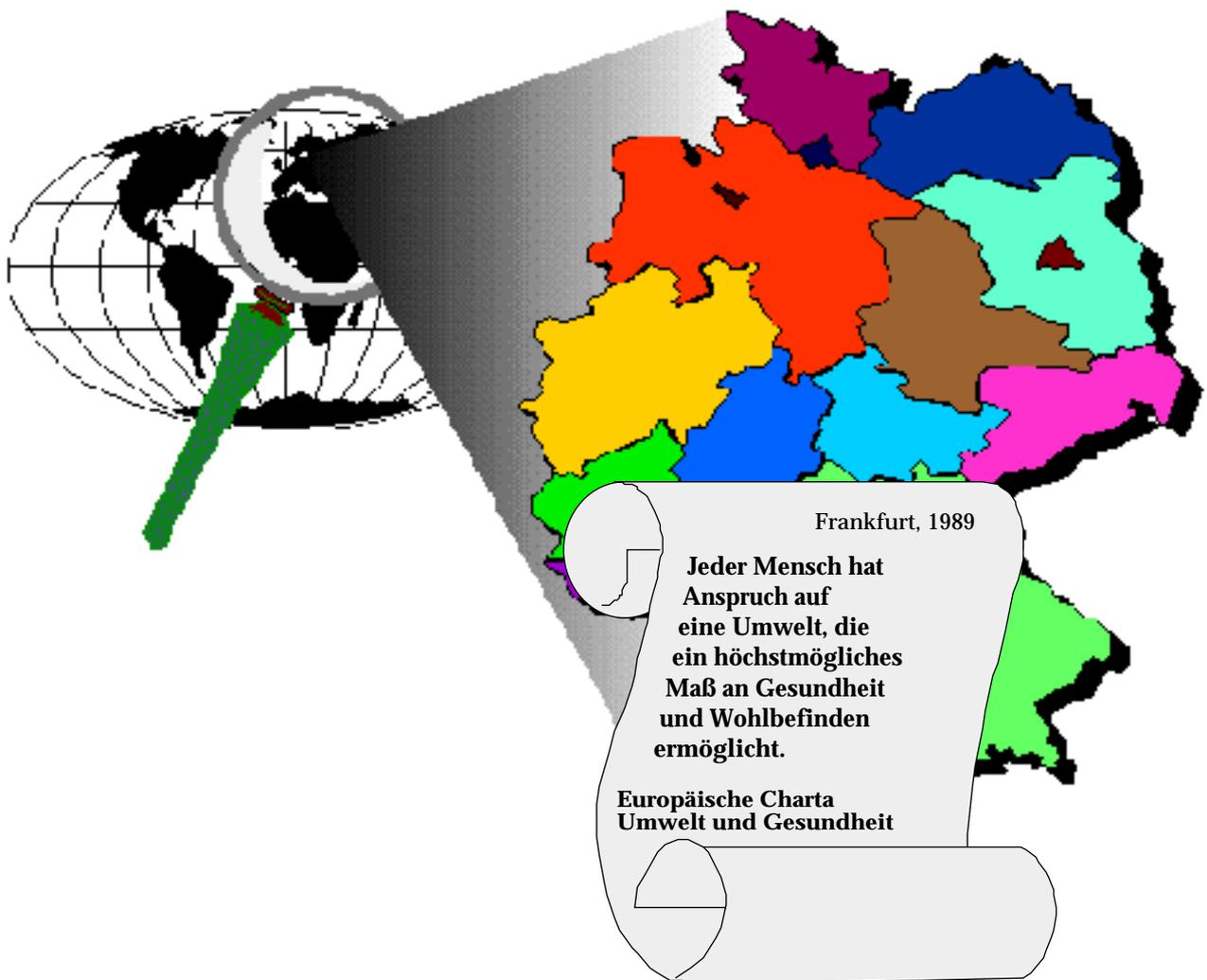


DOKUMENTATION ZUM AKTIONSPROGRAMM UMWELT UND GESUNDHEIT

Sachstand - Problemaufriß - Optionen



Die Dokumentation wurde erstellt vom

- Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin - BgVV
- Robert Koch-Institut - RKI
- Umweltbundesamt - UBA

unter Mitwirkung des Beraterkreises zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| - Dr. Günter Baitsch | - PD Dr. Dr. Andreas Kappos |
| - Prof. Dr. Hartmut Dunkelberg | - Prof. Dr. Werner Lutz |
| - Prof. Dr. Heyo Eckel | - PD Dr. Volker Mersch-Sundermann |
| - Prof. Dr. Thomas Eikmann | - Prof. Dr. Karl Ernst von Mühlendahl |
| - Dr. Rainer Flöhl | - Dr. Dr. Dr. Felix Tretter |
| - Dr. Ursel Heudorf | - Prof. Dr. Peter M. Wiedemann |

Herausgeber:

Bundesministerium für Gesundheit
53108 Bonn

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit
Postfach 12 06 29
53048 Bonn

Juni 1999

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	1
1.1	Der Weg von Frankfurt über Helsinki nach London	1
1.2	Erarbeitung des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit in Deutschland	3
1.3	Umwelt und Gesundheit - Standpunkte und Perspektiven	5
1.4	Das politisch-gesellschaftliche Problemfeld „Umwelt und Gesundheit“ in Deutschland	7
2	Umwelt und Gesundheit - Fachlicher Hintergrund	15
2.1	Umweltbezogene Gesundheitsstörungen	15
2.1.1	Atemwegserkrankungen und Außenluftbelastung	18
2.1.2	Krebs	20
2.1.3	Allergien	24
2.1.4	Störungen der Fertilität und Reproduktionsfähigkeit des Menschen	28
2.1.5	Herz-Kreislaufstörungen und Lärm	32
2.1.6	Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen im engeren Sinne („Umweltsyndrome“)	33
	„Sick Building“-Syndrom (SBS)	34
	Multiple Chemical Sensitivity (MCS)	35
	Chronic Fatigue Syndrome (CFS)	39
	Fibromyalgie-Syndrom (FMS)	40
	Elektromagnetische Hypersensibilität	41
	Konsequenzen	41
2.2	Möglichkeiten und Grenzen der Umweltmedizin	42
2.2.1	Was ist Umweltmedizin?	42
2.2.2	Diagnostische Möglichkeiten und methodische Grenzen	46
2.3	Methodischer Hintergrund	47
2.3.1	Epidemiologie	47
2.3.2	Toxikologie	50
2.3.3	Klinische Fallbeschreibungen	53
2.3.4	Umweltstandards	53
2.3.5	Wissenschaftliche Bewertung und gesellschaftliche Wertung	57
2.3.5.1	Der Risikomanagement-Prozeß	57
2.3.5.2	Die Risikobewertung (risk assessment)	61
2.3.5.3	Untersuchung von Maßnahmealternativen	62
2.3.5.4	Risikovergleiche	63
2.3.5.5	Evaluation von Maßnahmen	64
2.3.5.6	Gesellschaftliche Risikowahrnehmung	64
2.4	Datenquellen	65

