

H. Ising¹ · H. Lange-Asschenfeldt² · G.-F. Lieber³ · H. Weinhold³ · M. Eilts⁴

¹Dir. u. Prof. im Umweltbundesamt, Berlin, a.D. · ²Bundesministerium für Gesundheit, Dienstsitz Berlin · ³Im Landkreis Osterode/Harz niedergelassener Kinderarzt · ⁴Osterode am Harz

Auswirkungen langfristiger Expositionen gegenüber Straßenverkehrsimmissionen auf die Entwicklung von Haut- und Atemwegserkrankungen bei Kindern

Zusammenfassung

Die Entstehung von Allergien kann durch adjuvante Effekte – z. B. Immissionen aus dem Verkehrsbereich – gefördert werden. Zu solchen Immissionen zählen gas- und partikelförmige Schadstoffe wie Stickoxide und Dieselruß sowie Lärm, insbesondere in der Nacht. Während des Schlafs können Geräusche, die mit Gefahren assoziiert sind (z. B. Lkw-Geräusche) auch bei niedrigen Pegeln Stressreaktionen auslösen. Kortisolserhöhungen in der ersten Hälfte der Nacht scheinen dabei eine wichtige Rolle zu spielen. In einer „einfach-blind“ durchgeführten Befragungsstudie wurden langzeitige Auswirkungen einer Kombinationsbelastung aus verkehrsbedingten Luftverschmutzungen und Lärm auf das Risiko für allergische Haut- und Atemwegserkrankungen bei Kindern untersucht. Die ärztlichen Diagnosen von 400 Kindern im Alter von 5–12 Jahren, die innerhalb eines Monats einen der beiden teilnehmenden Kinderärzte aufsuchten, wurden zusammen mit Angaben der Eltern über die Verkehrsbelastung ihrer Wohnungen und über andere mögliche Einflussfaktoren ausgewertet. Multiple Regressionsanalysen ergaben für Asthma, chronische Bronchitis und Neurodermitis relative Risiken, die mit der Belastung signifikant anstiegen. Ein Vergleich mit der Literatur über entsprechende Wirkungen von Luftverschmutzung ergab, dass nächtlicher Verkehrslärm wahrscheinlich eine verstärkende (adjuvante) Wirkung bei der Entstehung der genannten Krankheiten hat.

Schlüsselwörter

Asthma · Bronchitis · Neurodermitis · Luftverschmutzung · Verkehrslärm

Die Kommission für Umweltfragen der Deutschen Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e.V. und das Robert Koch-Institut verabschiedeten im Rahmen des „Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit“ in Potsdam eine Erklärung zu Kinderumwelt und Gesundheit [1]. Darin wird zu Allergien (Asthma, Neurodermitis) festgestellt:

„Allergien nehmen zu. Betroffen sind mehr als 25% aller Kinder. Diese Zunahme beruht vermutlich auf dem so genannten westlichen, zivilisatorischen Lebensstil, wobei die Bedeutung der einzelnen verantwortlichen Faktoren noch nicht abschließend zu beurteilen ist.“

Luftverunreinigungen. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen widmete in seinem Sondergutachten dem Zusammenhang zwischen Luftverunreinigungen und Allergien ein besonderes Kapitel. Ein Mitglied dieses Gremiums schreibt dazu: „Allergien gehören zu den wenigen Erkrankungen, in deren Entstehung und Unterhaltung natürliche und anthropogene Umweltfaktoren als Ursache eindeutig erkannt sind. Darüber

hinaus können Stoffe und Stoffgemische, die per se nicht allergen sind (adjuvante Effekte), die Allergieentstehung fördern und zur Chronifizierung beitragen. Letztere werden für die starke Zunahme allergischer Erkrankungen mitverantwortlich gemacht. Bedeutsame anthropogene Umweltstoffe mit Adjuvanswirkung sind Reizgase (Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Ozon), partikelförmige Luftschadstoffe (insbesondere Dieselruß) und Passivrauchen... Unter den adjuvanten Luftschadstoffen sind die Immissionen aus dem Verkehrsbereich von besonderer Bedeutung [2].“ Über den Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung und Häufigkeit allergischer Erkrankungen von Kindern liegt eine umfangreiche Literatur vor. Ein positiver Zusammenhang wird beispielsweise in [3, 4, 5, 6] beschrieben. Künzli et al. [7] fassen den Erkenntnisstand wie folgt zusammen: „Basierend auf Forschungsergebnissen der letzten zehn bis 20 Jahre ist davon auszugehen, dass die heutige Luftverschmutzung Ursache gesundheitlicher Schäden ist... Rigorose Reanalysen bedeutender Studien... und neue umfassende Multizenteranalysen... konnten alternative Erklär-

© Springer-Verlag 2002

Dr. Hartmut Ising
Rheinstraße 69, 14612 Falkensee
E-Mail: hmising1@aol.com

H. Ising · H. Lange-Asschenfeldt
G.-F. Lieber · H. Weinhold · M. Eilts

Effects of long-term exposure to road traffic imissions on the pathogenesis of diseases of the skin and respiratory tract in children

Abstract

The pathogenesis of allergies can be stimulated by adjuvant effects, i.e. air pollutants such as NO_x and particles from diesel engines and also noise – the latter especially during the night. During sleep, noise signals that are associated with danger (e.g. noise from lorries) can potentially trigger stress reactions even if the noise level is low. Higher cortisol levels in the first half of the night seem to have an important role in this. In a blind interview study, the combined effects of chronic exposure to traffic-related air pollution and noise upon the risk of allergic skin and respiratory diseases in children were studied. All children between 5 and 12 years of age who had consulted one of two of the participating pediatricians were included in the study. The paediatricians' diagnoses for 400 children were analysed together with their parents' answers to questions on the density of road traffic in the streets where they live and several confounding factors. Multiple regression analyses revealed relative risks of asthma, chronic bronchitis and neurodermitis that rose significantly with increasingly heavy traffic. A comparison with corresponding results reported in the literature for air pollution alone showed that traffic noise during the night might have an enhancing (adjuvant) effect in the pathogenesis of these diseases.

Keywords

Asthma · Bronchitis · Neurodermatitis ·
Air pollution · Traffic noise

Originalien

rungsmodelle keineswegs erhärten, sondern haben vielmehr die Evidenz kausaler Beziehungen weiter erhöht.“ Für Kinder unter 15 Jahren beträgt nach Künzli et al. [7] das relative Risiko für Bronchitis bei Zunahme von Schwebstaub als Leitsubstanz pro 10 µg/m³ PM₁₀ OR=1,306 (95% CI 1,135–1,502).

