2)

**Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten:** Bei Symptomen der Nase und der Bronchien – pfeifende Atemgeräusche - waren insbesondere in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren deutliche Risikoerhöhungen in Abhängigkeit von der inneren PAK-Belastung erkennbar, signifikant für pfeifende Atemgeräusche – bei einer Erkältung und besonders nachts (Abb. 9a); diese Tendenz wurde auch in den Korrelationstests gesehen. In der Gesamtgruppe aller Kinder und Jugendlichen, nicht aber bei den Kindern unter 6 Jahren alleine, fand sich auch eine signifikant positive Korrelation mit der Angabe mehr als 5 Infektionserkrankungen im letzten Jahr.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 85-94).

Abb. 9 a

**Atemwegssymptome – Pfeifende Atemgeräusche bei Kindern unter 6 Jahren – in Abhängigkeit von Konzentration an PAK-Metaboliten (1-Hydroxypyren) im Urin (Quartilen)**



## Organophosphatmetabolite im Urin

**Arzt-Diagnosen jemals:** Signifikant erhöhte Odds-Ratios wurden bei keiner Diagnose erhalten, bei Magen-Darm-Erkrankungen war in der Gesamtgruppe der Kinder ein vermindertes Risiko bei höherer Exposition zu finden. In der Gesamtgruppe aller Kinder und Jugendlichen wurden bei den Angaben Keuchhusten und Allergien signifikant negative Korrelationen gesehen, wohingegen Pseudokrupp signifikant positiv korreliert war. In der Altersgruppe der Kinder unter 6 Jahren wurden keine signifikanten Korrelationen erhalten.

**Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten:** In der Gesamtgruppe der Kinder und Jugendlichen hatten Kinder mit der relativ höchsten inneren Organophosphat-Exposition ein signifikant erniedrigtes Risiko für Niesanfälle, pfeifende Atemgeräusche, trockenen Reizhusten; dies konnte in diesem Ausmaß bei den Kindern unter 6 Jahren nicht bestätigt werden. Allerdings sind in beiden Gruppen die Korrelationen zwischen der inneren Belastung mit Organophosphaten und Schleimhautsymptomen (Niesanfälle, pfeifende Atemgeräusche, trockener Reizhusten) negativ, darüber hinaus auch bei weiteren Symptomen, wie vermehrte Übelkeit, Erbrechen, Durchfälle.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 95-104).

## Pyrethroidmetabolite im Urin

**Arzt-Diagnosen jemals:** Für die Auswertung wurden – wegen der sehr ungleichen Quartilenverteilung - Kinder mit Pyrethroidmetabolitenkonzentrationen in der 1. und 2. Quartile addiert und mit den Kindern mit Pyrethroidmetabolitenkonzentrationen in der 4. Quartile verglichen. In der Gesamtgruppe der Kinder und Jugendlichen in der höheren Belastungsgruppe war das Risiko für Allergie und Heuschnupfen signifikant erniedrigt, auch die Korrelationen zeigten signifikant negative Werte. Dies konnte so in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren nicht bestätigt werden; allerdings fand sich bei diesen Kindern eine deutliche Risikoerhöhung für Keuchhusten (OR 13) und Magen-Darm-Erkrankungen (OR > 3).

**Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten:** Was die angegebenen Symptome angeht, war in der Gesamtgruppe der Kinder mit zunehmender innerer Pyrethroid-Exposition eine signifikante Erniedrigung des Risikos für gehäufte Infektionserkrankungen, Konzentrationsstörungen und Unverträglichkeiten bei Tierkontakten (OR < 0,6) festzustellen, bestätigt durch signifikant negative Korrelationstests. Demgegenüber waren in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren keine Hinweise auf signifikante Zusammenhänge erkennbar.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 105-114).

## Summe der Belastung mit PAK-, Organophosphat- und Pyrethroidmetaboliten im Urin

Um eine ggf. additive oder synergistische Wirkung einer inneren PAK-, Organophosphat- und Pyrethroidbelastung zu untersuchen, wurden die Quartilen der einzelnen Belastungen addiert und unterschiedliche Belastungsgruppen gebildet.

**Arzt-Diagnosen jemals:** In der Gesamtgruppe der Kinder war das Risiko für eine Lungenentzündung in den höheren Belastungsgruppen signifikant erhöht (OR > 2), dies zeigte sich auch in signifikant positiven Korrelationstests. Ansonsten wurden bei der Mehrzahl der Erkrankungen der Haut- und der Atemwege negative Korrelationen erhalten. In der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren waren keine signifikanten Zusammenhänge zu einer Diagnose erkennbar.

**Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten:** In der Gesamtgruppe der Kinder waren pfeifende Atemgeräusche besonders nachts signifikant positiv korreliert (auch bei Kindern unter 6 Jahren alleine), darüber hinaus fanden sich signifikant negative Korrelationen bei den Angaben juckende Hautveränderungen in Gelenkbeugen, gehäufte Infektionserkrankungen und vermehrte Übelkeit.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 115-124).

### Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Pentachlorphenol (PCP) im Blut

**Diagnosen jemals:** Da insgesamt nur bei 116 Kindern und Jugendlichen Blut abgenommen wurde (s. Konzept S. 7) wurden die Daten zur Blutbelastung generell nur in Bezug auf die Gesamtgruppe ausgewertet, nicht in Bezug auf Kinder unter 6 Jahren, da hier – nach Bildung von Untergruppen - mit zu kleinen Zahlen gerechnet werden müsste. Kinder mit den höchsten PCB-Konzentrationen im Blut hatten ein vierfach höheres Risiko für Milchschorf und Neurodermitis (nicht signifikant). Die gleichen Diagnosen und darüber hinaus Nasen- und Rachenpolypen waren mit zunehmender PCP-Belastung im Blut häufiger, signifikant für Ekzem und Neurodermitis. Auch die Korrelationstests zeigten gleiche Tendenzen.

**Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten:** Sowohl bei den PCB als auch bei PCP wurden bei bronchialen Problemen und verschiedenen Unverträglichkeiten negative Korrelationen gesehen, signifikant für PCP und Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen sowie Unverträglichkeit bei Hausstaubexposition. Demgegenüber war in der Gruppe mit den höchsten PCP-Werten im Blut die Wahrscheinlichkeit für tränende Augen mehr als 8fach erhöht.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 125-134).

Abb. 10 a

### Allergien und Hauterkrankungen bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen in Abhängigkeit von dem PCB-Gehalt im Blut (Quartile)

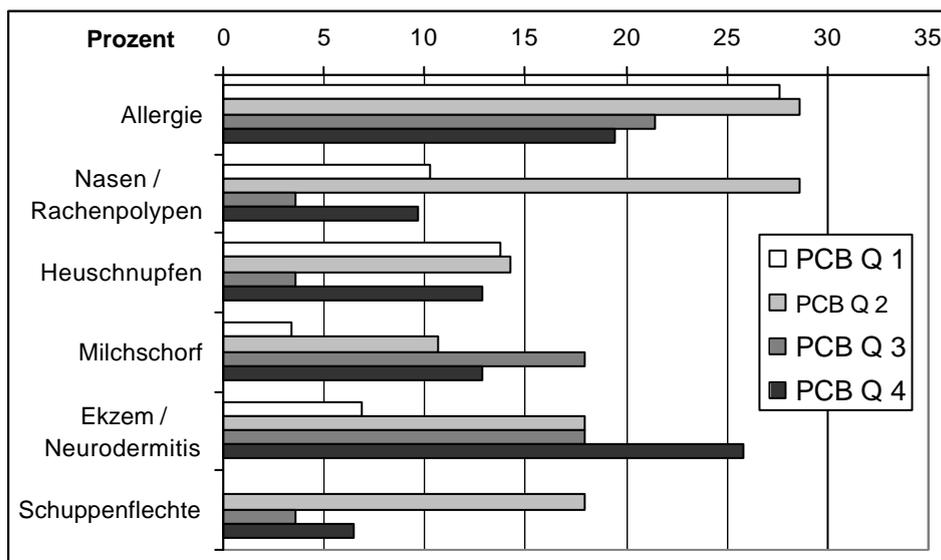
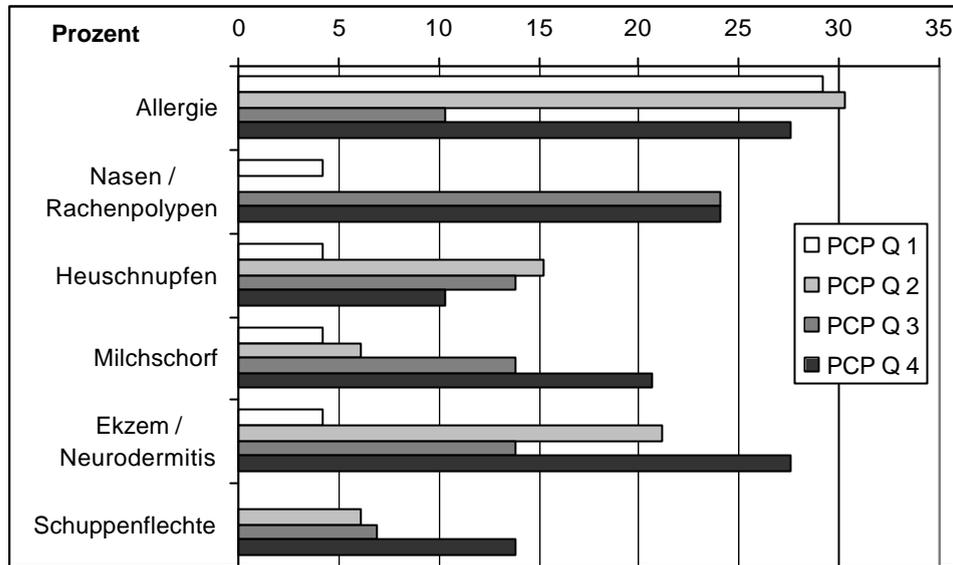