2.4.1	Verfügbare Gesundheitsdaten	67
2.4.1.1	Daten der amtlichen Statistik	67
2.4.1.2	Daten der Krankenkassen	68
2.4.1.3	Spezifische Krankheitsregister	69
2.4.1.4	Bevölkerungsbezogene Krebsregister	70
2.4.1.5	Fehlbildungsregister	71
2.4.1.6	Repräsentative Bevölkerungserhebungen - Gesundheitssurveys	71
2.4.1.7	Beobachtungspraxen	72
2.4.2	Verfügbare Umweltdaten	73
2.4.2.1	„Daten zur Umwelt“ (UBA)	73
2.4.2.2	Umwelt-Survey	73
2.4.3	Vorliegende Daten zum Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit	74
2.4.3.1	Die Nationalen Gesundheitssurveys und der Gesundheitssurvey Ost	74
2.4.3.2	Umwelt-Surveys	77
2.4.3.3	Spontanmeldesystem von Gesundheitsstörungen durch Chemikalien	81
2.4.3.4	Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes	82
2.4.3.5	Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank	84
2.4.4	Beispiele umweltepidemiologischer Studien in Deutschland	86
2.4.4.1	Monitoringprojekte, Surveys, Surveillance- und Sentinel-Projekte Wirkungskataster-Untersuchungen	87
2.4.4.2	Regionale Vergleiche (Ost-West)	88
2.4.4.3	Untersuchungen im Zusammenhang mit Wirkungskatastern der Luftreinhaltungspläne	89
2.4.4.4	Untersuchungen zur Altlasten-Problematik	91
2.5	Informations- und Kommunikationssysteme	93
2.5.1	Datenbanken	94
2.5.2	Internet	96
2.5.3	Das Umweltmedizinische Mailbox-Projekt UmInfo	98
2.5.4	„Offline-Systeme“	99
2.5.5	Gemeinsamer Stoffdatenpool Bund / Länder (GSBL)	101
3	Umwelt und Gesundheit - Gesundheitsrelevante Umweltprobleme	102
3.1	Lärm	103
3.2	Luft	106
3.2.1	Außenluft	107
3.2.2	Innenraumluft	111
3.3	Strahlung	117

3.3.1	Ionisierende Strahlung	118
3.3.2	Nichtionisierende Strahlung	121
3.3.2.1	Elektromagnetische Felder	122
3.3.2.2	UV-Strahlung	124
3.4	Wasser	127
3.4.1	Grundwasser	127
3.4.2	Trinkwasser	128
3.4.3	Badewasser	132
3.4.4	Abwasser	134
3.5	Boden und Altlasten	137
3.5.1	Boden	138
3.5.2	Altlasten	139
3.6	Siedlungshygiene	140
3.6.1	Abfallbeseitigung	140
3.6.2	Hygieneschädlinge im Siedlungsbereich	142
3.7	Lebensmittel und Bedarfsgegenstände	144
3.7.1	Lebensmittel	144
3.7.2	Frauenmilch	147
3.7.3	Bedarfsgegenstände	149
3.8	Ausgewählte Produkte	151
3.8.1	Bauprodukte	151
3.8.2	Haushaltschemikalien	154
3.8.3	Biozide und Pflanzenschutzmittel	156
3.9	Ausgewählte Umwelttoxine	158
3.9.1	Schwermetalle	158
3.9.1.1	Blei	159
3.9.1.2	Quecksilber	161
3.9.2	Persistierende organische Verbindungen	162
3.9.2.1	Polychlorierte Biphenyle	162
3.9.2.2	Dioxine	165
3.10	Störfälle	166

3.11	Gesundheitliche Aspekte globaler Umweltveränderungen	168
3.11.1	Zerstörung der Ozonschicht	170
3.11.2	Veränderung des globalen Klimas	173
3.12	Maßnahmenumsetzung	177
4	Umwelt und Gesundheit - Standortbeschreibung - Strategien - Maßnahmenvorschläge	179
4.1	Umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung bzw. gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung	179
4.1.1	Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98	179
4.1.2	Umwelt-Survey und Humanprobenbank	181
4.1.3	Das Konzept für ein Umweltbeobachtungsprogramm des Bundes	182
4.1.4	Das Konzept einer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung bzw. einer gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung	183
4.1.5	Das Konzept eines Umwelt-Gesundheits-Surveillance-Systems	184
4.2	Risikobewertung und Standardsetzung	187
4.2.1	Zur Harmonisierung von Umweltstandards - Probleme und Lösungsansätze	187
4.2.2	Ziele und Rahmenbedingungen für eine Harmonisierung der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards	188
4.2.2.1	Problematik und Empfehlungen	188
4.2.2.2	Rechtliche Aspekte der Standardsetzung	193
4.2.2.3	Synopsis der in Deutschland bestehenden Verfahren zur Erarbeitung gesundheitsbezogener Umweltstandards	195
4.2.2.4	Gesundheitsbezogene Umweltstandards: Stand und Perspektiven	196
4.2.3	Einsetzung einer Arbeitsgruppe zu grundsätzlichen und methodischen Fragen der medienübergreifenden Standardsetzung	197
4.3	Informationsmanagement	199
4.4	Risikokommunikation und Bürgerbeteiligung	206
4.4.1	Risikokommunikation und Risikomanagement	206
4.4.2	Anlaß und Ziele der Risikokommunikation	208
4.4.3	Erfolg von Risikokommunikation	209
4.4.4	Differenzen bei der Risikobewertung	211
4.4.4.1	Bewertungsdifferenzen zwischen Laien und Experten	211
4.4.4.2	Ein allgemeines Modell von Bewertungsdifferenzen	212
4.4.5	Gattungen von Risikokommunikation	214
4.4.5.1	Koordination von Risikodialogen und -diskursen	215
4.4.5.2	Aufklären über Risiken	216
4.4.6	Ansätze zur Verbesserung der behördlichen Risikokommunikation	219

4.4.6.1	Organisatorische Verbesserungen	223
4.5	Umweltmedizin	224
4.5.1	Standortbestimmung	224
4.5.2	Methodisches Instrumentarium der Umweltmedizin	225
4.5.3	Probleme der Qualitätssicherung	227
4.5.4	Organisationsformen der Umweltmedizin	229
4.5.5	Strukturelle Anbindung der „Klinischen Umweltmedizin“	229
4.5.6	Förderung der Umweltmedizin durch die zuständigen wissenschaftlichen Bundesoberbehörden - Zuständigkeiten, Arbeitsschwerpunkte und Kooperation	234
4.6	Forschung zu Umwelt und Gesundheit	238
4.6.1	Rahmenbedingungen	238
4.6.2	Relevante Forschungsfelder	239
	Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen	241
	Defizite in der Humantoxikologie	241
	Optimierung von Expositionsmodellen	243
	Evaluation von Register- und Monitoring-Systemen	244
	Prioritäre Expositionen	244
	Harmonisierung der gesundheitsbezogenen Standardsetzung	250
	Praxisorientierte Risikokommunikation / Evaluation von Bürgerbeteiligungsmodellen	251
	Forschungsprojekte, die sich speziell auf die Erfordernisse der Risikokommunikation von Bundesoberbehörden beziehen	251
	Evaluation der Umweltmedizin	252
4.6.3	Forschungskoordination	253

1 Einführung

1.1 Der Weg von Frankfurt über Helsinki nach London

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß der vorsorgende Schutz und die Förderung der menschlichen Gesundheit nicht allein durch die Medizin und die medizinischen Versorgungsstrukturen gewährleistet werden kann. Zum Gesundheitsschutz der Bevölkerung müssen die vielfältigen Einflüsse aus der Umgebung des Menschen, die sich auf seine Gesundheit auswirken können, kontrolliert werden. Die Qualität der vom Menschen im Rahmen seiner technologischen und zivilisatorischen Entwicklung veränderten Umwelt ist im Hinblick auf Leben und Gesundheit eine wichtige Einflußgröße. Dies gilt besonders mit Blick auf künftige Generationen.

Den Grundstein für eine globale Gesundheitsstrategie legte die 30. Weltgesundheitsversammlung im Mai 1977 mit der Resolution WHO 30.43, in der es heißt, daß „das wichtigste soziale Ziel der Regierungen und der WHO in den kommenden Jahrzehnten sein sollte, daß alle Bürgerinnen und Bürger der Welt bis zum Jahr 2000 ein gesundheitliches Niveau erreicht haben, das es ihnen erlaubt, ein gesellschaftlich und wirtschaftlich produktives Leben zu führen“.

Im Hinblick auf dieses Ziel einigten sich die Mitgliedstaaten der Weltgesundheitsorganisation in der Europäischen Region (WHO-Euro) 1984 durch Verabschiedung der Strategie „**Gesundheit für alle**“ erstmalig auf eine gemeinsame Gesundheitspolitik mit einer Reihe von Zielvorgaben bis zum Jahr 2000. In der Erkenntnis, daß die menschliche Gesundheit von einem breiten Spektrum von Umweltfaktoren abhängig ist, definierten die Mitgliedstaaten unter den insgesamt 38 Zielen dieser Strategie auch sieben Ziele zum umweltbezogenen Gesundheitsschutz, die sowohl die direkten Auswirkungen von Umweltfaktoren (z.B. physikalische, chemische oder biologische Noxen) als auch die indirekten Auswirkungen psychosozialer Faktoren auf Gesundheit und Wohlergehen, u. a. Wohnverhältnisse und Stadtentwicklung betreffen.