Lärm. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen nahm in seinem Sondergutachten zu Umwelt und Gesundheit auch zu Belästigung und Gesundheitsbeeinträchtigung durch umweltbedingten Lärm Stellung [8]: „Bleibt eine hohe Belästigung über längere Zeit bestehen, ist diese Beanspruchung als negativer Stress (Disstress) einzustufen... Am Beginn der Stressreaktion stehen hormonelle Reaktionen, u. a. die Ausschüttung von Katecholaminen (Adrenalin u. Noradrenalin) und von Kortisol... Lärm wirkt als Stressfaktor und kann als solcher Erkrankungen begünstigen, die durch Stress mitverursacht werden.“ Das medizinische Stresskonzept geht auf Selye [9] zurück und wurde von Henry [10] zu einem psychophysiologischen Konzept erweitert, das mit dem von Ising [11] dargestellten Lärmstressmodell weitgehend korrespondiert. Sofern Lärm die einzige Belastung ist, sind Pegel über 90 dB(A) erforderlich, um bei wachen Personen die Adrenalin/Noradrenalin-Freisetzung zu erhöhen. Für Kortisolerhöhungen sind unter diesen Bedingungen noch höhere Pegel erforderlich. Im Schlaf führen dagegen Schallsignale mit wesentlich geringeren Pegeln zu deutlichen Kortisolerhöhungen. Zum Verständnis dieser Vorgänge schreibt Spreng [12]: „Der laterale Bereich des Kerngebietes des Mandelkerns (Amygdala) ist Teil des auditorischen Systems. Es existiert inzwischen eine Fülle von Befunden, die darauf hindeuten, dass das Kerngebiet der Amygdala als eine kritische Struktur im Gehirn zu bezeichnen ist, welche bei Furchterfahrungen und emotionalem Lernen eine bedeutsame Rolle spielt... Dieses als Furchtzentrum fungierende System zeichnet sich durch eine außergewöhnliche Lernfähigkeit aus, insbesondere hinsichtlich aversiver, also mit negativer Bewertung verbundener Schallreize... Aufgrund der mit dem Funktionsteil Amygdala schließbaren Kausalkette zwischen gesteigerter Erregung des auditorischen Systems und gesteigerter Aktivierung des Hypothala-

mus-Hypophysen-Nebennieren-Systems (HHN-Achse) als auch der Auslösung extrahypothalamischer hormoneller Wirkungen kann verdeutlicht werden, dass häufige Schallreize auch unterhalb der auralen Schädigungsgrenze (Lärmschwerhörigkeitsgrenze) und auch unterhalb der Aufwachschwelle gesundheitsrelevante Wirkungen haben können.“

Während des Schlafs können Geräusche, die mit Gefahren assoziiert sind (z. B. Lkw-Geräusche) auch bei niedrigen Pegeln Stressreaktionen – z. B. Kortisolerhöhung – auslösen. Aufgrund neuerer Untersuchungen wird die Möglichkeit diskutiert, dass Kortisolerhöhungen in der ersten Nachthälfte die Immunabwehr beeinträchtigen [13] und eine verstärkende (adjuvante) Wirkung für allergische Erkrankungen haben können. In Übereinstimmung hiermit konnten Stresshormonerhöhungen während des Schlafs bei geringen Lärmpegeln nachgewiesen werden. So untersuchten z. B. Evans et al. [14] durch Straßenverkehr relativ gering belastete Kinder (Außenpegel tags/nachts: L_{dn} >60 dB(A)) im Vergleich zu ruhig wohnenden Kindern (Außenpegel tags und nachts: L_{dn} <50 dB(A)) und fanden Erhöhungen von freiem Kortisol und einem Kortisolmetaboliten im Nachturin.

„Während des Schlafes können Lkw-Geräusche auch bei niedrigen Pegeln Stressreaktionen auslösen.“

In einer orientierenden Felduntersuchung an Kindern wurde die Ausscheidung von Stresshormonen im Nacht- und Morgenurin gemessen. In der Studie ergaben sich deutliche Hinweise darauf, dass bei den Kindern, die an einer stark verkehrsbelasteten Straße wohnten, im Gegensatz zu Kindern aus weniger belasteten Gebieten, der normale Rhythmus der nächtlichen Kortisolausscheidung gestört ist. Diese Störung war korreliert mit unruhigem Schlaf, Wiedereinschlafstörungen nach nächtlichem Erwachen sowie der Häufigkeit von Asthma und/ oder Allergien. Die Kinder mit Asthma- und/ oder Allergiediagnose hatten signifikant erhöhte Ausscheidungen von Kortisolmetaboliten – nicht aber von freiem Kortisol – in der ersten Nachthälfte bezogen auf die zweite [15]. Aufgrund dieser Ergebnisse ist zu be-

Tabelle 1

Altersverteilung der Kinder, die an der Studie teilnahmen

Alter (Jahre)	Häufigkeit	(%)
5	112	27,9
6	60	15,0
7	56	14,0
8	41	10,2
9	44	11,0
10	40	10,0
11	32	8,0
12	15	3,7
Gesamt	400	99,8
Fehlend	1	0,2
Gesamt	401	100,0

fürchten, dass Lkw-Lärm mit nächtlichen Innenraumpegeln, die bislang als vereinbar mit gesundem Schlaf galten [16], chronische Beeinträchtigungen der Gesundheit [17] verursachen kann.

Um diese Befürchtung zu überprüfen, wurde eine orientierende Befragung in den Kinderarztpraxen des Landkreises Osterode/Harz durchgeführt. Eltern, die wegen Asthma, Allergie oder Mittelohrentzündung ihres Kindes den Arzt aufsuchten, sollten in einem selbst auszufüllenden Fragebogen Angaben über die häuslichen Wohnverhältnisse, zum Verkehrsaufkommen auf der Straße vor der Wohnung und dem Kinderzimmer sowie zur Ursache des Arztbesuches machen. Anderenfalls sollte der Fragebogen zurückgegeben werden. Die Ansprache der Eltern durch das Praxispersonal folgte keinem standardisierten Vorgehen, und es wurden in dieser orientierenden Untersuchung keine Verweigerungsraten protokolliert. Insgesamt konnten Daten von 498 Kindern im Alter von vier bis zwölf Jahren gewonnen werden. In der Datenanalyse wurde die Häufigkeit der Arztbesuche wegen der chronischen Erkrankungen Asthma und/oder Allergie auf die von akuter Mittelohrentzündung bezogen. Es ergaben sich deutliche Hinweise darauf, dass chronische Belastung mit Schadstoffen aus Kfz-Abgasen in Kombination mit Straßenverkehrslärm bei Kindern zu einer Erhöhung des Risikos für allergische Haut- und Atemwegserkrankungen führt. Allerdings sind aus methodischen Gründen Ergebnisverzerrungen nicht auszuschließen. Deshalb wird auf eine quantita-

tive Ergebnisdarstellung verzichtet. Da aber durch diese Befragung die oben genannte Befürchtung qualitativ bestätigt wurde, wurde dieselbe Fragestellung mit Erweiterungen und verbesserter Methodik in Zusammenarbeit mit niedergelassenen Kinderärzten erneut untersucht.