Abb. 10 b

**Allergien und Hauterkrankungen bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen in Abhängigkeit von dem PCP-Gehalt im Blut (Quartile)**



**DDE im Blut und Summe aller gemessenen Parameter im Blut**

**Diagnosen jemals:** Bei höherer **DDE-Belastung** im Blut zeigten sich bei nahezu allen erfragten Diagnosen Odds-Ratios unter 1 und negative Korrelationen, signifikant negativ bei Heuschnupfen und der Angabe Medikamenteneinnahme. Um mögliche additive oder synergistische Wirkungen bei zunehmender Belastung des Blutes mit PCB, PCP und DDE insgesamt zu untersuchen, wurden die jeweiligen Quartile addiert und hier weitere Auswertungen der **Gesamt-Belastung** vorgenommen (s. S. 12). Hier wurde der bei den Parametern PCB und PCP alleine gesehene Zusammenhang zu Milchschorf und Ekzem/Neurodermitis bestätigt, allerdings ohne das Signifikanz-Niveau zu erreichen.

**Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monate:** Für zahlreiche Symptome der Schleimhäute (Nase, Bronchien) wurden sowohl bei DDE als auch bei Betrachtung der Gesamtbelastung negative Korrelationen erhalten, signifikant negativ für DDE und verstopfte, juckende Nase sowie Gesamtbelastung und Juckreiz an Lippen, Gaumen und Rachen.

(Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 134-140).

**Gesamtbetrachtung der inneren Belastung – statistische Testverfahren**

Nachfolgend wurden die statistischen Berechnungen der Odds-Ratios (OR) und der Korrelations-tests zwischen den angegebenen Arzt Diagnosen und Symptomen/Beschwerden und den gemessenen inneren Expositionen (Kinder unter 6 Jahren sowie Kinder und Jugendliche insgesamt: Metabolite der PAK, Organophosphate und Pyrethroide im Urin; alle Kinder und Jugendliche: PCB, PCP und DDE im Blut) zusammengefasst dargestellt (Tabellen und Abbildungen *aller* Angaben im Anhang, S. 141-146).

Odds-Ratios unter 1 wurden mit „<“ gekennzeichnet, odds-ratios zwischen 1 und 2 mit einem freien Feld, Odds Ratios > 2 oder mehr mit „> Zahl“. Bei einer Odds-Ratio unter 1 ist die entsprechende Diagnose/das entsprechende Symptome mit zunehmender äußerer Belastung seltener, bei Odds-Ratio > 1 ist sie häufiger. Negative Korrelationen wurden mit einem „-“ markiert, positive Korrelationen mit einem freien Feld; signifikante Odds-Ratios und Korrelationen sind fett markiert.

Bei den erfragten Arzt Diagnosen liessen sich – weder bei den Odds-Ratios noch bei den Korrelationstests – systematische Assoziationen zu den gemessenen inneren Expositionen (Metabolite von PAK, Organophosphaten und Pyrethroiden und deren Summenbelastung erkennen (Tab. 16 a). Bei Hauterkrankungen wie Milchschorf und Neurodermitis waren enge Assoziationen (OR > 4), teilweise signifikant, zu PCB und PCP im Blut sowie der Blut-Summenbelastung erkennbar (Tab. 17 a).

Was die erfragten Symptome und Beschwerden der Kinder in den letzten 12 Monaten anbelangt, so wurden signifikante Assoziationen zur Konzentration an 1-Hydroxypyren (PAK-Stoffwechselprodukt), nicht aber zu den anderen im Urin untersuchten Metaboliten oder der Summe dieser Expositionen gefunden (Tab. 16 b). Im Hinblick auf die Expositionen gegenüber PCB PCP und DDE im Blut ergaben sich keine Hinweise auf vermehrte positive Assoziationen; lediglich zwischen der Angabe „tränennde Augen“ und der PCP-Konzentration im Blut wurde ein hochsignifikantes Odds-Ratio (OR > 8) erhalten. Die innere DDE-Belastung war signifikant negativ mit der Angabe „verstopfte, juckende Nase“ assoziiert (Tab. 17 b).

Tab. 16 a

**Arzt-Diagnosen jemals der untersuchten Kindern unter 6 Jahren– in Abhängigkeit von den verschiedenen Metaboliten im Urin – Überblick (Odds-Ratios und Korrelationen)**

Arzt-Diagnosen jemals	Odds-Ratios				Korrelationen			
	Hydroxy-Pyren	Organophosphat	Pyretroide	Metaboliten-Summe	Hydroxy-Pyren	Organophosphat	Pyretroide	Metaboliten-Summe
<b>Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege</b>								
Asthma	>2				-		-	-
Spastische/obstrukt. Bronchitis								
Bronchitis, infektiös bedingt					-	-	-	-
Lungenentzündung				>2				
Keuchhusten			> 13*	>3	-	-	+	*
Pseudokrapp		>3			-		-	
Mandelentzündung					-		-	
Mittelohrentzündung						-		
Nasennebenhöhlenentzündung						-	-	-
Nasen / Rachenpolypen		<0,2			-	-		-
<b>Allergien und Hauterkrankungen</b>								
Allergie						-	-	-
Heuschnupfen	>4			>2				
Milchschorf		>2						
Ekzem / Neurodermitis					-		-	
Schuppenflechte					-	-	-	-
<b>Weitere Erkrankungen</b>								
Schilddrüsenerkrankung	-	-	-	-	nu	nu	nu	nu
Leber/Gallenerkrankung	-	-	-	-	nu	nu	nu	nu
Magen-Darm-Erkrankung			>3*		-	-		
Nieren/Blasenerkrankung		>2			-			-
Stoffwechselstörung					-	-	-	-
Neurol. Erkrankung, Entwicklungsstörung		>2			-		-	
<b>Krankenhausaufenthalte, Medikamente</b>								
War Ihr Kind im Krankenhaus					-			
Nimmt Ihr Kind Medikamente					-	-	-	-
Summe	21	21	21	21	21	21	21	21
Positiv	7	11	9	9	7	11	10	12
Positiv signifikant	-	-	2	-	-	-	1	-
Negativ	14	10	12	12	14	10	11	9
Neg. signifikant	-	1	-	-	-	-	-	-

Freies Feld: OR unter 1 oder zwischen 1 und 2; OR fettgedruckt: Risikoveränderungen signifikant; \* p<0,05; nu: nicht untersucht

Tab. 16 b

**Symptome und Beschwerden der untersuchten Kinder unter 6 Jahren in den letzten 12 Monaten - in Abhängigkeit von den verschiedenen Metaboliten im Urin – Überblick (Odds-Ratios)**

Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten	Odds-Ratios				Korrelationen			
	Hydroxy-Pyren	Organophosphate	Pyrethroide	Metaboliten-Summe	Hydroxy-Pyren	Organophosphate	Pyrethroide	Metaboliten-Summe
<b>Haut / Schleimhautsymptome</b>								
Juckende Hautveränderung in Gelenkbeugen							-	-
juckende, gerötete, brennesselstichartige Hautquaddeln						-		
Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen			>2	>2				
Tränende Augen	>2					-	-	-
Niessanfälle, laufende Nase ohne Erkältung						-		-
Verstopfte, juckende Nase						-	-	
Nasenbluten						-		
<b>Pfeifende Atemgeräusche</b>	>2*				+**	-		
Bei körperlicher Anstrengung	3					-		
Bei einer Erkältung	>2*			>2	+**	-		
Ohne Erkältung	>2					-	-	
Besonders nachts	>2*			>2	+			+
Bei Aufenthalt an kalter Luft			-		-	-		-
<b>Trockener Reizhusten</b>						-		
Bei körperlicher Anstrengung	>2	<0,2*				-		-
Bei einer Erkältung						-		
Ohne Erkältung						-	-	-
Besonders nachts						-	-	-
Bei Aufenthalt an kalter Luft					-	-		-
<b>Gehäufte Infektionserkrankungen</b>						-	-	-
1-2x in den letzten 12 Monaten								
bis 5x in den letzten 12 Monaten						-	-	-
mehr als 5x in den letzten 12 Monaten						-	-	-
<b>Weitere Symptome</b>								
Auff. Unruhe, Zappelig-, Zittrigkeit	>2						-	-
Konzentrationsstörungen							-	-
Vermehrte Übelkeit						-	-	-
Erbrechen						-		
Durchfälle						-		
Sonstiges						-	-	-
<b>Lösen bestimmte Dinge bei Ihrem Kind Beschwerden aus?</b>								
Nahrungsmittel		> 5*		>2		+		
Pollen		-	-					
Hausstaub					-			
Tierkontakte					-	-	-	-
Summe	33	33	33	33	33	33	33	33
Positiv	28	11	16	11	28	9	19	17
Positiv signifikant	3	1	0	0	3	1	-	1
Negativ	5	22	17	22	5	24	14	16
Neg. signifikant	-	1	-	-	-	-	-	-