Der Ursprung zahlreicher internationaler Initiativen zum Schutz der Umwelt, die teilweise parallel zu den WHO-Euro-Aktivitäten verlaufen, geht auf den von den Vereinten Nationen skizzierten Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung zurück. Nachhaltige Entwicklung bedeutet dabei „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Möglichkeit aufs Spiel zu setzen, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen können“.

Bei der Umsetzung der Ziele der Strategie „Gesundheit für alle“ hat das europäische Regionalbüro der WHO erkannt, daß für den Bereich "environmental health"¹ europaweit Verbesserungen nur im

¹ Einen passenden deutschen Begriff gibt es für „Environmental Health“ nicht. WHO-Euro definiert Environmental Health (EH): „Environmental health comprises those aspects of human health, including quality of life, that are determined by physical, biological, social and psychological factors in the environment. It also refers to the theory and practice of assessing, correcting, controlling and preventing those factors in the environment that potentially affect adversely the health of present and future generations“. Im deutschen Sprachgebrauch umfaßt EH sowohl die Umwelteinwirkungen auf die menschliche Gesundheit als auch den umweltbezogenen Gesundheitsschutz (Umwelthygiene, Umweltmedizin) und den gesundheitsbezogenen Umweltschutz.

Zusammenwirken der Verantwortlichen für die Sektoren Gesundheit und Umweltschutz möglich ist. Deutschland hat diesen Gedanken aktiv unterstützt und dazu beigetragen, daß die Erste Europäische Konferenz „Umwelt und Gesundheit“ 1989 in Frankfurt stattfand. Die Konferenz, an der die Gesundheits- und die Umweltminister der europäischen Region teilnahmen, fiel in die Zeit des großen Umbruches im Osten und ermöglichte offene Diskussionen und richtungsweisende Beschlüsse. Als zentrales und wegweisendes Dokument wurde auf der Konferenz die **Europäische Charta „Umwelt und Gesundheit“** verabschiedet, deren Grundsätze für lange Zeit Gültigkeit haben dürften. In dieser Charta werden u.a. Rechte und Pflichten definiert. Zu den Rechten ist dort ausdrücklich festgehalten:

„Jeder Mensch hat Anspruch

- auf eine Umwelt, die ein höchstmögliches Maß an Gesundheit und Wohlbefinden ermöglicht
- auf Informationen und Anhörung über die Lage der Umwelt, sowie über Pläne, Entscheidungen und Maßnahmen, die voraussichtlich Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit haben,
- auf Teilnahme am Prozeß der Entscheidungsfindung."

Als konkretes Ergebnis dieser WHO-Initiative wurde mit Sitz in Bilthoven (Niederlande), Rom und Nancy mit finanzieller Unterstützung der dortigen nationalen Regierungen das **Europäische Zentrum für Umwelt und Gesundheit** (European Centres for Environmental Health) eingerichtet.

Die mit der Frankfurter Konferenz begonnenen Aktivitäten der WHO in Europa sind auch als Reaktion auf die wachsende Besorgnis der europäischen Öffentlichkeit über Umwelteinflüsse auf den Gesundheitszustand zu verstehen. In Vorbereitung auf die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED), die 1992 in Rio de Janeiro stattfand, etablierte die WHO eine Kommission für Gesundheit und Umwelt, deren Bericht „**Our Planet, our Health**“ der UNCED ein umfassendes Bild über die Weltgesundheitslage in diesem Kontext vermittelt.

Zur Umsetzung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung wurde in Rio ein Aktionsprogramm für eine gesellschaftlich und wirtschaftlich dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung im 21. Jahrhundert verabschiedet. Diese sogenannte „**Agenda 21**“ basiert auf der Erkenntnis, daß eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung von den Regierungen und Völkern neue Denkansätze verlangt. Ohne einen solchen Wertewandel würde die Umwelt noch stärker belastet werden, was letztlich die Lebensqualität und Gesundheit sowie die Chancen zukünftiger Generationen weiter beeinträchtigen würde.

Zur Konkretisierung der 1989 im Rahmen der Europäischen Charta „Umwelt und Gesundheit“ beschlossenen allgemeinen Zielsetzungen wurde in einem ersten Schritt zur 2. Konferenz „Umwelt und Gesundheit“ der WHO 1994 in Helsinki ein umfassender Situationsbericht über den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Europa vorgelegt. Dieser Bericht mit dem Titel „**Sorge um Europas Zukunft (Concern for Europe’s Tomorrow)**“ wurde von dem Europäischen Zentrum für Umwelt und Gesundheit unter Einbeziehung des wissenschaftlichen Sachverständes der Region

erarbeitet. Aufbauend auf diesem Bericht wurde ein **Europäischer Aktionsplan „Umwelt und Gesundheit für Europa“ (EHAPE)** mit konkreten Zielsetzungen und Handlungsstrategien entwickelt, der auf der Zweiten Europäischen Konferenz verabschiedet wurde. Die Teilnehmer verpflichteten sich, diesen Europäischen Aktionsplan jeweils durch **„Nationale Aktionspläne Umwelt und Gesundheit“ (NEHAP)** umzusetzen, die bis Ende 1997 erstellt werden sollten. Zur Koordination wurde ein „European Environment and Health Committee (EEHC, Europäischer Ausschuss Umwelt und Gesundheit)“ eingerichtet.

Die 2. Konferenz, zu deren Gelingen Deutschland als Gastgeber bei der Vorkonferenz in Hamburg beigetragen hat, fand in einem gegenüber 1989 politisch völlig veränderten Europa statt. Die Zahl der Mitgliedstaaten hatte sich von 29 auf 50 erhöht. Gleichzeitig mit dem politischen Wandel waren signifikante Veränderungen der demographischen und sozialen Struktur der europäischen Bevölkerung eingetreten, gefolgt von einer weitreichenden wirtschaftlichen Rezession mit steigender Arbeitslosigkeit, insbesondere unter jungen Menschen. Die meisten mittel- und osteuropäischen Länder (MOE) und die unabhängigen Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion (GUS) sind seitdem bei ihrem Übergang von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft mit großen Wirtschaftsproblemen konfrontiert. Sie haben darüber hinaus mit besonderen umwelthygienischen Problemen zu kämpfen, zu deren Lösung oft die erforderlichen Institutionen und personellen Kapazitäten fehlen. Aber auch in anderen Teilen Europas bestehen teilweise noch erhebliche Umwelt- und Gesundheitsprobleme. Auch hier belastet die wirtschaftliche Rezession und Globalisierung die eigenständige Problembewältigung. Zusätzlich werden aber insbesondere den führenden Industrienationen erhebliche Anstrengungen zur gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umgestaltung mit dem Ziel einer dauerhaften und umweltgerechten Entwicklung abverlangt.

1999 sollen auf der 3. Europäischen Konferenz „Umwelt und Gesundheit“ in London zur Konsolidierung des eingeschlagenen Weges die mit den Nationalen Aktionsplänen Umwelt und Gesundheit gemachten Erfahrungen ausgewertet werden.

1.2 Erarbeitung des Aktionsprogrammes Umwelt und Gesundheit in Deutschland

Das Muster für Nationale Aktionspläne Umwelt und Gesundheit liefert der Europäische Aktionsplan, der für die Maßnahmen in den Ländern neben Managementinstrumenten eine umfassende politische Orientierung hinsichtlich des Umweltschutzes vorsieht, soweit er von gesundheitlicher Relevanz ist.

Eine solche umfassende Neukonzeption zielt vor allem auf die Bedürfnisse der sich im Umbruch befindlichen Staaten des früheren Ostblocks.