Methode

Das methodische Studienkonzept folgt dem einer Beobachtungsstudie [18], die unter Querschnittsgesichtspunkten ausgewertet wurde. Die Behandlungshäufigkeiten für verschiedene Erkrankungen/Behandlungen (Zähler) wurden in Bezug zur Anzahl der Gesamtkontaktrate innerhalb eines Beobachtungszeitraums (Nenner) ausgewertet und für andere mögliche Einflussfaktoren statistisch kontrolliert.

Mit zwei im Landkreis Osterode/Harz niedergelassenen Kinderärzten, die bereits an der orientierenden Befragung teilgenommen hatten, wurde das Konzept für diese Studie erarbeitet. Insbesondere wurden die hypothesengemäß mit der Verkehrsbelastung assoziierten Erkrankungen und die anhand eines Fragebogens von den Eltern der Kinder zusätzlich zu erhebenden Daten festgelegt. Folgende von den Kinderärzten diagnostizierte Erkrankungen wurden explizit dokumentiert: Asthma, chronische Bronchitis, positiver Allergietest (Pricktest und Anamnese, ggf. Epikutantest und Blutuntersuchung), Neurodermitis und Verhaltensstörungen. Weitere, hypothesengemäß nicht mit der Verkehrsbelastung assoziierte Krankheiten und Gründe für den Arztbesuch der Kinder wurden ebenfalls detailliert erfasst: Magen-/Darm-/Harnwegsinfekt, Otitis media, Unfall/orthopädische Erkrankung und Impfung. Alle

übrigen Gründe für den Arztbesuch wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst. Die Befragung der Probandeneltern wurde von den Arzthelferinnen anhand des Fragebogens durchgeführt. Die Arzthelferinnen waren dazu entsprechend eingewiesen worden.

Neben soziodemografischen Daten (Alter, Geschlecht, höchste Schulabschlüsse beider Elternteile) wurden die häuslichen Wohnverhältnisse erfragt. Angaben zur Verkehrsbelastung der Straße vor der Wohnung und dem Kinderschlafzimmer waren die wesentlichen Expositionsvariablen. Als weitere expositionsrelevante Faktoren wurden die Wohndauer und das Fensteröffnungsverhalten der Kinder erfragt. Darüber hinaus wurden das Vorhandensein von Allergie auslösenden Faktoren im Haushalt wie Haustiere und Raucher (ETS) als potenzielle Störvariablen erhoben. Sämtliche Angaben im Fragebogen wurden von dem begleitenden Elternteil eingeholt. Die Kinder selbst wurden nach ihrer Belästigung durch Straßenverkehrslärm zu Hause befragt (Kategorien: „wenig“, „mittelmäßig“, „stark“). Für die weitere Auswertung wurde aus den primären Fragebogenangaben zur Verkehrsbelastung der Wohnung und der Verkehrsbelastung des Kinderzimmers eine sekundäre Expositionsvariable gebildet. Auf der Grundlage der beiden Fragen:

- Liegt Ihre Wohnung an einer Straße mit starkem Lkw- und Pkw-Verkehr/ mittlerem Pkw-Verkehr mit geringem Lkw-Anteil/wenig Pkw- und Lkw-Verkehr/sehr wenig befahrene Straße (Anliegerstraße verkehrsberuhigte Zone, Hof/Garten)?, und:
- Hat das Zimmer, in dem Ihr Kind schläft, Fenster in Richtung einer stark befahrenen Haupt- oder Durchgangstraße/einer beträchtlich befahrenen Nebenstraße/einer mä-

Tabelle 2

Störung und nächtliches Fensteröffnungsverhalten der Kinder in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung

	Verkehrsbelastung		
	Niedrig n=211	Mittel n=114	Hoch n=66
Störung durch Verkehr tags (%)	26	36	38
Störung durch Verkehr nachts (%)	13	42	45
Fenster im Winter offen (%)	29	19	18
Fenster im Sommer offen (%)	75	74	51

Tabelle 3

Absolute und relative Häufigkeiten von Erkrankungen/Behandlungen in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung

Krankheit/Behandlung	Verkehrsbelastung		
	Niedrig	Mittel	Hoch
Asthma n=37	n=13 (6,0%)	n=13 (11,1%)	n=11 (16,4%)
Chronische Bronchitis n=90	n=17 (7,9%)	n=41 (35,0%)	n=32 (47,8%)
Allergiehauttest positiv n=59	n=28 (13,0%)	n=17 (14,5%)	n=14 (20,6%)
Neurodermitis n=92	n=27 (12,5%)	n=41 (35,0%)	n=24 (35,8%)
Verhaltenstörung n=86	n=31 (14,4%)	n=30 (25,6%)	n=25 (37,3%)
Magen-/Darm-/Harnwegsinfekt n=52	n=13 (15,3%)	n=10 (8,6%)	n=9 (13,4%)
Mittelohrentzündung n=64	n=33 (15,3%)	n=21 (17,9%)	n=10 (14,9%)
Unfall/orthopädische Erkrankung n=29	n=20 (9,3%)	n=3 (2,6%)	n=6 (9,0%)
Impfung n=53	n=28 (13,0%)	n=16 (13,7%)	n=9 (13,4%)
Sonstiges n=219	n=129 (60,0%)	n=61 (52,1%)	n=29 (43,3%)

Tabelle 4

Odds Ratios (mit 95%-Konfidenzintervallen) der erhobenen Krankheiten/Behandlungen in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung in der Gesamtgruppe. Modelladjustiert wurde für Alter, Geschlecht, Personen im Haushalt, ETS, Umgang mit Tieren, Tiere im Kinderzimmer sowie höchster Schulabschluss der Eltern