Freies Feld: OR unter 1 oder zwischen 1 und 2; OR fettgedruckt: Risikoveränderungen signifikant; \* p<0,05;

Tab. 17 a

**Arzt-Diagnosen jemals der untersuchten Kinder und Jugendlichen – in Abhängigkeit von den PCB-, PCP- und DDE-Gehalten und deren Summe im Blut (Odds-Ratios und Korrelationen)**

Blut	Odds-Ratios				Korrelationen			
	PCB	PCP	DDE	Summe Blut	PCB	PCP	DDE	Summe Blut
Anzahl der Kinder	60	53	55	58	116	115	116	115
<b>Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege</b>								
Asthma						-	-	
Spastische/obstrukt. Bronchitis		>4		>2			-	
Bronchitis, infektiös bedingt	2	>2					-	
Lungenentzündung							-	
Keuchhusten		>2						
Pseudokrupp		<k			-		-	-
Mandelentzündung		>2			-		-	
Mittelohrentzündung							-	
Nasennebenhöhlenentzündung							-	
Nasen / Rachenpolypen		>7			-	++	-	
<b>Allergien und Hauterkrankungen</b>								
Allergie					-	-	-	-
Heuschnupfen		>2					_*	-
Milchschorf	>4	6		>4		++	-	
Ekzem / Neurodermitis	>4	>8*		>4	+		-	
Schuppenflechte					-		-	
<b>Weitere Erkrankungen</b>								
Schilddrüsenerkrankung	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
Leber/Gallenerkrankung	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
Magen-Darm-Erkrankung					-	-	-	-
Nieren/Blasenerkrankung					-		-	-
Stoffwechselstörung	n.u.				-			
Neurol. Erkrankung, Entwicklungsstörung	n.u.			n.u.	-		-	-
<b>Krankenhausaufenthalte, Medikamente</b>								
War Ihr Kind im Krankenhaus		2					-	
Nimmt Ihr Kind Medikamente							**	
Summe	19	21	21	20	21	21	21	21
Positiv	7	13	4	10	12	18	2	15
Positiv signifikant	-	1	-	-	1	2	-	-
Negativ	12	8	17	10	9	3	19	6
Neg. signifikant	-	-	-	-	-	-	2	-

Freies Feld: OR unter 1 oder zwischen 1 und 2; OR fettgedruckt: Risikoveränderungen signifikant;

\*: p < 0,05; \*\* p < 0,01; nu: nicht untersucht

Tab. 17 b

**Symptome und Beschwerden bei den untersuchten Kinder und Jugendlichen – in Abhängigkeit von den PCB-, PCP- und DDE-Gehalten und deren Summe im Blut (Odds-Ratios und Korrelationen)**

Blut	Odds-Ratios				Korrelationen			
	PCB	PCP	DDE	Summe Blut	PCB	PCP	DDE	Summe Blut
Anzahl der Kinder	60	53	55	58	116	115	116	115
<b>Haut / Schleimhautsymptome</b>								
Juckende Hautveränderung in Gelenkbeugen	>2					-	-	
juckende, gerötete, brennesselstichartige Hautquaddeln					-		-	-
Juckreiz an Lippen, Gaumen oder Rachen					-	_*	-	_***
Tränende Augen		>8*			-		-	
Niessanfälle, laufende Nase ohne Erkältung						-	-	
Verstopfte, juckende Nase			<0,3*		-	-	_*	-
Nasenbluten								
<b>Pfeifende Atemgeräusche</b>								
Bei körperlicher Anstrengung		>2		>4				
Bei einer Erkältung					-	-	-	-
Ohne Erkältung					-			
Besonders nachts					-	-	-	-
Bei Aufenthalt an kalter Luft					-	-	-	-
<b>Trockener Reizhusten</b>								
Bei körperlicher Anstrengung	-							
Bei einer Erkältung					-	-	-	-
Ohne Erkältung	>2	>3						
Besonders nachts							-	
Bei Aufenthalt an kalter Luft	-	-					-	-
<b>Gehäufte Infektionserkrankungen</b>								
1-2x in den letzten 12 Monaten					-	-	-	-
bis 5x in den letzten 12 Monaten							-	
mehr als 5x in den letzten 12 Monaten							-	
<b>Weitere Symptome</b>								
Auff. Unruhe, Zappelig-, Zittrigkeit					-		-	-
Konzentrationsstörungen						-		
Vermehrte Übelkeit		6			-		-	-
Erbrechen						-		-
Durchfälle					-		-	-
Sonstiges		>3		3			-	
<b>Lösen bestimmte Dinge bei Ihrem Kind Beschwerden aus?</b>								
Nahrungsmittel	2					-	-	
Pollen					-		-	-
Hausstaub					-	_***	-	-
Tierkontakte	>2					-	-	-
Summe	31	32	33	33	33	33	33	33
Positiv	16	14	9	14	16	15	10	15
Positiv signifikant	-	1	-	-	-	-	-	-
Negativ	15	18	24	19	17	18	23	18
Neg. signifikant	-	-	1	-	-	1	1	1

Freies Feld: OR unter 1 oder 1-<2; OR fettgedruckt: Risikoveränderungen signifikant; \* : p < 0,05; \*\* p < 0,01

#### IV Zusammenfassende Bewertung und Diskussion

Nach Bekanntwerden der verschiedenen Schadstoffe in Parkettkleber- und in Hausstaubproben waren viele Eltern um die Gesundheit ihrer Kinder besorgt. Viele von ihnen sahen Zusammenhänge zwischen den von ihnen beobachteten Symptomen ihrer Kinder und den Schadstoff-Funden im Hausstaub oder Parkettkleber. Von vielen Eltern wurde dargelegt, dass ihre Kinder seit Einzug in die ehemaligen US-Housing vermehrt krank wären und dass insgesamt die Gesundheit der dort wohnenden Kinder deutlich schlechter wäre als die anderer Kinder. Es wurden dringende Sanierungsmaßnahmen gefordert.

Das Gesundheitsamt nahm diese Fragen auf, machte das Problem PAK-haltiger Parkettkleber bundesweit bekannt und forderte eine bundesweit einheitliche Bewertungsgrundlage. Diese Bitten wurden rasch von Bundesministerien und Bundesinstituten aufgegriffen; im März und April 1998 erschienen die ersten Empfehlungen des Umweltbundesamtes zum Umgang mit PAK-Belastungen im Hausstaub, verursacht durch PAK-haltigen Parkettkleber. Im Sommer 2000 wurde dann die Stellungnahme der ARGEBAU publiziert.

Auch die Frage einer DDT-Belastung wurde aufgegriffen: im Januar 1999 publizierte die Ad-hoc Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes und des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden eine Stellungnahme zu „DDT in US-Housing“ (31); demnach waren angesichts der in den ehemaligen US-Housing gefundenen DDT-Gehalte im Hausstaub und im Schrankstaub – nach entsprechenden Expositionsabschätzungen – keine Sanierungsmaßnahmen angezeigt.

Für die anderen diskutierten Schadstoffe wurden im weiteren keine Bundes- oder Landesempfehlungen publiziert, sodass das Gesundheitsamt der Stadt Frankfurt – nachdem es den Hausbesitzern empfohlen hatte, Hausstaubproben auf alle in der Diskussion stehenden Schadstoffe zu untersuchen – selbst Prüf- und Handlungswerte ableiten musste (10). Die demnach erforderlichen Sanierungsmaßnahmen wurden von den beiden großen Hausbesitzern (Bundesvermögensamt und ABG Frankfurt Holding GmbH) durchgeführt.