In Deutschland sind in den zurückliegenden Jahren bereits wesentliche Teile einer solchen Konzeption durch Politik und Gesetzgebung zu gesundheitsrelevanten Umwelteinflüssen verwirklicht worden. Diese erfolgreiche deutsche Umweltpolitik, die die Gesundheit des Menschen schützt und fördert, wird fortgesetzt. Dies betrifft sowohl übergreifende Politikbereiche, insbesondere Energie und Verkehr, als auch eine Vielzahl von Einzelzielen. Deutliche Defizite bestehen in Deutschland jedoch

hinsichtlich der bestehenden organisatorischen und strukturellen Voraussetzungen und der Managementstrategien im Bereich Umwelt und Gesundheit.

Das Bundesministerium für Gesundheit und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit haben vereinbart, ihren Verpflichtungen aus der Konferenz von Helsinki mit einem gemeinsamen Aktionsprogramm nachzukommen, das schwerpunktmäßig den Abbau dieser Defizite zum Inhalt hat. Im Mai 1997 haben sie „Informationen zu Zielen und Aufgaben des Gemeinsamen Aktionsprogramms ‘Umwelt und Gesundheit’ des Bundesumweltministeriums und des Bundesgesundheitsministeriums“ veröffentlicht.

Danach verfolgt das Aktionsprogramm das Ziel, den Bereich des gesundheitlichen Umweltschutzes und der Umweltmedizin im Rahmen einer Gesamtstrategie auf eine breitere, den aktuellen und zukünftigen Erfordernissen entsprechende Basis zu stellen. Mit der Erarbeitung der vorliegenden Dokumentation zum Aktionsprogramm wurden die für Umwelt und Gesundheit zuständigen wissenschaftlichen Bundesoberbehörden (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin - BgVV, Robert Koch-Institut - RKI, Umweltbundesamt - UBA und Bundesamt für Strahlenschutz - BfS) beauftragt. Durch die Einbindung eines interdisziplinären Beraterkreises wurde die fachliche Kompetenz auf eine breite Basis gestellt.

Zwischen BgVV, RKI und UBA wurden bereits im Zuge der Vorbereitung des Aktionsprogramms strukturelle Veränderungen zur besseren Kooperation auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit vereinbart. Am Robert Koch-Institut wurde ein Fachgebiet Umweltmedizin eingerichtet und in Zusammenarbeit mit der Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU) der Deutschen Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin der modellhafte Auf- und Ausbau eines umweltmedizinischen Informations- und Kommunikationssystems in Angriff genommen. Das neu am RKI etablierte WHO-Zentrum für Information und Kommunikation im Bereich Umwelt und Gesundheit stellt das Bindeglied zur internationalen Ebene dar. Als erste der drei Bundesbehörden wurde das BgVV inzwischen als Weiterbildungsstätte für das Gebiet Umweltmedizin anerkannt. In Kooperation mit Einrichtungen der Freien Universität, der Humboldt-Universität und Einrichtungen des Landes Berlin ist ein Curriculum für weiterbildungsinteressierte Ärztinnen und Ärzte ausgearbeitet worden.

Mit Förderung aus Mitteln des Bundes wurden in Kooperation mit der WHO-Euro mehrere international besetzte Workshops veranstaltet, so zu den Themen Umweltmedizin (Berlin, Januar 1996), Multiple Chemikalienüberempfindlichkeit/MCS (Berlin, Februar 1996), Information und Kommunikation (Michelstadt i. Odenwald, März 1997) und Implementation von lokalen Aktionsplänen und Information der Öffentlichkeit (Babelsberg, Januar 1998). Außerdem wurde im Rahmen des Umweltforschungsplans ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Harmonisierung gesundheitsbezogener Umweltstandards“ vergeben.

Ein zentrales Element des NEHAP-Prozesses ist die Einbindung nichtstaatlicher Organisationen. Auch in Deutschland soll die Umsetzung des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit in intensivem Diskurs mit allen Beteiligten und Betroffenen erfolgen. Im Vorfeld (Herbst 1998) wurde von der Ärztekammer Niedersachsens ein Diskussionsforum „Umwelt und Gesundheit“ veranstaltet.

1.3 Umwelt und Gesundheit - Standpunkte und Perspektiven

Die seit einigen Jahren auch weltweit zunehmende und von Sorge getragene Diskussion zur Bedrohung der menschlichen Gesundheit durch anthropogene Umwelteinflüsse entwickelte sich vor dem Hintergrund einer umfassenden wissenschaftlich-technischen Revolution, die mit einem erheblichen Wachstum der Wirtschaft, des Verkehrs, des Ressourcen- und Energieverbrauches und daher mit einschneidenden Umweltveränderungen verbunden war. Quantitative und qualitative Änderungen der stofflichen Zusammensetzung können in den Bereichen Wasser, Luft und Lebensmittel für die Gesundheit einschneidende Folgen haben, insbesondere wenn potentiell gesundheitsgefährdende Stoffe beteiligt sind. Gleiches gilt für die belebten Erreger.

Durch die Berücksichtigung gesundheitsbeeinträchtigender Umweltfaktoren und Umweltveränderungen wurde es prinzipiell möglich, den Prozeß technologischer Veränderungen im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes weitgehend zu kanalisieren und Gesundheitsgefahren abzuwehren.

Die Gesundheit des Menschen hängt jedoch, anders als bei den pflanzlichen Lebensformen, nicht allein von den physikalischen und chemischen Bedingungen im unmittelbaren Umfeld der Oberfläche des Organismus ab. Die stofflichen Abhängigkeiten bilden nur einen, allerdings sehr wichtigen Aspekt einer gesundheitsverträglichen Umwelt. Die Gesundheit des Menschen entwickelt sich vielmehr weiträumig in Wechselbeziehung zu ökologisch-natürlichen, sozialen, wirtschaftlich-technologischen und kulturellen Systemen im Sinne einer fortschreitenden Harmonisierung von Eigen-, Mit- und Umwelt.

Gesundheit als beständiges Bestreben des Menschen, eine lebensfähige Überein- und Abstimmung zwischen sich und seinem Umfeld vorzunehmen und sich als Teil eines Ganzen zu verstehen, stellt somit weit mehr als physikalische und chemische bzw. toxikologische und infektiologische Anforderungen an die Umwelt. Die Forderung nach Abwesenheit pathogener Stoffkonzentrationen, pathogener physikalischer Größen oder pathogener biologischer Krankheitsfaktoren reicht demnach für die Beschreibung einer gesundheitsgerechten Umwelt nicht aus. Die o.g. Vorstellung von Gesundheit erfordert, die Systeme Mensch, Natur, Technik, Gesellschaft und Kultur zu einem Ganzen zu verbinden und weiterzuentwickeln.

Die Auffassung zum Verhältnis von Umwelt und Gesundheit folgt einem Modell, nach dem gesundes Leben und heilsame Lebensumstände als verständlich oder zueinander im Zusammenhang stehen und das eigene gesunde Leben als bedeutungsvoll wahrgenommen werden: Gesundheitsfördernde Lebensbedingungen unterstützen die natürlichen Fähigkeiten zur Selbstregulation und Heilung sowie den Prozeß einer inneren und äußeren Abstimmung.

Hieraus ergeben sich konkrete Zielsetzungen und weit über die Einhaltung von Grenz- und Richtwerten hinausgehende Anforderungen an die Umwelt des Menschen, wenn Gesundheit des einzelnen und der Gemeinschaft weiter gefördert und die Bedrohung durch die bisher weitgehend unberücksichtigten Gefahren strukturell-systematischer Art abgewehrt werden soll.