Krankheit/Behandlung	Verkehrsbelastung		
	Niedrig n=213	Mittel n=114	Hoch n=66
Asthma	1	2,12 (0,90–4,98)	3,04 (1,22–7,54)
Chronische Bronchitis	1	5,33 (2,79–10,15)	10,82 (5,23–22,40)
Allergiehauttest	1	1,23 (0,60–2,51)	1,78 (0,82–3,87)
Neurodermitis	1	3,40 (1,92–6,02)	3,68 (1,90–7,15)
Unruhige Verhaltenstörung	1	1,69 (0,94–3,05)	3,41 (1,76–6,64)
Magen-/Darm-/Harnwegsinfekt	1	0,51 (0,24–1,10)	0,86 (0,37–1,99)
Mittelohrentzündung	1	1,19 (0,64–2,23)	0,85 (0,37–1,97)
Unfall/orthopädische Erkrankung	1	0,24 (0,07–0,85)	0,89 (0,33–2,46)
Impfung	1	1,29 (0,64–2,60)	1,38 (0,58–3,29)
Sonstiges	1	0,81 (0,51–1,30)	0,57 (0,32–1,01)

ßig befahrenen Nebenstraße/einer sehr wenig befahrenen Straße (Anliegerstraße verkehrsberuhigte Zone, Hof/Garten)?“

wurde die Exposition als „niedrig“ eingestuft, wenn Wohnung und Zimmer zu einer der beiden unteren Kategorien gehörten; Mischfälle wurden als „mittlere“ Exposition eingestuft, und „hohe“ Exposition wurde definiert, wenn Wohnung und Zimmer zu einer der beiden oberen Belastungskategorien gehörten.

Die Studie wurde in der Zeit vom 1.9. bis zum 30.9.2001 durchgeführt. Die Teilnahme an der Befragung war freiwillig, die Auswahl der Probanden erfolgte durch Ansprache aller Eltern, die

in den zwei Praxen wegen Erkrankungen oder ärztlicher Behandlungen (z. B. Impfung) ihrer Kinder vorstellig wurden. Jeder Patient wurde genau einmal in dem Beobachtungszeitraum befragt. Da die Arzthelferinnen zur Zeit des Interviews nicht den Anlass des Arztbesuches kannten, wurde die Befragung „blind“ durchgeführt.

Die Zusammenhänge zwischen der Verkehrsexposition und den gesundheitlichen Endpunkten wurden mittels logistischer Regressionsanalyse analysiert. Als Schätzer für das relative Risiko wurden Odds Ratios und 95%-Konfidenzintervalle berechnet (Statistik-Software SPSS 9.0). Zur statistischen Kontrolle wurden die Variablen Alter, Geschlecht, Personen

im Haushalt, ETS, Umgang mit Tieren, Tiere im Kinderzimmer sowie höchster Schulabschluss der Eltern in den multiplen Modellen berücksichtigt.

Ergebnisse

Da die Ärzte zur Teilnahme motivierend auf ihre Patienten einwirkten, wurde eine Teilnahmequote von 100% erreicht. Insgesamt konnten in dem Beobachtungszeitraum 401 Kinder im Alter von fünf bis zwölf untersucht und befragt werden. Die Altersverteilung der Kinder ist in Tabelle 1 wiedergegeben; 47% der Kinder waren weiblich und 53% männlich. Jeweils 25% der Eltern hatten einen hohen (Gymnasium) bzw. niedrigen (Hauptschule) Schulabschluss. 50% beendeten die Realschule (höchster Abschluss beider Elternteile). 34 Kinder bewohnten ihr Zimmer seit weniger als einem Jahr. Zur Überprüfung eines möglichen Einflusses geringer Wohndauer auf die Ergebnisse wurden teilweise auch statistische Auswertungen unter Ausschluss dieser Probanden durchgeführt.

Nach den Angaben der Eltern zum Straßentyp und der Wohnraumlage waren 21% der Wohnungen durch starken Verkehr belastet; 15% der Kinderschlafzimmer lagen an einer Haupt- oder Durchgangsstraße, 4% an einer beträchtlich befahrenen Nebenstraße. In die oben definierten Belastungskategorien entfielen: niedrig: 53,8%; mittel: 29,2%; hoch: 17,0% der Probanden.

Die Angaben zu Arztbesuchsursachen verteilten sich wie folgt: 15% der Kinder waren im Allergiehauttest positiv, 9% hatten Asthma bronchiale und 22,5% chronische Bronchitis, 23% litten unter Neurodermitis und 21,5% zeigten Verhaltensstörungen im Sinne von Unruhe; 16% hatten eine Mittelohrentzündung, 13% waren wegen Magen-/Darmstörungen in Behandlung, 7% der Kinder waren wegen eines Unfall oder orthopädischer Erkrankungen in Behandlung, 13% waren wegen einer Impfung vorstellig und 54,5% wegen sonstiger Beschwerden oder Erkrankungen.

Im Sommer schliefen 29% der Kinder mit geschlossenem Fenster, 76% im Winter. Nur 4% bzw. 3% der Kinder waren tags bzw. nachts stark durch Verkehrslärm gestört, 15% bzw. 7% mittelmäßig gestört. In Tabelle 2 sind relative Häufigkeiten von tags bzw. nachts durch

Verkehrslärm gestörten (Kategorien „stark“ + „mittelmäßig“) Kindern in Abhängigkeit von der Verkehrsexposition angegeben. Tagsüber waren 26% der „niedrig“ durch den Straßenverkehr belasteten Kinder durch Straßenverkehrslärm gestört, nachts waren es 13%. In der mittleren Belastungskategorie betrugen die Anteile gestörter Kinder tags bzw. nachts 36% bzw. 42% und in der hohen Belastungskategorie 38% bzw. 45%. Im Winter schliefen 29% der „niedrig“ belasteten Kinder mit offenen Fenstern gegenüber 19% bzw. 18% der „mittel“ bzw. „hoch“ belasteten Kinder. Im Sommer schliefen drei Viertel der „niedrig“ (75%) und der „mittel“ (74%) Belasteten mit offenem Fenster gegenüber der Hälfte der „hoch“ Belasteten (51%).

Die absoluten und relativen (in Bezug auf Gesamtkontaktrate) Häufigkeiten von Erkrankungen/Behandlungen werden in Tabelle 3 in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung dargestellt. Bei den hypothesengemäß mit der Verkehrsbelastung zusammenhängenden Erkrankungen (Asthma, chronische Bronchitis, positiver Allergiehauttest, Neurodermitis, Verhaltensstörung) zeigten sich mit der Belastung mehr oder weniger deutlich zunehmende Behandlungsraten. Bei den hypothesengemäß nicht mit Verkehrsimmissionen assoziierten Erkrankungen/Behandlungen war hingegen keine Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung bzw. eine Abnahme der Behandlungsraten zu erkennen.

In der Gruppe der „niedrig“ Belasteten hatte das Fensteröffnungsverhalten auf die Prävalenz von chronischer Bronchitis einen signifikanten Einfluss (ohne Tabellenangabe). Von den Kindern, die im Sommer und/oder im Winter bei offenem Fenster schliefen, litten 5,3% an chronischer Bronchitis gegenüber 14,6% der Kinder, die immer bei geschlossenem Fenster schliefen. Bei allen anderen Erkrankungen bestand ein solcher Zusammenhang nicht.