Die in dem vorliegenden Bericht zusammengefassten Untersuchungen wurden von Ende Februar 1998 bis Dezember 1998 durchgeführt – in einer Zeit also, in welcher klare bundesweite Bewertungsstrategien noch nicht vorlagen. In dieser Zeit der Unsicherheit bot das Gesundheitsamt den Betroffenen eine umweltmedizinische Sprechstunde und umfassende Humanbiomonitoring-Untersuchungen an. 1999 wurden die erhobenen Daten zur inneren Belastung der Bewohner der ehemaligen US-Housing in einem ausführlichen Bericht vorgelegt (6), wobei Zusammenhänge zwischen äußerer Belastung im Hausstaub und innerer Belastung im Blut oder Urin durchweg nicht erkennbar waren.

Hier folgen nun die Auswertungen der Erkrankungen und Symptome bei den teilnehmenden Kindern und Jugendlichen (ein weiterer Bericht zu Erkrankungen und Symptomen der erwachsenen Sprechstundenteilnehmer ist geplant). Der hier vorliegende Bericht soll im wesentlichen die oben genannten Befürchtungen der Eltern aufnehmen. Demnach wird im folgenden versucht, zwei zentrale Fragen zu beantworten:

- Gibt es Hinweise, dass Kinder aus den ehemaligen US-Housing häufiger an bestimmten Erkrankungen, Beschwerden oder Symptomen leiden als andere Kinder vergleichbaren Alters in Deutschland?
- Gibt es Hinweise, dass die untersuchten Schadstoffe negative Wirkungen auf die Gesundheit der Kinder und Jugendlichen aus den ehemaligen US-Housing zeigen und wenn ja, welche?

Dies kann nicht geschehen ohne einige generelle methodische Vorbemerkungen.

1. **Selbstrekrutierung und Selektionsbias:** Die hier ausgewerteten Daten sind keine Daten aus einer geplanten epidemiologischen Untersuchung mit klaren Ein- und Ausschlußkriterien. Es sind Daten einer sog. „anlaßbezogenen Untersuchung“. Das Gesundheitsamt wollte keinen Bewohner der US-Housing von dem Angebot ausschließen; es hat allen Bewohnern ein offenes Angebot gemacht, ohne jegliche Ausschlußkriterien. Wenn aber so die Menschen selbst in die Untersuchungsstellen kommen können („Selbstrekrutierung“), muß aus wissenschaftlicher, statistisch-epidemiologischer Sicht von einem sogenannten „Selektionsbias“, von einer „Verzerrung“ ausgegangen werden. Die Vergleichbarkeit von auf diese Weise erhobenen anamnestischen Daten mit anderen Erhebungen ist somit aus methodischen Gründen eingeschränkt.
2. **Keine Kontrollgruppe:** Es wurde keine Kontrollgruppe untersucht.

Vor diesem Hintergrund wurde die Arbeitsgruppe Epidemiologie (AgE) – Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Hamburg, und Institut für Mathematik, Epidemiologie und Datenverarbeitung in der Medizin des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf – unter Projektleitung von Herrn Dr. M. Schümann – mit der Erstellung eines Auswertungsleitfadens beauftragt. Die Auswertung und Berichterstellung wurde unter Beratung durch Herrn Dr. Schümann vorgenommen.

### **Fragen zu Arzt Diagnosen jemals**

Der Kinder-Fragebogen war inhaltlich zweigeteilt, zum einen wurde nach „Arzt Diagnosen jemals“, zum anderen nach „Beschwerden in den letzten 12 Monaten“ gefragt, entsprechend der Beobachtungen der Eltern.

Die Frage nach „Arzt Diagnosen jemals“ war – wie im NORDIG-Fragebogen – neutral gestellt, nicht im Hinblick auf eine spezielle Schadstoffvermutung oder auf die Wohnsituation. Die genaue Frage hatte gelautet: „Ist von einem Arzt bei Ihrem Kind jemals eine der folgenden Erkrankungen festgestellt worden (ein – oder mehrmals)?“ und „Ist von einem Arzt bei Ihrem Kind jemals eine Erkrankung aus folgenden Bereichen festgestellt worden“.

In dem Auswertungsleitfaden (30) wird zu diesen Fragen festgestellt: „Da ein Zeitbezug auf den Zeitraum der möglichen Exposition nicht vorliegt, können die Informationen nicht auf die Exposition bezogen werden; sie sind im Kontext der Fragestellung nebenrangig. Gleiches ... gilt für die Frage nach einem Krankenhausaufenthalt...“. Im Hinblick auf die Angaben zur Medikamenteneinnahme wurde darauf hingewiesen, dass diese „Hinweise über akute, also auf den Expositionszeitraum bezogene Informationen geben (kann), sofern nicht eine chronische Erkrankung den Anlass für eine Medikamenteneinnahme begründet...“:

Dennoch wurde empfohlen, dass diese Bereiche geschichtet nach Alter (und Geschlecht) und explorativ auch nach Expositionsmerkmalen ausgewertet werden. „Sofern externe, alters- und geschlechtsbezogene Referenzdaten für diese Items vorliegen, wäre eine grobe relative Einschätzung des Gesamtgesundheitszustandes der hier untersuchten Stichprobe möglich. Ohne externe Referenzdaten ist keine Bewertung möglich“ (30).

## **Arztdiagnosen jemals – in Abhängigkeit vom Alter der untersuchten Kinder und Jugendlichen**

In einem ersten Schritt wurden zunächst die Angaben zu Arztdiagnosen jemals bei allen Kindern ausgewertet. Aus Plausibilitätsüberlegungen war zu erwarten, dass die Diagnosehäufigkeit (über das ganze Leben) mit zunehmendem Alter der Kinder steigt. Die Betrachtung der Daten zeigte jedoch, dass die Eltern (oder zumindest ein großer Teil davon) diese Frage offenbar nicht als Frage zu Diagnosen über die ganze Lebenszeit sondern eher als Frage zu Diagnosen während der letzten Jahre verstanden hatten. So ist zu erklären, dass die Häufigkeit der typischen Diagnosen bei Kleinkindern wie spastische/obstruktive Bronchitis, Pseudokrapp, Mittelohrentzündung in höheren Altersgruppen signifikant seltener angegeben wurde und dass vergleichbare Tendenzen – wenn auch nicht signifikant – bei infektiös bedingter Bronchitis, Lungenentzündung, Milchschorf erhalten wurden. Demgegenüber wurden Diagnosen wie Asthma, Allergie und Heuschnupfen signifikant häufiger in den höheren Altersgruppen angegeben, was auch der Zunahme dieser Erkrankungen mit dem Alter entspricht. Schilddrüsenerkrankungen, Stoffwechselstörungen, Leber- und Gallenerkrankungen oder neurologische Krankheiten wurden nur sehr selten genannt – auch dies entspricht allgemeiner kinderärztlicher Erfahrung.

Mit zunehmendem Alter der Kinder hatte eine steigende Zahl der Kinder bereits einen Krankenhausaufenthalt hinter sich, ein plausibles Ergebnis. Solche, oft für die Familie sehr eingreifenden Erlebnisse werden offenbar über das ganze Leben der Kinder gut erinnert. Am häufigsten wurden Krankenhausaufenthalte wegen Operationen oder Unfällen/Verletzungen angegeben: HNO-Operationen (n=24), Leistenhernie, Hodenhochstand oder Phimose (n=24), Blinddarm, Nabelbruch, Pylorusstenose oder Fehlbildung des Darmes (n= 12), Augenoperation (z.B. Schieloperation n=3), Unfall, Fraktur oder Gehirnerschütterung (n= 11). An zweiter Stelle wurden Infektionen genannt: Lungenentzündung/Bronchitis (n=20), Fieber (n=9) und Fieberkrampf (n=7), Magen-Darm-Infektion (n=8), Infektionen der ableitenden Harnwege (n=4), Gelbsucht (n=3), Blutvergiftung und Hirnhautentzündung (je n=2). Weitere Diagnosen wurden jeweils 1 bis 2 mal genannt: Epilepsie, Ventilrevision, Kopfschmerzen, Malaria, Vergiftung, Anämie, Thrombopenie etc. Krankenhausaufenthalte wegen Asthma (n=1) und Allergien (n=4) wurden eher selten angegeben; daraus kann geschlossen werden, dass diese Erkrankungen bei den hier untersuchten Kindern nicht extrem schwer auftraten.

Eine Medikamenteneinnahme wurde bei älteren Kindern seltener angegeben. Die genauere Betrachtung der angegebenen Medikamente zeigte, dass die am häufigsten angegebenen Medikamente D-Fluoretten (resp. Kombinationspräparate mit Jodid) (n= 48), Mittel gegen Asthma, Bronchitis und Allergien (n= 47), Hautpflegemittel, Salben und Cremes (n= 21), Antibiotika (n=8) waren, weitere Stoffgruppen wie Antikonvulsiva, Kopfschmerzmittel, verdauungsfördernde oder –regulierende Mittel wurden jeweils weniger als 5x genannt. Diese Angaben sind mit den Angaben zu den Arztdiagnosen gut kompatibel.