Verstehbarkeit und Verständlichkeit

Verständlichkeit in Bezug auf die umweltbeeinflussenden Technologien setzt umfassende Information und Transparenz der Strukturen, der Produktionsabläufe und der technologischen Folgewirkungen von der Herstellung bis zur Anwendung voraus. Wissen und Wissensverständnis sind Voraussetzungen für aktives Entscheiden und Handeln des einzelnen und den Aufbau einer auch nach individuellen Maßstäben gesundheitsgerechten Mit- und Umwelt. Nicht nur die Produktqualität, auch die Prozeßqualität muß für den gesundheitsbewußten Konsumenten wahrnehmbar, vermittelbar und bewertbar sein. Das ausschließliche Festhalten an der Produktqualität und die weitgehende Gleichgültigkeit gegenüber der Prozeßqualität mit ihren umwelttoxikologischen, sozialen und kulturellen Ebenen zwingt den Menschen zur Hilflosigkeit und gesundheitlichen Inkompetenz im umfassenden Sinn, da ein Gefühl der Kohärenz mangels Übersicht und wegen der Unfähigkeit, organisatorisch-strukturelle Widersprüchlichkeiten erkennen und beheben zu können, nicht erzeugt werden kann. Absichtliches Vorenthalten wichtiger Prozeßinformationen, z.B. weil die Zustimmung und die gesundheitliche Akzeptanz auszubleiben droht, oder primär nicht bestehende Informationsbereitschaft, z.B. wegen zu hoher Anforderungen an Wissen und Ausbildung, können ebenso Verunsicherung und ein Gefühl der Bedrohung hervorrufen wie Expositionen gegenüber potentiell gesundheitsbeeinträchtigenden Stoffmengen.

Als ein Beispiel für eine solche gesundheitsrelevante Prozeßeigenschaft eines Produktes könnte der hierzu aufgewendete Güterverkehr auf der Straße genannt werden, der einerseits Siedlungsraum, Natur und Umwelt, aber auch Ressourcen und Gesundheit in hohem Maße beeinträchtigt, andererseits in Bezug auf Personalkosten (Niedriglohn-Länder), Umweltauflagen und reduzierte Lagerhaltung ökonomische Vorteile bieten kann.

Akzeptanz

Akzeptanz von Verfahrensweisen und Technologien usw. gründet sich auf Wissen in Bezug auf den persönlichen Nutzen, auf die gesundheitlichen Risiken und ihre soziale und umweltbezogene Relevanz. Akzeptanz wird erst möglich durch umfassende Information und durch Verständlichkeit, sie setzt aber auch Alternativen zu Prozeß-, Produkt- und Systemeigenschaften voraus. Durch individuelle Inanspruchnahme dieser Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten erfolgt persönliche Akzeptanz und damit das Herstellen von Kohärenz und Sinn, so daß sich ein Gefühl von gesundheitlicher Aktivität in umfassender Weise einstellen kann. Das entsprechende Verhalten ganzer Gruppen führt zu einem entsprechenden Gesundheits- bzw. auch Krankheitsstatus auf epidemiologischer Ebene.

Für Einrichtungen der allgemeinen öffentlichen Gesundheitsfürsorge und der Gesundheitsdienste ergeben sich Möglichkeiten, ihrerseits eine umfassende, schwerpunktsetzende und ganzheitliche Gesundheitspflege zu betreiben, indem sie über Wissensvermittlung, Information und Beratung Prozesse des Verstehens und der Akzeptanz fördern.

Rationalität nach Menschenmaß

Die Erschließung der Zusammenhänge zwischen Gesundheit und Umwelt erfolgt durch Berücksichtigung von Einsichten und wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Umwelt und durch Wahrnehmung gesundheitlicher Bedürfnisse auf den verschiedenen Ebenen. Dieser Prozeß steht nicht im Widerspruch zu einer rein wissenschaftlichen Analyse oder einer streng von wissenschaftlichen Maßstäben bestimmten Technologie, wenn Wissen und Subjektivität in ihrer Untrennbarkeit anerkannt werden und die Behauptung subjektivitätsfrei Objektivität herstellen zu können, als Illusion erkannt wird. Danach gibt es keine Erfahrung oder Induktion, die nicht bereits durch den Verstand interpretiert wird, wie es auch unmöglich ist, Wissen über die Umwelt hervorzubringen, dem erst das menschliche Subjekt nachträglich zur Seite gestellt wird.

1.4 Das politisch-gesellschaftliche Problemfeld „Umwelt und Gesundheit“ in Deutschland

Deutschland hat eine lange Tradition im Gesundheits- und Umweltschutz. Entwicklungen wie die Industrialisierung, die bauliche Verdichtung in den städtischen und industriellen Ballungsräumen, die Konzentration und die Intensivierung in der Landwirtschaft sowie die Zunahme des motorisierten Straßenverkehrs durch die Lage im Zentrum Europas haben in Deutschland vielfältige Probleme der Umweltbelastung und ihre Wirkung auf die menschliche Gesundheit schon früh offensichtlich werden lassen und waren Anlaß zu staatlichen Maßnahmen zum Schutz von Umwelt und menschlicher Gesundheit.

Die Erfolge in vielen Teilbereichen bestätigen, daß wir auf das im Umweltschutz bisher Erreichte mit Recht stolz sein können. Deutschland steht nach dem WHO-Bericht „Sorge um Europas Zukunft“ in der europäischen Region an erster Stelle in der industriellen Produktion, stellt die mengenmäßig meisten Chemikalien, Maschinen und Verkehrsmittel sowie die größte Menge industriell verarbeiteter Nahrungsmittel her und besitzt wegen seiner zentralen Lage in Europa das überlastetste Straßenverkehrsnetz. Dennoch gehört beispielsweise der Wintersmog in den Ballungsgebieten der Vergangenheit an. Das Trinkwasser ist, von wenigen Ausnahmen abgesehen, sauber, die Lebensmittelüberwachung vorbildlich. Massive Umweltbelastungen durch Spitzenkonzentrationen von Schadstoffen sind nahezu völlig beseitigt worden, der Eintrag einer Reihe als wesentlich erkannter Schadstoffe konnte erheblich reduziert werden. Dennoch bleibt unbestritten noch sehr viel zu tun, um für alle eine gesundheitsverträgliche Umwelt zu garantieren und diese für die zukünftigen Generationen zu erhalten.

Gesundheitsgefahren aus der durch menschliche Aktivitäten veränderten und belasteten Umwelt waren in den vergangenen zwei Jahrzehnten und sind auch heute noch Gegenstand einer in der Öffentlichkeit äußerst kontrovers geführten Diskussion. Als prägnante Beispiele seien Holzschutzmittel in Innenräumen, Sommersmog, Dioxine in der Muttermilch, Pestizide im Trinkwasser und in Lebensmitteln, Pilze im Biomüll und Strahlung von Funktelefonen genannt. Hinzu kommen Presseberichte und Warnungen von Wissenschaftlern über langfristige Veränderungen der

Umwelt, die gleichfalls Rückwirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben können, sei es die Ausbeutung natürlicher Ressourcen mit langfristigen Folgen, z.B. die Absenkung des Grundwasserspiegels, die „Chemisierung“ der Umwelt, die starke Ausdünnung der Ozonschicht mit Zunahme der UV-Strahlung, die Veränderung des Klimas mit Folgen für Ernährung, Wasserversorgung und die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen - um einige Gegenstände der Besorgnis zu nennen.

Die Gefahren, über die berichtet und diskutiert wird, stehen in der öffentlichen Wahrnehmung scheinbar gleichberechtigt nebeneinander, so daß der Eindruck entsteht, daß sie mehr oder weniger gleich groß und gleich bedeutsam sind. Da aber die anstehenden Probleme hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Risiken sehr unterschiedlich sind und die Kapazitäten von Staat und Gesellschaft generell, besonders aber in wirtschaftlich schwierigen Zeiten, begrenzt sind, muß zentrale Forderung eine transparente, für jeden Interessierten nachvollziehbare, der Bedeutung des jeweiligen Problems angepaßte Prioritätensetzung sein. Dies bedeutet zum einen, daß zwischen hypothetischen, mehr oder weniger theoretischen, und tatsächlichen Problemen unterschieden werden muß. Zum anderen muß die Größe der jeweiligen Probleme bestimmt oder doch zumindest verlässlich eingeschätzt werden. Eine sinnvolle Prioritätensetzung erfordert somit eine verlässliche Risikoabschätzung und -bewertung.