In Tabelle 4 sind die mit Tabelle 3 korrespondierenden Odds Ratios (OR) für verschiedene Erkrankungen/Behandlungen in Abhängigkeit von der Verkehrsexposition des Kindes wiedergegeben. Bezugskategorie (relatives Risiko=1) ist jeweils die Kategorie geringster Verkehrsbelastung. Bei den angegebenen Odds Ratios handelt es sich um bezüglich der genannten Kontrollvariablen adjustierte Ergebnisse.

Von den hypothesengemäß mit Verkehrsbelastung zusammenhängenden Erkrankungen wurde nur bei Kindern, die beim Allergiehauttest einen Befund zeigten, kein signifikanter Zusammenhang mit der Verkehrsbelastung gefunden. Die Behandlung von Neurodermitis stieg bereits bei „mittel“ Belasteten signifikant an (OR=3,4) und erreichte bei „hoch“ Belasteten einen Wert von OR=3,68. Auch bei Asthma war ein belastungsabhängiger Trend erkennbar. Die Signifikanz wurde allerdings erst bei den „hoch“ Belasteten mit OR=3,04 erreicht. Bei chronischer Bronchitis ergab die Analyse außergewöhnlich hohe relative Risiken von 5,33 bzw. 10,82 bei „mittel“ bzw. „hoch“ verkehrsbelasteten Kindern. Auch die Verhaltensstörungen zeigten einen belastungsabhängigen Trend und eine signifikante Zunahme bei den Hochbelasteten mit OR=3,41. Die anderen Krankheiten/Behandlungen zeigten mit Ausnahme der Impfungen in den höheren Belastungskategorien überwiegend Odds Ratios unter 1, die aber nur in wenigen Fällen signifikant waren. So ergab sich bei den „mittel“ belasteten Kindern mit Unfällen oder orthopädischen Erkrankungen ein niedrigeres Risiko von OR=0,24. Bei den sonstigen Erkrankungen bestand ein Trend in Richtung abnehmender Behandlungsraten mit zunehmender Verkehrsbelastung, der die Signifikanz knapp verfehlte (OR=0,81 bzw. OR=0,57).

In Tabelle 5 werden die Zusammenhänge der Kontrollvariablen mit den erhobenen Krankheiten angegeben, wie

sie sich in den multiplen Analysemodellen darstellten. Angegeben sind Odds Ratios, ggf. mit Signifikanzangabe (*). Beim Alter handelt es sich um den Effekt pro Lebensjahr. Bei den dichotomen Variablen wurden folgende Bezugskategorien gewählt: Geschlecht–Mädchen, ETS–Nichtraucherhaushalte und Haustiere–Haushalte ohne Tiere. Die Dummy-Variablen „Realschulabschluss“ und „Gymnasialabschluss“ beschreiben die Effekte des höchsten Schulabschlusses der Eltern in Referenz zum Hauptschulabschluss. Mit zunehmendem Alter zeigte sich ein erhöhtes Risiko für Asthma und Auffälligkeit im Allergietest. Mädchen wiesen gegenüber Jungen eine erhöhte Allergieneigung auf. Verhaltensstörungen traten häufiger bei Kindern aus Raucherhaushalten auf. Kinder aus Familien mit hoher Schulausbildung (Gymnasium) wiesen geringere Behandlungsraten für chronische Bronchitis sowie Magen-, Darm- und Harnwegsinfektionen auf.

„Auch bei den Verhaltensstörungen zeigt sich ein von der Verkehrsbelastung abhängiger Trend.“

Abschließend wird in Tabelle 6 der Einfluss der Wohndauer im Kinderzimmer auf die relativen Risiken für die zusammengefassten Atemwegs- und Hauterkrankungen dargestellt. Die Odds Ratios sind in der Untergruppe mit Wohn-

Tabelle 5

Zusammenhang der Adjustierungsvariablen in den multiplen Analysen mit den einzelnen Krankheiten/Behandlungen

Konfounder	Alter	Geschlecht	ETS	Tiere	Realschule	Gymnasium
Asthma	1,27*	1,60	0,80	1,03	0,95	0,78
Chronische Bronchitis	1,05	1,36	1,35	1,30	0,82	0,34*
Allergiehauttest	1,28*	2,56*	0,97	0,50	0,79	0,86
Neurodermitis	1,05	0,88	1,18	1,43	0,91	0,82
Verhaltensstörung	0,98	1,33	2,50*	1,43	1,12	0,97
Magen/Darm/Harnweg	0,93	1,21	1,18	1,05	1,02	0,47*
Mittelohrentzündung	0,83	0,76	1,59	0,88	0,91	0,50
Unfall/orthopädische Erkrankung	0,83	0,83	1,49	1,04	1,10	1,53
Impfung	1,27	1,50	1,02	1,67	1,65	1,87
Sonstiges	0,74	0,65	0,51	0,48	1,21	1,35

Angegeben sind die Odds Ratio ggf. mit Signifikanzangabe (*). ETS Raucher im Haushalt. Der jeweilige Bezug ist im Text erklärt.

Tabelle 6

Odds Ratios (mit 95%-Konfidenzintervallen) bei Atemwegs- und Hauterkrankungen in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung in der Gesamtgruppe und der Untergruppe, die mindestens ein Jahr lang das Kinderzimmer bewohnte

Krankheit/Behandlung	Verkehrsbelastung		
	Niedrig	Mittel	Hoch
Bronchitis/Asthma	1	4,36 (2,45–7,75)	7,65 (3,93–14,86)
Mit Befund: n=107	n=213	n=114	n=60
Kinderzimmer länger als ein Jahr bewohnt	1	5,45 (2,87–10,34)	8,91 (4,22–18,84)
Mit Befund: n=97	n=181	n=102	n=54
Neurodermitis/Allergie	1	2,68 (1,60–4,50)	3,10 (1,68–5,71)
Mit Befund: n=124	n=213	n=114	n=60
Kinderzimmer länger als ein Jahr bewohnt	1	2,88 (1,64–5,05)	3,02 (1,53–5,96)
Mit Befund: n=112	n=181	n=102	n=54

dauern von mindestens einem Jahr gegenüber der Gesamtgruppe zumeist leicht erhöht, aber in keinem Fall wesentlich verändert.