## **Symptome und Beschwerden in den letzten 12 Monaten – in Abhängigkeit vom Alter der untersuchten Kinder und Jugendlichen**

Die Fragen zu weiteren Symptomen, die die Eltern selbst bei ihren Kindern beobachten können, bezogen sich – wie im NORDIG-Fragebogen auch - auf die letzten 12 Monate. Somit lässt sich hier im späteren leichter ein Bezug zur Exposition in den ehemaligen US-Housing herstellen, zumal mehr als 90 % der Kinder zum Zeitpunkt der Befragung bereits mehr als 1 Jahr in den neuen Wohnungen gelebt haben (2,9 % weniger als 6 Monate)<sup>x</sup>.

Bei den Elternbeobachtungen in den letzten 12 Monaten ergaben sich bei den Haut- und Schleimhautsymptomen und pfeifenden Atemgeräuschen keine Hinweise auf vermehrte Symptome mit zunehmendem Alter der Kinder. In Übereinstimmung mit kinderärztlicher Erfahrung wurden

---

<sup>x</sup> Da eine eingehende Analyse dieser Frage keine Hinweise auf einen Einfluss der Wohndauer erbracht hatte, wurde im weiteren mit allen Kindern der jeweiligen Altersgruppen gerechnet.

jedoch trockener Reizhusten und gehäufte Infektionserkrankungen eher bei kleineren Kindern beobachtet (teilweise signifikant). Auch bei den Angaben zu Erbrechen und Durchfällen wurde eine geringe Abnahme mit zunehmendem Alter beschrieben, während vermehrte Übelkeit am häufigsten bei den 6-12-Jährigen angegeben und Konzentrationsstörungen auch ab dieser Altersklasse deutlich häufiger genannt wurden. In Übereinstimmung mit der bei steigendem Alter häufiger durch Ärzte gestellten Diagnose Allergie wurden auch Pollen, Hausstaub und Tierkontakte bei älteren Kindern häufiger als Auslöser von Beschwerden beschrieben.

### **Arzt-Diagnosen jemals, Beschwerden und Symptome in den letzten 12 Monaten – in Abhängigkeit vom Geschlecht der Kinder**

Bei der Auswertung der Diagnosen nach Geschlecht zeigte sich die in vielen Studien immer wieder festgestellte Tatsache, dass Jungen ein höheres Risiko für Allergien und bronchiale Erkrankungen (z.B. spastische Bronchitis, Lungenentzündungen, Pseudokrupp, Asthma) haben. Hier sahen wir teilweise signifikante Risikoerhöhungen bei den Jungen. Bei den übrigen Diagnosen und der Angabe zu Medikamenteneinnahme ergaben sich kaum Geschlechtsunterschiede; allerdings hatten Jungen auch häufiger einen Krankenhausaufenthalt in der Anamnese (u.a. Unfälle, Operationen). Bei den Angaben zu Symptomen und Beschwerden in den letzten 12 Monaten wurden keine signifikanten Geschlechtsunterschiede gefunden. Auch waren Jungen und Mädchen etwa gleich häufig vertreten. Deswegen, und in Übereinstimmung mit den Vergleich herangezogenen Untersuchungen (s.u.) wurden bei den nachfolgenden Auswertungen Jungen und Mädchen nicht gesondert betrachtet.

### **Auftreten neuer Symptome bei Kindern und Jugendlichen nach Einzug in die Wohnung**

Eine der ersten Fragen im Fragebogen lautete „Haben Sie seitdem das Kind in der neuen Wohnung lebt, Besonderheiten, Symptome beobachtet, und wenn ja welche?“.<sup>1</sup> Die Eltern von 398 Kindern bejahten Frage nach Besonderheiten und Symptomen nach Einzug in die neue Wohnung und bei 246 Kindern und Jugendlichen wurde diese Frage verneint. Ein signifikanter Altersunterschied bestand nicht zwischen beiden Gruppen (vermehrt Symptome 6,7±4,0 Jahre, 0,3-17,8 Jahre; ohne vermehrte Symptome 6,3±3,9 Jahre, 0,3-16,2 Jahre; n.s.)

Die am häufigsten genannten Symptome waren (Mehrfachnennungen waren möglich): Symptome der Haut wie trockene Haut, Juckreiz, Ekzem, Neurodermitis 126 Nennungen; Symptome der Bronchien und Lunge wie zB Bronchitis, Husten, Atembeschwerden, Asthma 114 Nennungen. Über Kopfschmerzen wurde bei 78 Kindern, über Symptome der Nase (verstopfte Nase, juckende Nase, Schnupfen) bei 77 Kindern, über Fieber und häufige Erkältungen bei 64 Kindern berichtet. Vermehrt Bauchschmerzen wurde bei 33 Kindern angegeben; Aggressivität, Hyperaktivität und Konzentrationsschwierigkeiten bei 27 und Augensymptome (tränenende Augen, Konjunktivitis) bei 25 Kindern. Allergien sowie Durchfall, Erbrechen und Übelkeit wurde bei 24 Kinder angegeben, über Appetitlosigkeit wurde bei 20 Kindern und über Halsschmerzen bei 18 Kindern geklagt. Schlafstörungen wurden bei 18 Kindern genannt.

Eltern, die nach dem Einzug vermehrt Symptome bei ihren Kindern beobachtet und angegeben hatten, hatten auch signifikant häufiger Arzt Diagnosen und Symptome in den letzten 12 Monaten angekreuzt als Eltern von Kindern ohne vermehrte Symptome nach Einzug in die neue Wohnung.

---

<sup>1</sup> Hierzu wurde im Auswertungsleitfaden festgestellt: „Damit kann die Häufigkeit des Auftretens neuer (unspezifischer) Symptome im Zusammenhang mit der Schichtung nach Expositionsindikatoren/-klassen und geschichtet nach HBM-Werten ausgewertet werden. Die spezifische Frage nach Art der Symptome „und wenn ja welche?“ ist als Stringvariable aufgenommen worden, ... (diese) sind ... nicht direkt auswertbar. Sofern die Ärzte/innen, die die Interviews durchgeführt haben, ein einheitliches Schema der Dokumentation angewandt haben, könnte der Inhalt diese wichtigen Variablen ggf. im Rahmen einer Reanalyse des Feldinhalts auf Symptome bzw. Symptomgruppen recodiert werden...“ (30). Da die Fragebögen von den Eltern selbst ausgefüllt wurden, war nicht von einer Einheitlichkeit auszugehen, weshalb in unserer Auswertung auf die Recodierungen verzichtet wurde.

Um Hinweise auf Zusammenhänge mit der Belastung in Kleber oder Hausstaub oder der inneren Belastung der Kinder zu untersuchen, wurden zwei Wege beschritten:

- Zum einen wurden die absoluten Belastungsdaten (äußere und innere Belastung) der Kinder mit und ohne vermehrte Symptome verglichen (Tab. 11 S. 30).
- zum anderen wurde überprüft, inwiefern die Kinder mit vermehrten Symptomen eher in den höheren Belastungsgruppen (äußere oder innere Belastung) zu finden waren (Anhang S. 17-18).

Insgesamt war die äußere oder innere Belastung der Kinder mit vermehrten Symptomen im Vergleich mit den Kindern ohne vermehrte Symptome nach dem Einzug in die neue Wohnung nicht unterschiedlich. D.h. es ergab sich kein Hinweis, dass die Symptome durch eine höhere Schadstoffbelastung in der Wohnung, d.h. durch die gemessenen Chemikalien verursacht waren.

Für die angegebenen vermehrten Beschwerden der Kinder könnten gleichwohl mehrere Ursachen in Frage kommen:

- Die Auswirkung weiterer, unbekannter und daher nicht erfasster Einflussgrößen ist nicht auszuschließen.
- Unabhängig von der chemischen Belastung vorhandene Beschwerden könnten – entsprechend einem Kausalitätsbedürfnis der Eltern - auf die vermeintliche Belastung in der neuen Wohnung zurückgeführt worden sein (obwohl jetzt bei allen statistischen Testverfahren kein Anhalt für einen Zusammenhang mit der chemischen Belastung gefunden werden konnte).
- Es ist aber auch nicht auszuschließen, dass angesichts der Medienberichte und der Diskussionen um Belastungen in den ehemaligen US-housing Ängste, Sorgen und Befürchtungen entstanden sind, die dann tatsächlich zu vermehrten Symptomen bei den Kindern geführt haben, d.h. die Kinder „krank gemacht“ haben.

### **Symptome und Diagnosen bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen – Vergleich mit anderen Untersuchungen im Raum Frankfurt und Süd-Hessen**

Vor dem Hintergrund der auf S. 11 dargelegten methodischen Fragen ergab sich insgesamt eine vergleichsweise hohe Übereinstimmung zwischen den einzelnen Untersuchungen. Bei den Fragen nach Arzt Diagnosen zu Erkrankungen der Atemwege fiel auf, dass bei den zum Vergleich herangezogenen Kontrollgruppen deutlich höhere Zahlen angegeben wurden; dies mag darauf zurückzuführen sein, dass dort die Eltern intensiver auf die Frage Diagnosen jemals hingewiesen worden waren. Demgegenüber waren die Elternbeobachtungen zu Haut- und Schleimhautsymptomen und zu beschwerdeauslösenden Stoffen (Nahrungsmittel, Tierkontakte) in allen Gruppen sehr ähnlich. Die Fragen zu pfeifenden Atemgeräuschen, trockenem Reizhusten oder gehäuften Infektionserkrankungen wurden in den anderen Untersuchungen nicht vergleichbar ausgewertet, sodass eine direkte Gegenüberstellung der Ergebnisse aus methodischen Gründen nicht sinnvoll erschien.