Der einzelne, der die oben angesprochenen Meldungen über mögliche Gefahren aufnimmt, kann eine solche Risikobewertung angesichts der Vielschichtigkeit der Probleme nicht vornehmen. Seine persönliche Einschätzung des Risikos resultiert aus den ihm verfügbaren Informationen, seinen bisherigen Erfahrungen sowie aus persönlichen Einstellungen und Interessen. Sie kann daher zwischen Nichtbeachtung und völliger Verleugnung eines Problems und Überbewertung bis zu Hysterie und Panik liegen. Dies ist bei der Einschätzung bekannter gesundheitlicher Umweltprobleme auch tatsächlich zu beobachten. So wird der Arbeiter, der seit vielen Jahren bestimmte Klebstoffe einsetzt, die vom Hersteller als gesundheitlich unbedenklich angesehen werden und der selbst keine gesundheitlichen Probleme registriert hat, auf Berichte in der Presse über Gefahren durch diese Klebstoffe eher mit Unverständnis reagieren, im Gegensatz zu einer Mutter, in deren Haus diese Stoffe eingesetzt wurden und die sich Sorgen um die Gesundheit ihrer Kinder macht. Beide Einschätzungen sind verständlich, aber aus einer durch wissenschaftliche Erkenntnisse geleiteten Perspektive möglicherweise falsch.

Für die subjektive Risikoeinschätzung in der Öffentlichkeit haben neben den persönlichen Lebensumständen und Erfahrungen drei Faktoren entscheidende Bedeutung:

- Informationen durch die Medien
- Information durch staatliche Einrichtungen und
- durch betroffene Kreise.

Die Medien haben in der modernen Informationsgesellschaft eine unbestritten große Bedeutung für die Information der Bevölkerung. Gleichmaßen groß ist ihr Einfluß auf die Bildung von subjektiven Einstellungen und Meinungen. Dies zeigt sich im Bereich Umwelt und Gesundheit sehr deutlich. Gerade weil die hier anstehenden Probleme außerordentlich vielschichtig und vielfach ungeklärt sind, ist einerseits objektive Information als Grundlage für eine sachliche Diskussion wichtig, andererseits

besteht aber breiter Raum für Spekulationen und Behauptungen. So haben die Medien auf der einen Seite in etlichen Fällen durch informative Berichterstattung erst dazu beigetragen, daß Umwelt- und Gesundheitsprobleme erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen veranlaßt wurden. Auf der anderen Seite wird die Möglichkeit zu Sensationsmeldungen nur zu gern genutzt - Stichwort: only bad news are good news - , verspricht doch die stark emotional besetzte Thematik 'Gefahr für die Gesundheit' stets große Aufmerksamkeit. Wesentlich ist dabei, daß sich einmal aufgestellte Behauptungen in diesem Bereich angesichts großer Erkenntnisunsicherheiten nur schwer widerlegen lassen. Behauptungen können sich durch häufige Wiederholung - ohne dadurch richtiger zu werden - derart verfestigen, daß sie als Tatsache akzeptiert werden.

In engem Wechselspiel zur Rolle der Medien steht die Informationspolitik des Staates und betroffener Kreise. Hier sind gerade auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit in der Vergangenheit Fehler gemacht worden, die zu einem erheblichen Vertrauensverlust in der Bevölkerung geführt haben. Fälle, in denen auf den Bericht über ein Problem dieses in offiziellen Verlautbarungen zunächst als nicht vorhanden oder als nicht bedeutsam bezeichnet wurde, im weiteren Verlauf dann aber - auf öffentlichen Druck - nach und nach zugegeben wurde und schließlich - ob aus sachlichen oder nur aus politischen Gründen - staatliche Maßnahmen veranlaßt wurden, haben sicher dazu beigetragen, daß viele Bürgerinnen und Bürger heute eher der schlimmsten Sensationsmeldung in der Presse Glauben schenken als einer dazu herausgegebenen staatlichen Pressemitteilung. Dabei spielt sicher eine Rolle, daß bisweilen - ob zu Recht oder zu Unrecht - der Eindruck entstanden ist, staatliche Stellen stellen sich aus wirtschaftlichen Gründen eher vor die betroffene Industrie, als die Interessen der Bevölkerung zu vertreten.

Eine entscheidende Voraussetzung dafür, daß die grundlegende Forderung nach einer möglichst sachgerechten Prioritätensetzung bei der Behandlung umweltbezogener Gesundheitsprobleme umgesetzt werden kann, besteht darin, das teilweise verlorene Vertrauen der Bevölkerung in Entscheidungen der Politik zurückzugewinnen. Die Verwirklichung dieses Ziels wird durch Verharmlosung von Problemen genauso gefährdet wie durch das Ergreifen von Maßnahmen, die das Problem objektiv nicht erfordert hätte oder deren Größenordnung inadäquat ist und die nur aus politischen Gründen getroffen wurden, weil dem öffentlichen Druck - angesichts des mangelnden Vertrauens in staatliche Aussagen - anscheinend nicht anders begegnet werden konnte. Es wäre jedoch falsch anzunehmen, das grundlegende Problem liege allein darin, daß es Administration und Politik vielfach offenbar nur unzureichend gelingt, der Bevölkerung die Bedeutung und Größe des Problems richtig darzustellen. Um einen Konsens über erforderliche Maßnahmen herbeizuführen, bedarf es mehr als der reinen Wissensvermittlung. Wesentlich ist dafür vor allem auch die wechselseitige Bereitschaft, unterschiedliche Positionen zu achten und Verständnis für deren Hintergründe zu gewinnen.

Eine Prioritätensetzung im Themenfeld Umwelt und Gesundheit vom Staat wird zu Recht erwartet. Noch fehlen aber häufig selbst die Grundlagen für eine an objektiven Kriterien orientierte Risikoabschätzung. Vielfach fehlt es an belastbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen und Daten, unter anderem dadurch bedingt, daß die in Frage stehenden Probleme entweder neu auftreten oder - auch bei bekannten Problemen, wie z.B. der gesundheitlichen Wirkung von Chemikalien - neue

Fragen aufgeworfen werden, die von Wissenschaft und Forschung bislang noch nicht oder nur in Ansätzen aufgearbeitet worden sind.

Angesichts der wissenschaftlichen Erkenntnislücken und wissenschaftsimmanenten Unsicherheiten, die nicht die Ausnahme, sondern die Regel sind, reicht es nicht aus, auf die Notwendigkeit weiterer Forschung zu verweisen. Die häufig getroffene Aussage, die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse reichten zu Begründung konkreter Maßnahmen nicht aus, und es müsse daher auf diesem Gebiet zunächst vermehrt geforscht werden, wird von Betroffenen, die zu Recht Angst vor vermeintlichen oder tatsächlichen Gefahren haben, oft als Verzögerungstaktik angesehen. Dies ist bis zu einem gewissen Grade auch verständlich, ziehen doch neue Forschungen häufig nur neue offene Fragen nach sich, so daß auf diese Weise häufig das Ergreifen von Maßnahmen auf unbestimmte Zeit verschoben wird. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der hier keineswegs unumstrittenen Rolle der Wissenschaft.

Während der sogenannten etablierten Wissenschaft oftmals unterstellt wird, sie sei nur auf immer neue Forschungsgelder aus oder sie betreibe - unter Hinweis auf die wissenschaftlichen Unsicherheiten - im Verein mit Staat und Industrie eine Verharmlosung der Probleme, treten zunehmend kritische „Gegenwissenschaftler“ auf. Sie argumentieren quasi im umgekehrten Sinne und fordern unter Bezug auf konstatierte Hinweise zum Vorliegen einer Gefahr oder teilweise sogar nur in Anbetracht der abstrakten Möglichkeit einer Gefahr sofortiges vorsorgliches Handeln. Sie begründen dies damit, daß das Warten auf wissenschaftlichen Kriterien genügenden Beweise im Hinblick auf die möglichen schwerwiegenden Folgen nicht verantwortbar sei. Diese Argumentation stößt in Medien und Öffentlichkeit verständlicherweise auf mehr Resonanz als der Hinweis auf die wissenschaftlich ungeklärte Situation. Allerdings führt dies auch zu der grotesken Situation, daß demjenigen, der das schlimmste Szenario anbietet, häufig am ehesten geglaubt wird.