Diskussion

Über einen Zeitraum von einem Monat wurden sämtliche Arzt-Patient-Kontakte zweier Kinderarztpraxen ausgewertet. Aufgrund der hohen Motivation der Arzthelferinnen und Ärzte verweigerte niemand von den in Frage kommenden Eltern die Teilnahme an der Studie. Auch die Zahl der fehlenden Werte in den Fragebögen war sehr gering, sodass bei den multiplen Regressionsanalysen nur acht von 401 Probanden ausgeschlossen werden mussten. Die Ergebnisse wurden für eine Reihe potenzieller Störvariablen kontrolliert. Der Kontrollvariablensatz war sicher nicht vollständig. So wurden z. B. familiäre Belastungen in Bezug auf die erhobenen Wirkungsendpunkte nicht erhoben. Sollten derartige Faktoren in der Stichprobe mit der Verkehrsexposition aus unbekannten Gründen oder zufällig kovariert haben, so sind Ergebnisverzerrungen nicht auszuschließen. Eine Fehleinschätzung bei der Beantwortung der Fragen nach der Verkehrsbelastung der Wohnung und des Kinderzimmers wirkt sich nur dann ergebnisverzerrend aus, wenn sie differenziell erfolgte. Ein Informationsbias wäre insofern möglich, als Eltern von Kindern mit positiver Krankheitsdiagnose falsche Antworten zur Verkehrsexposition gegeben haben könnten, z. B. um „etwas zu bewirken“ oder um die Um-

weltbelastung als Ursache für die Krankheit ihres Kindes verantwortlich zu machen. Das Studiendesign selbst führt eher zu einer konservativ gerichteten Verzerrung, weil bei Betrachtung einzelner Wirkungsendpunkte alle anderen Arztkontakte als Bezug gewählt wurden, einschließlich der Patienten, die wegen hypothesengemäß ebenfalls mit Verkehrsimmissionen in Verbindung gebrachten Erkrankungen (Asthma, chronische Bronchitis, positiver Allergietest, Neurodermitis und Verhaltensstörung) den Arzt konsultierten.

Die logistischen Regressionsanalysen ergaben mit zunehmender Verkehrsbelastung signifikante Anstiege bei fast allen hypothesengemäß mit dem Verkehr assoziierten Krankheiten/Behandlungen. Die einzige Ausnahme bildete die Häufigkeit von positiven Allergie-Hauttestergebnissen. Da dies das einzige „objektive“ Testergebnis in der Studie war, könnte geschlossen werden, dass die signifikanten Ergebnisse durch subjektive Verzerrungen bei den ärztlichen Diagnosen entstanden seien. Dagegen spricht aber die recht eindeutige Befundlage bei Asthma, chronischer Bronchitis und Neurodermitis. Das beobachtete relative Risiko für Asthma ist mit 3,0 für hochbelastete Kinder größer als entsprechende Befunde in der Literatur für Wirkungen von Luftschadstoffen. In einer Übersichtsarbeit aus den USA [19] wird die Zunahme der Häufigkeit von Asthmaerkrankungen pro Feinstaubzunahme PM_{10} um $10 \mu g/m^3$ mit 2–3% beziffert. In einer Studie aus Taiwan [20] wurde bei Schülern ein signifikanter An-

stieg der Asthmaprävalenz mit der weiträumigen Zunahme verkehrsbedingter Luftschadstoffe, insbesondere Kohlenmonoxid und NO_x , nachgewiesen.

Die von uns gefundenen relativen Risiken für chronische Bronchitis von 5,3 bzw. 10,8 bei den mittel bzw. hoch belasteten Kindern erscheinen zu hoch. Außerdem fanden wir im Gegensatz zur Literatur keinen signifikanten Zusammenhang mit ETS. Der beobachtete Zusammenhang stimmt zwar qualitativ mit den Ergebnissen einer Schweizer Studie an Sechs- bis 15-Jährigen überein [21]. Das größte relative Risiko für Bronchitis ergab sich dort beim Vergleich der höchstbelasteten von zehn Gemeinden gegenüber der am niedrigsten belasteten Gemeinde mit einem Wert von 2,17. Auch die parallele Abnahme von Luftschadstoffbelastungen und nichtasthmatischen respiratorischen Symptomen bei fünf- bis 14-jährigen Kinder in der ehemaligen DDR [22] deutet in diese Richtung. In zwei Querschnittstudien im Abstand von drei Jahren wurde eine Abnahme der Schwebstaubkonzentration (TSP: „total suspended particulates“) in drei Gegenden im Mittel 22, 9 bzw. $8 \mu g/m^3$ bestimmt. Parallel dazu sank die Prävalenz für Bronchitis signifikant auf etwa die Hälfte. Das relative Risiko betrug 0,55. Nach Künzli et al. [23] liegt bei Kindern unter 15 Jahren in Reinluftgebieten (PM_{10} im Jahresdurchschnitt $5\text{--}10 \mu g/m^3$) die Prävalenz für chronische Bronchitis zwischen 1,6% (Österreich) und 2,35% (Frankreich). Allerdings liegt der Anteil der Bevölkerung mit so niedriger Belastung in diesen Ländern unter 1%. Für Kinder unter 15 Jahren wird das relative Risiko für chronische Bronchitis pro Belastungszunahme um $10 \mu g/m^3$ mit 1,306 angegeben [23]. Bei diesen Betrachtungen diene PM_{10} als Indikator für Luftschadstoffgemische. Es muss zurzeit offen bleiben, ob Feinstaub den pathophysiologisch entscheidenden Anteil darstellt [23]. Eine Übersicht über die Literatur zum Zusammenhang von Feinstaubbelastung und respiratorischen Erkrankungen findet sich in [24].

Die Feinstaubbelastung des Innenraumes wird zu 42% durch die Belastung der Außenluft bestimmt [24]. Daher ist ein deutlicher Effekt der Außenluftbelastung auf die Luftqualität im Kinderschlafzimmer gegeben, wo sich die Kinder knapp die Hälfte des Tages aufhalten. Da

in der vorliegenden Studie die Einzelbelastung der Kinderzimmer erfragt wurde, ist ein engerer Zusammenhang zwischen der Belastung und der Erkrankungshäufigkeit zu erwarten als bei Mittelung der Belastung über ganze Ortschaften. An innerstädtischen Messstellen in Berlin wurde ein Wert von $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Hintergrundbelastung und von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als repräsentativ für straßennahe PM_{10} -Belastung ermittelt [25]. Da die vorliegende Studie überwiegend in zwei Kurorten und benachbarten Dörfern im Landkreis Osterode/ Harz durchgeführt wurde, kann die Wohngegend der niedrig Verkehrsbelasteten als Reinluftgebiet eingestuft werden. Unter den Hochbelasteten waren Anwohner einer Bundesstraße mit starkem Schwerlastverkehr tags und nachts [15]. Als grobe Schätzung sei also für die wenig Belasteten $\text{PM}_{10}=7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für die Hochbelasteten $\text{PM}_{10}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angenommen. Damit ergibt sich nach [23] für Kinder ein relatives Risiko für chronische Bronchitis von 3,1.