Insgesamt ließ aber der Vergleich der angegebenen Daten im Rahmen einer „groben, relativen Einschätzung“ (30) keinen Hinweis darauf erkennen, dass sich der Gesundheitszustand der untersuchten Kinder aus den ehemaligen US-Housing systematisch von dem anderer Kinder unterscheidet, die wenige Jahre zuvor in Frankfurt oder in Südhessen untersucht wurden.

#### **Vor diesem Hintergrund lautet die Antwort auf die erste Frage:**

Obwohl die Untersuchung der Kinder aus den ehemaligen US-Housing anlassbezogen war und ein Selektionsbias durch Selbstrekrutierung vorab nicht ausgeschlossen werden konnte, wurden keine Hinweise auf vermehrte Erkrankungen und Symptome bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen aus den ehemaligen US-Housing in Frankfurt gefunden – im Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen aus Frankfurt und Südhessen (unter den gegebenen methodischen Bedingungen).

## **Frage des Zusammenhangs der äußeren oder inneren Schadstoffbelastung auf Art und Häufigkeit der Arzt Diagnosen jemals und der in den letzten 12 Monaten von den Eltern beobachteten Symptome und Beschwerden**

Zur Überprüfung der Zusammenhangsfragen wurden Diagnosen, Symptome und Beschwerden geschichtet nach Belastungsklassen der äußeren (Schadstoffe im Parkettkleber bzw. im Hausstaub) und der inneren (Schadstoffe im Blut oder Metaboliten im Urin) Exposition explorativ ausgewertet. Die statistischen Zusammenhanganalysen wurden mit nichtparametrischen Testverfahren (Odds-Ratios) und mit Spearman-Rang-Korrelationen durchgeführt. Zu den Interpretationsmöglichkeiten und -grenzen dieser Ergebnisse sei nochmals auf die Ausführungen im Methodenteil verwiesen, ebenso wie auf die Problematik und die Bedeutung des multiplen Testens (S. 12, 13).

Was die externe Belastung angeht, so gibt die Übersicht der Odds-Ratios bei den „Arzt-Diagnosen jemals“ (S. 41, 43) am ehesten Hinweise auf mögliche Zusammenhänge zu Atemwegserkrankungen (Asthma, spastische Bronchitis oder Mandelentzündung), während Allergien und Hauterkrankungen sowie weitere Erkrankungen in der Tendenz eher negative Zusammenhänge erkennen lassen. Dies zeigt sich auch in den Korrelationsanalysen – mit Ausnahme signifikant positiver Korrelationen zwischen der Diagnose Schuppenflechte und dem Chlorpyrifosgehalt im Hausstaub. Wie bereits im Auswertungsleitfaden betont, war hier allerdings nicht nach einem zeitlichen Zusammenhang gefragt worden, sodass diese Odds-Ratios und Korrelationen sehr schwierig zu interpretieren sind.

Wichtiger erscheint demgegenüber die Auswertung und der Vergleich der äußeren Exposition mit den Beschwerden und Symptomen in den letzten 12 Monaten. Angesichts der zahlreichen Tests (des multiplen Testens) muss mit 5 % „falsch signifikanter“ Ergebnisse gerechnet werden. Vor diesem Hintergrund wurden die Ergebnisse zunächst auf Konsistenz geprüft: Unter der Annahme, dass gerade kleine Kinder unter 6 Jahren häufiger und intensiver am Boden spielen und einer Hausstaubbelastung direkter und intensiver ausgesetzt sind, kann erwartet werden, dass bei tatsächlich kausalen Zusammenhängen bei Kleinkindern im Vergleich zur Gesamtgruppe höhere Odds-Ratios und engere Korrelationen gefunden werden. Dies war aber bei den untersuchten Staubbelastrungen von wenigen Ausnahmen abgesehen (Odds-Ratios: Chlorpyrifos und Juckreiz an Lippen oder Gaumen sowie trockener Reizhusten bei körperlicher Anstrengung) nicht der Fall.

Bei der Noxe Passivrauchen zeigten sich Zusammenhänge: Kleine Kinder, die sich mehr zu Hause aufhalten als größere Schulkinder sind dem Passivrauchen in der Wohnumgebung intensiver ausgesetzt als alle Kinder. Bei den Kindern unter 6 Jahren waren 14 von 19 Odds-Ratios in den Symptomgruppen Haut- und Schleimhautsymptome und bronchiale Symptome größer als 2, alleine 7 davon signifikant! Bei den Korrelationstest waren 12 dieser 19 abgefragten Symptome hochsignifikant positiv mit der Passivrauchbelastung assoziiert. Diese Beobachtungen sind plausibel und stimmen auch mit zahlreichen Befunden aus der Literatur zu gesundheitsschädlichen Effekten des Passivrauchens insbesondere auf kleine Kinder überein (32). Zunächst erstaunlich und nicht so einfach plausibel waren darüberhinaus das 8 fache (sign.) erhöhte Risiko für vermehrte Übelkeit bei Kindern unter 6 Jahren, in deren Wohnumgebung regelmäßig geraucht wird; auch wurde dieser Befund durch einen hochsignifikanten Korrelationstest ( $p < 0,01$ ) unterstützt.

In der Gesamtschau lässt sich somit feststellen: Passivrauchen ist die externe Exposition in den Wohnungen, die am ehesten mit den von den Eltern beobachteten Beschwerden und Symptomen bei ihren Kindern assoziiert ist, insbesondere solche der Haut und der Schleimhäute (Nase/Rachen, Bronchien). Demgegenüber sind die Befunde im Hinblick auf spezifische Staubbelastrungen weit weniger eindeutig, insbesondere sind die Assoziationen nicht – wie zu erwarten – bei Kindern unter 6 Jahren enger als in der Gesamtgruppe aller Kinder.

Bei der Frage des Einflusses der inneren Schadstoffbelastung auf Art und Häufigkeit der Arzt Diagnosen zeigt der Überblick über die einzelnen Metaboliten-Gruppen im Urin und auch die Gesamtbetrachtung der verschiedenen Metaboliten als Summenparameter mindestens etwa gleich viele Odds-Ratios unter 1 wie solche über 1; 4x sind Odds-Ratios signifikant negativ, 3 x signifikant

positiv (OR > 13 für Keuchhusten bei hohen Pyrethroidmetaboliten-Konzentrationen im Urin). Vergleichbar ist die Situation bei den Korrelationstests.

Was die spezifischen Belastungen im Blut und Arzt Diagnosen anbelangt, so wurden bei PCBs (nicht signifikante) Odds-Ratios von mehr als 4 bei Milchschorf und Ekzem/Neurodermitis gefunden, z.T. durch signifikante Korrelationstests bestätigt. Dies kann ein Effekt des Alters sein (insbesondere gestillte jüngere Kinder haben höhere PCB-Blutkonzentrationen als ältere und bei jüngeren Kindern wurden diese Diagnosen häufiger angegeben als bei älteren, aber auch ein Sekundäreffekt ärztlicher Stillempfehlung: Müttern von Kindern mit Hautproblemen wird unbedingt (langes) Stillen empfohlen. Gestillte Kinder haben höhere PCB-Gehalte im Blut als nicht gestillte (27). Damit könnte der gefundene Zusammenhang mit der inneren PCB-Belastung eine indirekte Folge der Hautprobleme sein. Die signifikant negative Korrelation zwischen PCB und Allergien kann gleichermaßen erklärt werden: Allergien wurden eher bei älteren Kindern (die üblicherweise niedrigere PCB-Gehalte im Blut aufweisen) gefunden; andererseits könnte durch das Stillen (mit demzufolge vergleichsweise hohen inneren PCB-Gehalten) eine Allergiemanifestation vermieden oder verzögert worden sein.

Bei DDE im Blut wurden bei den meisten Diagnosen Odds-Ratios unter 1 bzw. negative Korrelationstests gefunden. Demgegenüber ergaben sich bei PCP im Blut häufiger positive Korrelationen und Odds-Ratios über 1; Kinder mit PCP-Werten im obersten Quartil hatten ein 8fach höheres Risiko, an Neurodermitis oder Ekzem erkrankt zu sein als Kinder mit niedrigeren PCP-Gehalten im Blut; die Diagnosen Nasen/Rachenpolypen und Milchschorf waren signifikant positiv mit dem PCP-Gehalt im Blut korreliert. Aber hier – wie auch bei den äußeren Belastungen – sind die Interpretationen schwierig, da sich die Fragen nicht auf die Zeit der Exposition beschränkten.