Diese Situationsdarstellung läßt deutlich werden, daß es eines Verfahrens bedarf, das Grundzüge nachvollziehbarer und allgemein akzeptierter Kriterien zum Umgang mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen und den Unsicherheiten bei der Risikoabschätzung festschreibt. Ein solches existiert bisher nicht. In verschiedenen staatlichen Regelungsbereichen existieren zwar etablierte Verfahren der Risikoabschätzung wie z.B. die Technical Guidance Documents für die Risikobewertung von neu notifizierten Stoffen und von Altstoffen. Sie unterscheiden sich jedoch insbesondere in ihren Grundannahmen, z.B. bezüglich der gewählten Sicherheitsfaktoren, mit denen die vorhandenen Unsicherheiten kompensiert werden sollen. Die einzelnen Vorgehensweisen haben sich mit der Zeit aus den jeweiligen aktuellen Erfordernissen entwickelt, sie beruhen nur in begrenztem Umfang auf einer einheitlichen und einvernehmlichen Grundlage und sind in ihrer Begründung für die Öffentlichkeit nicht transparent. Der Bürgerin oder dem Bürger ist kaum zu erklären, warum beispielsweise die Bestimmung von Risiken durch Schadstoffe in der Innenraumluft nach anderen Kriterien erfolgen soll, als dies für gesundheitliche Auswirkungen von Schadstoffbelastungen in Lebensmitteln erfolgt. Die notwendige Entwicklung eines allgemein akzeptierten Verfahrens zur Risikoabschätzung kann nicht von der Wissenschaft oder der Administration allein geleistet werden. Insbesondere die Beantwortung der Frage, wie mit den Unsicherheiten oder dem Nichtwissen umgegangen werden soll - ob beispielsweise unsichere Erkenntnisse zunächst nicht berücksichtigt oder

aber eher wie eine bereits bestehende Gewißheit behandelt werden sollen - ist nicht nur wissenschaftlicher, sondern auch gesellschaftlich-politischer Natur. Daher muß hierzu ein gesamtgesellschaftlicher Konsens angestrebt werden.

Das gleiche gilt für die nächste Stufe, wenn die Größe eines bestimmten Risikos aufgrund eines allgemein akzeptierten Verfahrens abgeschätzt worden ist, nämlich die Entscheidung darüber, welches Risiko die Gesellschaft - etwa als Preis für wirtschaftliche Entwicklung und Wohlstand - zu akzeptieren bereit ist. Ein solcher Diskurs über das tolerierbare und akzeptable Risiko ist national und international dringend erforderlich.

Es wird auch weiterhin angesichts widerstreitender Auffassungen und Einstellungen überaus schwierig sein, diesen Konsens zu erzielen. Hier steht u.a. zur Diskussion, ob und mit welcher Gewichtung die Risiken durch Gefahren aus der Umwelt im Vergleich mit anderen Lebensrisiken bewertet werden sollen. Zum einen stellt sich die Frage, ob grundsätzlich vermeidbaren Gefahren durch anthropogene Umweltbelastungen (technische Risiken) ein anderer Stellenwert zukommt als unvermeidbaren Gefahren des Lebens, wie z.B. Blitzschlag oder Naturkatastrophen. Zum anderen besteht das Problem, daß freiwillig eingegangene Risiken, z.B. durch das Rauchen, - obwohl sie objektiv betrachtet viel größer sind - vom einzelnen als weniger bedrohlich angesehen werden oder zumindest trotz der unterschiedlichen Gefahrenlage leichter toleriert werden als anthropogene Umweltrisiken, denen er unfreiwillig und ohne die Möglichkeit der Einflußnahme ausgesetzt ist. Die Folge ist, daß an die Reduzierung oder Beseitigung solcher unfreiwillig hinzunehmender Umweltrisiken in der Regel von der Öffentlichkeit ein wesentlich strengerer Maßstab angelegt wird. Angesichts dieser Problematik ist die Frage zu diskutieren, ob evtl. auf die Festlegung eines in Zahlen angegebenen akzeptablen Risikos verzichtet werden könnte, wenn auf der Grundlage einer allgemein akzeptierten Abschätzung der Risiken gesundheitlicher Umweltgefahren eine Rangfolge der bestehenden Probleme erarbeitet werden könnte und Einigkeit darüber bestünde, daß die zur Verfügung stehenden Mittel und Kapazitäten entsprechend einer solchen Prioritätenliste eingesetzt werden.

Eine politisch-gesellschaftliche Konvention darüber, wie die Risiken umweltbedingter Gesundheitsgefahren bewertet werden sollen, ist dringend erforderlich. Sie ist die entscheidende Voraussetzung dafür, daß die auf der Basis von Risikobewertungen getroffenen staatlichen Maßnahmen, wie z.B. Verbote bestimmter Stoffe oder Festlegung von Grenzwerten, transparent gemacht werden können und damit die Wahrscheinlichkeit einer allgemeinen gesellschaftlichen Akzeptanz für konkrete Maßnahmen steigt.

Das Fehlen dieser Voraussetzung und die Tatsache, daß eine Kultur der verständnisorientierten Konfliktaustragung bei uns bislang nicht ausreichend entwickelt ist, sind die Gründe dafür, daß ein sachgerechtes und erfolgreiches Risikomanagement unter adäquater Beteiligung der Betroffenen bis heute weitgehend fehlt oder nur in Ansätzen vorhanden ist. Dies sind aber die entscheidenden Gründe für das oben dargestellte mangelnde Vertrauen von Teilen der Bevölkerung in staatliche Entscheidungen.

Entsprechendes gilt für eine aktive Informationspolitik des Staates auf dem Gebiet gesundheitlicher Umweltprobleme. Bis heute liegen hierzu nur - zumeist durch aktuelle Problemsituationen herausgeforderte - Einzelaussagen vor. Eine zusammenfassende Darstellung umweltbedingter Gesundheitsprobleme mit einer Bewertung ihrer Bedeutung (Prioritätensetzung) und damit eine Gesamtaussage der Bundesregierung zum Themenkreis Umwelt und Gesundheit existiert bisher nicht. Ursächlich dafür sind insbesondere die oben genannten Probleme - Fehlen wissenschaftlicher Grundlagen, Fehlen einer allgemein akzeptierten Konzeption der naturwissenschaftlichen Risikoabschätzung und Fehlen einer gesellschaftlichen Konvention zum Umgang mit den Risiken.

Die für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz zuständigen staatlichen Institutionen sind vielfach aus personellen und strukturellen Gründen nicht in der Lage, auf die in rascher Entwicklung begriffenen Fragestellungen des Bereichs Umwelt und Gesundheit angemessen zu reagieren. Eine Diskussion darüber, welche personellen Kapazitäten und Strukturen für die fachlich-wissenschaftliche und politisch-administrative Arbeit auf dem Gebiet Gesundheit und Umwelt für notwendig erachtet werden und zukünftig geschaffen werden müssen, ist daher unverzichtbar, um die Möglichkeit der zuständigen staatlichen Institutionen zu verbessern, die in rascher Entwicklung begriffenen Fragestellungen des Bereichs Umwelt und Gesundheit effizient zu bearbeiten.

Die öffentliche Diskussion um Prioritäten gesellschaftlicher Handlungsfelder unterlag im Verlauf der letzten 30 Jahre einem beständigen Stimmungswechsel, bei dem zeitweise Fragen der Wirtschaft, Sicherheit und der Umwelt in einem Konkurrenzverhältnis stehen, d.h. ein Thema im Zeitverlauf im öffentlichen Interesse von einem anderen abgelöst wird. Interessengruppen, die die jeweiligen Themen propagieren, stehen in einem teilweise unüberbrückbaren Widerspruch zueinander. Dies zeigt sich vor allem bei solchen Reizthemen, wie der Kernenergie. Dennoch muß für umsichtige Entscheidungen zu jeder der Einzelfragen wie Arbeitslosigkeit, Energiesparen, Ökosteuern ein gesamtgesellschaftlicher Blick entwickelt werden, der das Wirkungsgefüge zwischen den Bereichen Wirtschaft, Umwelt und Soziales grundlegend erfaßt. Eine gut funktionierende Wirtschaft kann ohne begrenzende Umweltschutzmaßnahmen zu regionalen Umweltkrisen führen, die dann wieder auf die lokale Wirtschaft zurückfallen. Allzu extreme Umweltschutzaufgaben andererseits können die Wirtschaft beeinträchtigen, die dann die soziale Sicherheit nicht mehr finanzieren kann. Politische Steuerung in einem Bereich hat Nebeneffekte in den anderen.