Der Kenntnisstand über den Einfluss umweltbedingter Luftschadstoffe auf das Risiko für Neurodermitis wird in einem Experteninterview folgendermaßen eingeschätzt [26]:

„Die Rolle von diesen anthropogenen Luftschadstoffen, die im Wesentlichen mit Autoabgasen in die Umwelt gelangen, ist umstritten. Allgemein werden Luftschadstoffe als Auslöser für Allergien diskutiert. Darüber hinaus haben experimentelle Untersuchungen auch Hinweise auf Innenraumluftschadstoffe gegeben, die möglicherweise zur Ekzemverschlechterung beitragen könnten. Neben einer Irritationseffekt sind für die meisten dieser Komponenten aus experimentellen Untersuchungen auch immunmodulierende Effekte, z. B. im Sinne einer Gesamt-IgE-Erhöhung, bekannt. In den letzten Jahren wendet sich die Forschung zunehmend der Bedeutung von Dieselrußpartikeln und Feinstaubanteilen in der Außenluft zu. Eine abschließende Bewertung der Rolle von Luftschadstoffen bei Entstehung und Unterhaltung des atopischen Ekzems ist jedoch noch nicht möglich. Ein Einfluss von Innenraumstickstoffoxidquellen wie Gasherden sowie von Autoabgasen scheint jedoch möglich.“

Wie bereits hervorgehoben wurde [1], sehen Experten einen Zusammenhang zwischen der Zunahme von Allergien (Asthma, Neurodermitis) mit dem „westlichen, zivilisatorischen Lebensstil“

und erwähnen dabei explizit auch die Bedeutung des Lärms als „ernst zu nehmenden Stressfaktor“. Dass zum westlich-zivilisatorischen Lebensstil Kfz-Immissionen gehören, ist unbestritten. Stressreaktionen während des Schlafs aufgrund von Kfz-Geräuschen können eine adjuvante Wirkung für Allergien und Bronchitis bei Kindern haben [11, 15], da einige Literaturhinweise darauf hindeuten, dass die normale Funktion des Immunsystems einen erholsamen und stressfreien Schlaf mit normalem Kortisolrhythmus voraussetzt [13]. Deshalb kann langfristiger wiederholter Lärm in der ersten Nachthälfte, der zu Kortisolerhöhungen führt, auch eine adjuvante Wirkung auf allergische Erkrankungen haben.

„Langfristige Kombinationsbelastungen durch Kfz-Abgase und nächtlichen Verkehrslärm erhöhen bei Kindern das Allergierisiko.“

Nach unserer Kenntnis wurde bisher noch nicht die Auswirkung der Kombinationsbelastung durch Kfz-Abgase und Lärm auf Haut- und Atemwegserkrankungen von Kindern untersucht. Die zitierte Literatur [3, 4, 5, 6, 7, 19, 20, 21, 22] bezieht sich allein auf die Wirkung von Luftschadstoffen. Auch Untersuchungen von Verhaltensstörungen im Sinne von Unruhe in Abhängigkeit von Verkehrsbelastungen liegen nach unserer Kenntnis noch nicht vor. Die in dieser Studie ermittelten relativen Risiken von 3 bis 4 für Asthma, Neurodermitis und Verhaltensstörungen bei Kombinationsbelastung durch Kfz-Abgase und Lärm erscheinen glaubhaft. Möglicherweise ist das relative Risiko für chronische Bronchitis etwas höher als das Risiko für Asthma und Neurodermitis, wahrscheinlich aber deutlich niedriger als 10. Es wird allerdings deutlich, dass die beobachteten Auswirkungen der Kombinationsbelastung durch Kfz-Abgase und Lärm deutlich stärker sind als die in der Literatur beschriebenen Wirkungen von Kfz-Abgasen allein.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Kombinationsbelastungen durch Kfz-bedingte Luftschadstoffe und Verkehrslärm führen bei Kindern langfristig zu einer dosisabhängigen und

signifikanten Erhöhung der Häufigkeiten von chronischen Haut- und Atemwegserkrankungen sowie von Verhaltensstörungen im Sinne von Unruhe. Nach der vorliegenden Literatur erklären die durch Luftschadstoffe bedingten Risikoerhöhungen nur einen Teil der beobachteten Befunde. Der Lärm scheint daher wesentlich zur Risikoerhöhung beizutragen, was in Zukunft durch entsprechende Studien eingehender untersucht werden sollte. Dabei sollten sowohl die Belastung als auch die gesundheitliche Auswirkung durch objektive Parameter abgesichert werden.

Da Straßenverkehrsbelastungen prinzipiell als Kombination von Luftschadstoffen und Lärm auftreten, die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Kombinationsbelastung aber bisher nach unserer Kenntnis nicht untersucht worden sind, ist ggf. zu prüfen, ob in Zukunft die Luft- und Lärmgrenzwerte zum Schutz der Gesundheit von Kindern zu verschärfen sind. Außerdem sollte in Zukunft der passive Immissionsschutz von Innenräumen in Kombination mit sauberer Zwangsbelüftung erfolgen.

Danksagung. Die Autoren danken den beteiligten Eltern und Arzthelferinnen sowie dem Gesundheitsamt Osterode/Harz und dem Niedersächsischen Landesgesundheitsamt für ihre Mitwirkung, Herrn Dr. Babisch, Berlin, für die Ausführung der statistischen Analysen und dem Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene für die finanzielle Unterstützung dieser Studie.