Was die von den Eltern in den letzten 12 Monaten beobachteten Symptome anbelangt, so wurden nur bei 1-Hydroxypyren höhere und positive Odds-Ratios bei Kindern unter 6 Jahren im Vergleich mit der Gesamtgruppe gefunden, insbesondere bei den pfeifenden Atemgeräuschen. In Übereinstimmung damit wurden hier auch hochsignifikant positive Korrelationen beobachtet. Bei den anderen Metaboliten überwogen die negativen Odds-Ratios (und Korrelationen), die oft Signifikanzniveau erreichten – allerdings nur in der Gesamtgruppe aller untersuchten Kinder und Jugendlichen, praktisch nicht mehr bei der kleineren Gruppe der Kinder unter 6 Jahren. Die Blutwerte wiesen bei allen gemessenen Parametern häufiger Odds-Ratios unter 1 und häufiger negative Korrelationen zu den beobachteten Symptomen auf als positive; nur eine Odds-Ratio war signifikant positiv: Kinder mit höheren PCP-Gehalten im Blut hatten ein mehr als 8fach höheres Risiko für „tränennde Augen“ als Kinder mit niedrigeren PCP-Blutbelastungen.

Als weitere Prüfung auf Plausibilität resp. Konsistenz für einen möglichen kausalen Zusammenhang wurde getestet, ob gleichgerichtete Zusammenhänge zwischen bestimmten externen und internen Schadstoffexpositionen vorliegen, z.B. vergleichbare Odds-Ratios oder Korrelationstests bei DDT im Hausstaub und DDE im Blut oder bei BaP im Hausstaub und 1-Hydroxypyren im Urin. Dies könnte dann als Hinweis für eine spezifische oder kausale Assoziation genommen werden.

#### DDT im Hausstaub und DDE im Blut (Anhang S. 151)

Es waren eine erhöhte Odds-Ratio sowie signifikant positive Korrelationstests zwischen DDT im Hausstaub und spastische/obstruktive Bronchitis gefunden worden; die Odds-Ratio zu DDE im Blut hingegen war kleiner 1. Auch die Risikoerhöhung (OR > 2 und sign. Korrelationstests) für trockenen Reizhusten ohne Erkältung und besonders nachts bei höheren DDT-Belastungen im Hausstaub, konnte im Hinblick auf die innere DDE-Belastung nicht bestätigt werden (OR unter 1 und negative Korrelationstests). Insofern ergaben sich hieraus keine Hinweise auf kausale Assoziationen zwischen DDT im Hausstaub und den genannten Erkrankungen und Symptomen.

### Chlorpyrifos im Hausstaub und Organophosphatmetabolite im Urin (Anhang S. 149-150)

In der Gesamtgruppe aller Kinder wurde ein mehr als 5-fach erhöhtes (signifikantes) Risiko für Asthma festgestellt, wenn im Hausstaub mehr als 1 mg Chlorpyrifos/kg enthalten war. Die Risikoerhöhung war bei entsprechend exponierten Kindern unter 6 Jahren alleine noch größer, was als Hinweis für eine Kausalität des Zusammenhangs sprechen könnte. Bei Betrachtung der Organophosphatmetabolite im Urin und Asthma wurden jedoch Odds-Ratios unter 1 festgestellt, d.h. ein positiver Zusammenhang konnte nicht gesehen werden. Da bei den Organophosphatmetaboliten im Urin in aller Regel die Methylmetabolite in wesentlich höheren Konzentrationen vorliegen als die Ethylmetabolite, aber Chlorpyrifos nur zu Ethylmetaboliten verstoffwechselt werden kann, wurden die Odds-Ratios und Korrelationen nochmals zwischen Ethylmetaboliten und Asthma berechnet: hier zeigten sich negative Korrelationen und Odds-Ratios unter 1 (alle: OR 0,643 (95CI: 0,209-1,972) Korrelation: -0,063; Kinder unter 6 Jahren OR 0,706 (95CI: 0,152-3,277) Korrelation: -0,040). Daher war keine konsistente Übereinstimmung des Effekts der äußeren und der inneren Exposition erkennbar. Der oben genannte Zusammenhang bleibt gleichwohl erklärungsbedürftig.

In der Gesamtgruppe der Kinder waren verschiedene Symptome der Haut und der Schleimhäute (Augen, Nase, Bronchien) signifikant erhöht bei Exposition gegenüber > 1 mg Chlorpyrifos/kg Hausstaub. Bei Betrachtung der Organophosphatmetaboliten im Urin wurden hier jedoch durchweg Odds-Ratios unter 1 (d.h. „erniedrigte Risiken“) erhalten, teilweise signifikant. Somit konnten bei dem o.g. Kriterium der Übereinstimmung zwischen äußerer und innerer Exposition - hier ebenfalls keine Hinweise auf einen kausalen Zusammenhang zwischen Chlorpyrifos im Hausstaub und Haut- und Schleimhautsymptomen erhalten werden.

Eine Beobachtung erscheint jedoch interessant und sollte u.E. weiter verfolgt werden: Bei der Angabe: „Lösen Nahrungsmittel bei Ihrem Kind Beschwerden aus?“ wurden sowohl bei Testung mit Chlorpyrifos im Hausstaub als auch bei Testung mit Organophosphatmetaboliten im Urin hohe (teilweise signifikante) Odds-Ratios gefunden. Organophosphate werden in der Landwirtschaft eingesetzt, und wir hatten in einer Kasuistik bei einer Familie aus den ehemaligen US-Housing Hinweise darauf erhalten, dass intensiver Genuß von Obst aus konventionellem Anbau zu einer höheren inneren Organophosphatmetabolitenkonzentration führen kann als Konsum von Obst aus alternativem Anbau (22). Offenbar können Organophosphate durch entsprechend behandeltes Obst aufgenommen werden. In der allergologischen Sprechstunde berichten Patienten – auch nach Ausschluß einer spezifischen Obst-Allergie durch entsprechende Anamnesen oder Allergietests - öfter darüber, „gespritztes Obst“ nicht zu vertragen, wohl aber solches aus alternativem Anbau. Möglicherweise verbirgt sich eine unspezifische Unverträglichkeit bzw. „Pseudoallergie“ gegen Organophosphat(metabolite) hinter den von uns erhaltenen positiven Befunden auf die Frage nach unpezifischen Beschwerden (es war nicht explizit nach Allergien gefragt). Diese Hypothese könnte durch weitere Untersuchungen überprüft werden.

### BaP im Hausstaub, 1-Hydroxypyren im Urin und Passivrauchen (Anhang S. 147-148)

In der Gesamtgruppe aller Kinder aber auch in der Gruppe der Kinder unter 6 Jahren wurden ein mehr als 3-4fach erhöhtes Risiko für Asthma bei BaP-Gehalten im Hausstaub über 1 mg/kg gefunden. Dies konnte bei Betrachtung von 1-Hydroxypyren im Urin nicht bestätigt werden, hier wurden sogar negative Korrelationen mit der Diagnose Asthma erhalten. Auch weitere – insbesondere bei Kindern unter 6 Jahren gefundene erhöhte Odds-Ratios zwischen BaP im Hausstaub und Keuchhusten, Mandelentzündung sowie Nasennebenhöhlenentzündung ließen sich bei Betrachtung der inneren PAK-Belastung nicht bestätigen. Was die Symptome und Beschwerden der Kinder unter 6 Jahren angeht, so hatten Kinder mit höherer 1-Hydroxypyrenkonzentration im Urin ein höheres Risiko für pfeifende Atemgeräusche, wohingegen Kinder, in deren Wohnung mehr als 1 mg BaP/kg Hausstaub gemessen wurde, seltener diese Symptome aufwiesen. Insgesamt fällt auf, dass Odds-Ratios und Korrelationen zwischen BaP im Hausstaub und 1-Hydroxypyren im Urin kaum übereinstimmen.

Demgegenüber fällt eine gute Übereinstimmung sowohl bei Odds-Ratios als auch bei Korrelationen zwischen der inneren PAK-Exposition und der Passivrauchbelastung der Kinder auf – insbesondere bei Symptomen der Atemwege. In einer anderen Untersuchung wurde eine signifikante Korrelation zwischen 1-Hydroxypyren und Cotinin im Urin, einem Abbauprodukt von Nikotin, gesehen (19).

In der Gesamtbetrachtung der inneren Belastungen läßt sich somit feststellen, dass hier in der überwiegenden Mehrzahl der Tests eher negative Assoziationen zu den erfragten Diagnosen und Symptomen erhalten wurden ( Ausnahmen wie z.B. OR > 13 Keuchhusten und Pyrethroidmetabolite, OR > 8 Ekzem/Neurodermitis sowie tränende Augen und PCP). Darüber hinaus waren die gefundenen Assoziationen zwischen äußerer und innerer Exposition und den Diagnosen und Symptomen oft nicht gleichgerichtet. Nur bei Betrachtung der inneren PAK-Belastung, d.h. der 1-Hydroxypyrenkonzentration im Urin, ließen sich gute Übereinstimmungen zur äußeren Exposition erkennen, zwar nicht zu der BaP-Konzentration im Hausstaub sondern zu der von den Eltern angegebenen Passivrauchbelastung in der Wohnung, insbesondere bei der „Risikogruppe“ der Kinder unter 6 Jahren. D.h. Passivrauchen ist die externe Exposition, die nicht nur am ehesten mit den von Eltern beobachteten Beschwerden und Symptomen assoziiert ist, sondern auch mit der gefundenen inneren spezifischen Belastung.

**Vor diesem Hintergrund lautet die Antwort auf die zweite Frage:**

Es wurden keine Hinweise gesehen, die eine gesicherte Zusammenhangstruktur zwischen äußerer Exposition, innerer Exposition (incl. Metaboliten im Urin) und den genannten Symptomen der Kinder und Jugendlichen unterstützen. Hinweisen auf Zusammenhänge zwischen der äußeren Exposition und Effekten sollte in größeren epidemiologischen Studien gezielt nachgegangen werden. Anlassbezogene Untersuchungen wie die hier vorgestellte, können dies nicht leisten.

Demgegenüber zeigten sich deutliche Zusammenhänge zwischen der von den Eltern angegebenen Passivrauchbelastung in der Wohnung, der 1-Hydroxypyrenkonzentration im Urin und verschiedenen Symptomen der Schleimhäute und Bronchien der Kinder: Kinder, die Passivrauch in der Wohnung ausgesetzt waren, hatten ein mehr als 2-3fach höheres Risiko für tränende Augen, pfeifende Atemgeräusche und trockener Reizhusten – bis hin zu 8fach höherem Risiko für vermehrte Übelkeit - als Kinder ohne Passivrauchexposition in der Wohnung.

## Literatur:

1. Heudorf U, Angerer J: Humanbiomonitoring auf PAK-Metabolite von Kindern aus Wohnungen mit PAK-haltigem Kleber. *Umweltmed Forsch Prax* (1998) 3: 266-274.
2. Heudorf U, Angerer J: Humanbiomonitoring auf PAK-Metabolite von Kindern aus Wohnungen mit PAK-haltigem Kleber. Ergänzende Mitteilung. *Umweltmed Forsch Prax* (1999) 4: 97-100.
3. Stadtgesundheitsamt Frankfurt/M: Niederschrift des Expertengesprächs zur Schadstoffbelastung in den ehemaligen US-Housing am 05.02.1998 in Frankfurt am Main. Frankfurt, im Februar 1998.
4. Umweltbundesamt: Belastungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettböden. Pressinformation vom 27. März 1998. Berlin (1998)
5. Umweltbundesamt: Belastungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettböden. Pressinformation vom 29. April 1998. Berlin (1998)
6. Stadtgesundheitsamt Frankfurt/M: Umweltmedizinische Sprechstunde für Bewohner der ehemaligen US-Housing in Frankfurt am Main. Ergebnisse der Blut- und Urinuntersuchungen auf PAK, PCB und Pestizide oder deren Stoffwechselprodukte. Frankfurt, im Oktober 1999.
7. Bauministerkonferenz: Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise). Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt-Mitteilungen 4/2000).
8. Dieckow P, Ullrich D, Seifert B. Vorkommen von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettfußböden. Umweltbundesamt. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, WaBoLu Heft 2/99; Berlin 1999
9. Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg und Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg: Untersuchungen zur PAK-Belastung in Wohnungen mit teerhaltigen Parkettklebern. Sozialministerium Baden-Württemberg und Stadt Heilbronn (Hrsg), 1999
10. Heudorf U: Umgang mit Pestizidbelastungen im Hausstaub – am Beispiel der ehemaligen US-Wohnungen in Frankfurt/M. *Das Gesundheitswesen* (1999) 61: A 9-A10.
11. ARGEBAU: Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie) vom 14.09.1994. Mitteilungen DIBt (1995) 2: 50-60.
12. Heudorf U: Innenraumbelastungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen durch PAK-haltige Parkettkleber. Sachstandsbericht zur Bewertung und zum Umgang mit dieser neuen Altlast im Innenraum. *Das Gesundheitswesen* (1999) 61: 567-572.
13. Heudorf U, Moriske HJ: Spezielle Fragen der Innenraumlufthygiene. Auftreten von PAK-Belastungen in Wohnungen mit Parkettböden. In: Moriske H-J (Hrsg.): *Handbuch der Bioklimatologie und Lufthygiene*, 1. Ergänzungslieferung 4/1999, sowie ergänzende Mitteilung, Dezember 2000
14. Heudorf U: PAK, PCB und Pestizide im Hausstaub. Welche Gesundheitsgefahren drohen den Bewohnern, besonders den auf dem Boden spielenden Kindern? *Pädiat Prax* (1999) 56: 755-768.
15. Heudorf U, Angerer J: Humanbiomonitoring auf PAK-Metaboliten im Urin von Kindern aus Wohnungen mit PAK-haltigem Parkettkleber – Ergebnisse aus der umweltmedizinischen Sprechstunde des Frankfurter Gesundheitsamtes. *Umweltmed Forsch Prax* (2000) 5: 218-226.
16. Heudorf U, Schubert W: Innenraumbelastung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) durch PAK-haltige Parkettklebstoffe – Hinweise der Projektgruppe Schadstoffe der Bauministerkonferenz. *Umweltmed Forsch Prax* (2000) 5: 431-344.
17. Heudorf U, Angerer J: Internal exposure to PAHs of children and adults living in homes with parquet flooring containing high levels of PAHs in parquet glue. *Int Archives of Occupational and Environmental Medicine* (2001) 74: 91-101.

18. Heudorf U, Angerer J: Urinary monohydroxylated phenanthrenes and hydroxypyrene – the effects of smoking habits and changes induced by smoking on monooxygenase mediated metabolism. *Int Archives of Occupational and Environmental Medicine* (2001) 74: 177-183.
19. Heudorf U, Letzel S, Angerer J, Drexler H: Einfluss einer Passivrauchbelastung auf die Konzentration von PAK-Metaboliten im Urin von Kindern. *Umweltmed Forsch Prax* (2001) 6: 336-342.
20. Hardt J, Heudorf U, Angerer J: Zur Frage der Belastung der Allgemeinbevölkerung durch Pyrethroide. *Umweltmed Forsch Prax* (1999) 4: 54-55.
21. Heudorf U, Angerer J: Metabolites of pyrethroid insecticides in urine specimens: current exposure in an urban population in Germany. *Environmental Health Perspectives* (2001) 109: 213-217.
22. Heudorf U: Hohe Organophosphatmetabolitenkonzentrationen im Urin durch Verzehr großer Mengen Obst? Eine Kasuistik. *Umweltmed Forsch Prax* (2000) 5: 189-191.
23. Heudorf U, Angerer J: Metabolites of organophosphorous insecticides in urine specimens from inhabitants of a residential area. *Environmental Research* (2001) 86: 80-87.
24. Heudorf U, Letzel S, Peters M, Angerer J: PCP in the blood plasma: Current exposure of the population in Germany, based on data obtained in 1998. *Int J Hyg Environ Health* (2000) 203: 135-139.
25. Heudorf U: Hohe PCP -Blutspiegel durch PCP -belastete Lederkleidung. *DMW* (2000) 125: 766-768.
26. Heudorf U, Angerer J: Aktuelle PCB-Belastung einer Wohnbevölkerung in Deutschland 1998. *Umweltmed Forsch Prax* (2000) 5: 137-142.
27. Heudorf U, Angerer J: Polychlorinated biphenyls in the blood plasma of children and teenagers – the role of breastfeeding. *Dioxins and dioxin-like chemicals*, Friday, March 3<sup>rd</sup> 2000, Zürich. Poster – Tagungsband.
28. Angerer J, Schaller KH (Hrsg): *Analyses of hazardous substances in biological materials; methods for biological monitoring*. Loseblattsammlung; VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Deutschland
29. Stadtgesundheitsamt Frankfurt/M: *Gesundheitsfolgenuntersuchungen des Störfalls der Hoechst AG vom 22.02.1993 – Untersuchungen des NORDIG-Instituts*. Frankfurt, im August 2000.
30. Schumann M für die Arbeitsgruppe Epidemiologie (AgE): *Auswertungsleitfaden für die US-Housing Studie der Stadt Frankfurt am Main*. Hamburg, 1999.
31. Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes und des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden: *DDT in US-Housing*. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* (1999) 42: 88.
32. Heudorf U: *Passivrauchen und Erkrankungsrisiko bei Kindern – Ergebnisse epidemiologischer Untersuchungen*. *Internistische Praxis* (2001) 41: 679-689