Literatur

1. Amler R, Bergmann K, Bilger J, et al. (2001) Potsdamer Erklärung zu Kinderwelt und Gesundheit. Umweltmed Forsch Prax 6:190–192
2. Behrendt H (2000) Umwelteinflüsse und Allergien. Statement beim Expertentreffen der CDU/CSU-Bundestagsfraktion im Deutschen Bundestag, Berlin 9. Mai 2000
3. Schupp A, Kaaden R, Islam MS et al. (1994) Einfluss verkehrsabhängiger Immissionen auf die Empfindlichkeit der Atemwege bei Kindern in Duisburg. Allergologie 17:591–597
4. Oosterlee A, Drijver M, Lebrecht E et al. (1996) Chronic respiratory symptoms in children and adults living along streets with high traffic density. J Occup Environ Med 38:241–277
5. Brunekreef B, Jansen NAH, Hartog J (1997) Air pollution from truck traffic and lung function in children living near motorways. Epidemiology 8(3):298–303

6. Krämer U, Koch T, Ranft U (2000) Traffic-related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas. *Epidemiology* 11:64–70
7. Künzli N, Kaiser R, Seethaler R (2001) Luftverschmutzung und Gesundheit: Quantitative Risikoabschätzung. *Umweltmed Forsch Prax* 6:202–212
8. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1999) Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen. Sondergutachten. Metzler-Poeschel, Stuttgart
9. Selye H (1956) The stress of life. McGraw-Hill, New York
10. Henry JP (1992) Biological basis of the stress response. *Intergrative Physiological and Behavioral Science* 27:66–83
11. Ising H, Kruppa B, Babisch W, Gottlob D, Guski R, Maschke C, Spreng M (2001) Kapitel VII-1 Lärm. In: Wichmann H-E, Schlipkötter H-W, Fülgraff G (Hrsg) Handbuch der Umweltmedizin. Erg. Lfg. 7/01. Ecomed, Landsberg
12. Spreng M (2001) Lärminduzierte nächtliche Cortisolausschüttung und tolerable Überflüge. In: Bartels KH, Ising H (Hrsg) Nachtfuglärmproblematik, Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Nr. 111, Berlin
13. Born J, Fehm H (2000) The euroendocrine recovery function of sleep. *Noise & Health* 7:25–37
14. Evans G, Lercher P, Meis M, Ising H, Kofler W (2001) Typical community noise exposure and stress in children. *J Acoust Soc Am* 109:1023–1027
15. Ising H, Ising M (2002) Chronic cortisol increases in the first half of the night caused by road traffic noise. *Noise & Health* 4; 16:13–20
16. Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (1982) Beeinträchtigung des Schlafs durch Lärm. *Z Lärmbekämpfung* 29:13–16
17. Maschke C, Ising H, Hecht K (1997) Schlaf – nächtlicher Verkehrslärm – Stress – Gesundheit: Grundlegen und aktuelle Forschungsergebnisse, Teil II. *Bundesgesundheitsblatt* 40:86–95
18. Schlaud M, Swart E (2002) Kapitel III-2.3.3 Beobachtungspraxen. In: Wichmann H-E, Schlipkötter H-W, Fülgraff G (Hrsg) Handbuch der Umweltmedizin. Erg. Lfg. 02. Ecomed, Landsberg
19. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Soc. (1996) Health effects of outdoor air pollution. *Am J Respir Crit Care Med* 153:3–50
20. Guo YL, Lin YC, Sung FC et al. (1999) Climate, traffic-related air pollutants, and asthma prevalence in middle-school children in Taiwan. *Environ Health Perspect* 107:1001–1006
21. Braun-Fahrlander C, Vuille JC, Sennhauser FH et al. (1997) Respiratory health and long-term exposure to air pollutants in Swiss school-children. SCARPOL Team. *Am J Respir Crit Care Med* 155:1042–1049
22. Heinrich J, Hoelscher B, Wichmann HE (2000) Decline of ambient air pollution and respiratory symptoms in children. *Am J Respir Crit Care Med* 161:1930–1936
23. Künzli N, Kaiser R, Seethaler R (2001) Luftverschmutzung und Gesundheit: Quantitative Risikoabschätzung. *Umweltmed Forsch Prax* 6:202–212
24. Peters A, Schulz H, Kreyling WG, Wichmann HE (1998) Kapitel VI-2 Staub und Stauinhaltsstoffe/Feine und ultrafeine Partikel. In: Wichmann, Schlipkötter, Fülgraff (Hrsg) Handbuch der Umweltmedizin. Erg. Lfg. 10/98. Ecomed, Landsberg
25. Mücke HG, Koch T, Ranft U (2001) Kapitel VIII-1.3.1 Kraftfahrzeugverkehr – Belastungssituation. In: Wichmann H-E, Schlipkötter H-W, Fülgraff G (Hrsg) Handbuch der Umweltmedizin. Erg. Lfg. 3/01. Ecomed, Landsberg
26. Ring J (2001) Neue Entwicklungen in der Erforschung des atopischen Ekzems. www.fachklinikum-borkum.de/report/maerz01/8.htm

*Hans-Peter Beck-Bornholdt,
Hans-Hermann Dubben:*

Der Schein der Weisen

Irrtümer und Fehltritte im täglichen Denken

Hoffmann und Campe, Hamburg 2001; 208 S., ISBN: 345509340X, 18,95 EUR

Bei der Interpretation von Forschungsergebnissen gibt es meistens keine absolute Gewissheit, dies trifft auch auf die medizinische Forschung zu. Für die Beurteilung von Beobachtungs- oder experimentellen Ergebnissen muss oft die Statistik, die Wissenschaft der Wahrscheinlichkeiten, herangezogen werden. Sobald mehrere Informationen über Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen bzw. Ungewissheiten miteinander kombiniert werden, führt die intuitive Einschätzung oft zu einem Fehltritt. Dies geschieht nach Aussage der Autoren des Buches „Schein der Weisen“ häufig bei der Interpretation von medizinischen Forschungsergebnissen. In ihrem Buch erzählen sie anschauliche Geschichten, so wie man sie selber im Alltag erleben könnte. Darin spielt die Ungewissheit eine Rolle, und ein auf den ersten Blick offensichtlich logisches Urteil wird durch Kombination mit vorhandenen Wahrscheinlichkeitsinformationen verändert und führt dadurch zu komplett unerwarteten Ergebnissen. Neben derartigen „Alltagsgeschichten“ erzählen die Autoren auch interessante und zum Teil auf Tatsachen basierende Beispiele aus dem Gerichtssaal und berichten über Interpretationen in der medizinischen Forschung. Diese Gedankenspiele sind für jeden interessant, dürften aber besonders Mediziner und Gesundheitsforscher dazu anregen, bei der Interpretation eigener oder von anderen publizierte Forschungsergebnisse über derartige Phänomene nachzudenken.

Das Buch kann als kurzweiliger Einstieg in die Denkweise von Reverend Thomas Bayes gesehen werden, der schon vor mehr als 300 Jahren auf derartige Probleme bei bedingten Wahrscheinlichkeiten hingewiesen hat.

Die Autoren raten zur Vorsicht bei der Interpretation von Ergebnissen, sobald Ungewissheiten im Spiel sind. Dies ist in der Gesundheitsforschung oft der Fall, meist sogar noch auf wesentlich komplexere Art als im Buch dargestellt. Die Autoren fordern die Leser auf, Fehler in ihrem Buch zu suchen und ihnen zu melden. Werden die Informationen in den aufgeführten Beispielen immer richtig interpretiert? Ich denke ja, ganz sicher kann man aber nie sein.

Gert Mensink (Berlin)