Umso wichtiger ist es, „Gesundheit und Umwelt“ im übergeordneten Kontext der „nachhaltigen Entwicklung“ zu sehen. Dieser gesamtgesellschaftliche Leitrahmen fordert ja gerade dazu auf, das Spannungsfeld zwischen Umwelt, Wirtschaft und sozialer Sicherheit in einer ganzheitlichen Sicht anzugehen. Ein solcher Anspruch kann allerdings auch durch das Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit höchstens ansatzweise eingelöst werden.

In den folgenden Kapiteln wird versucht, den Stand der fachlichen Diskussion zu den obigen Problemfeldern aufzuzeigen. Kapitel 2 gibt einen kursorischen Abriß der bisher vorliegenden Erkenntnisse über gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die vom Menschen verursachte Umweltbelastung. Es werden die Möglichkeiten und Grenzen der Umweltmedizin erörtert und ein kritischer Überblick über das Methodeninstrumentarium sowie über die zur Verfügung stehenden

Erkenntnisquellen gegeben. In Kapitel 3 wird die derzeitige Situation der Umwelt in Deutschland in ihrer Bedeutung für die menschliche Gesundheit kurz dargestellt, Defizite und aus gesundheitlicher Sicht erforderlicher Handlungsbedarf werden aufgezeigt. Schließlich werden in Kapitel 4 sechs Themenfelder eingehender abgehandelt. Es handelt sich um diejenigen Bereiche, in denen mit der Umsetzung des Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ vom Bundesumweltministerium und vom Bundesgesundheitsministerium neue Initiativen auf den Weg gebracht werden sollen. Es wird zur Begründung der mit dem Aktionsprogramm in die Wege geleiteten Maßnahmen ein Problemaufriß gegeben, die möglichen Strategien werden dargestellt und Maßnahmenvorschläge entwickelt.

2 Umwelt und Gesundheit Fachlicher Hintergrund

2.1 Umweltbezogene Gesundheitsstörungen

Industrie, Verkehr, Intensivierung der Landwirtschaft, aber auch das Konsumverhalten des einzelnen haben insbesondere in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zu Veränderungen unserer natürlichen Umwelt geführt. Diese gefährden heute die Existenzgrundlage vieler Lebewesen, aber auch des Menschen selbst. Gleichzeitig haben diese Veränderungen aber auch einer zunehmenden Beunruhigung der Bevölkerung und zu einem steigenden Umweltbewußtsein geführt. Schlagworte wie „Waldsterben“, „Ozonloch“, „Klimakatastrophe“ begegnen uns regelmäßig in den Medien. Die Veränderung der natürlichen Umwelt durch die Aktivitäten des Menschen ist für jeden auch im unmittelbaren Lebensumfeld täglich direkt erfahrbar. Viele Mitbürger werden sich der Bedeutung des Themas Umwelt und Gesundheit zunehmend bewußt angesichts von Berichten über die Nitratbelastung ihres Trinkwassers, die Schadstoffbelastung ihrer Atemluft, die Pestizidbelastung ihres Gemüses oder die Krebsgefahr durch Asbest in den Schulen ihrer Kinder. Ein populärer Slogan der achtziger Jahre „wo der Wald stirbt, stirbt auch der Mensch“ ist kennzeichnend für die Gedanken vieler.

In der Folge führen weite Teile der Bevölkerung diffuse oder konkrete Gesundheitsbeeinträchtigungen auf eine allgemeine oder spezielle Umweltbelastung zurück. F.M. Ruff hat 1988 in Berlin 180 repräsentativ ausgesuchte Probanden zum Thema Umweltbelastung und gesundheitliches Risiko befragt. Von diesen gaben 87, d.h. etwa die Hälfte an, selbst konkret unter gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu leiden, die sie der Umweltbelastung zuschrieben.

Skeptiker, die sich um "Objektivität" bemühen, werden einwenden, es liege hier eine projektive Neigung vor, erlebte Beschwerden, die auf anderen Ursachen beruhen, der Umwelt zuzuschreiben. Dieses Argument ist nicht von der Hand zu weisen, andererseits aber auch schwer zu überprüfen. Für die Lebenswelt der Betroffenen sind solche Interpretationen ohne Bedeutung. Denn um Ulrich Beck zu zitieren: „Die ökologischen und gesundheitlichen Folgen mögen so hypothetisch, so berechtigt, so verharmlost oder so dramatisiert sein, wie sie wollen ... Wenn Menschen Risiken als real erleben, sind sie real“.

In diesem Abschnitt soll nach der objektivierbaren Relevanz der anthropogen veränderten Umwelt für die menschlichen Gesundheit gefragt werden. Der Begriff "Umwelt" sei hierfür eingeschränkt auf die verschiedenen Aspekte der Zivilisation einer westlichen Industrienation, die zu einer zusätzlichen Belastung der Bevölkerung mit chemischen und physikalischen Noxen geführt haben. Die psychosozialen Komponenten der Umwelt und ihre verschiedenen Determinanten und Veränderungen sind dabei ausgespart wie die nach wie vor existierende und offensichtlich z.T. wieder zunehmende mikrobiologische Belastung. Sie dürfen aber bei einer allgemeineren Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Gesundheit und Umwelt nicht außer acht bleiben. Es ist hier also die schwierige Frage gestellt: „Inwieweit hat diese so definierte, anthropogen veränderte Umwelt Einfluß auf unsere Gesundheit?“ Die Frage bezieht sich auch und vor allem auf eine plausible Quantifizierung. Leider läßt

sie sich aber auf der Basis der bisher vorliegenden Erkenntnisse nur sehr unvollkommen beantworten. Dies liegt in der Natur der Sache.

Eine allgemeine und für alle und jeden gültige Definition von Gesundheit ist schwierig, wenn nicht unmöglich. Die umfassende, aber abstrakte und kaum instrumentalisierbare, auf subjektives Wohlbefinden abgestellte Definition der Weltgesundheitsorganisation hilft hier nicht recht weiter. Folglich ist es auch schwierig, Ursachen für Störungen dieser so wenig bestimmbareren Gesundheit nachzuweisen. Betrachtet man die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Medizin, so drängt sich die Frage auf: Für welche Krankheiten sind uns überhaupt Ursachen bekannt? Was wissen wir z.B. über die Ursachen so weitverbreiteter Volkskrankheiten wie des chronisch-rheumatischen Formenkreises. Die aufwendigen epidemiologischen Bemühungen der vergangenen Jahrzehnte haben lediglich Risikofaktoren erkennen lassen, die höchstens 50% der Varianz des Auftretens der koronaren Herzerkrankung erklären.

Ein weiterer erschwerend hinzukommender Sachverhalt besteht darin, daß der menschliche Organismus offensichtlich nur über ein beschränktes Repertoire verfügt, um auf krankmachende Einflüsse zu reagieren. Ein und dieselbe Krankheit kann eine Vielzahl möglicher Ursachen haben. Aus der Diagnose einer Krankheit kann somit in der Regel meist nicht mit ausreichender Sicherheit auf die spezifische, für das Auftreten verantwortliche Ursache geschlossen werden. Es können bestenfalls nach gründlichen differentialdiagnostischen Überlegungen Wahrscheinlichkeiten für das Überwiegen der einen oder anderen Ursache angegeben werden. Belastungen aus der Umwelt als Ursache werden dabei meist nur als Ausschlußdiagnose in Frage kommen. Als Beispiel sei das Allgemeinsymptom „Müdigkeit“ erwähnt, für das die wesentlichen denkbaren Ursachen in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Ein weiteres methodisches Problem tritt auf, wenn mit epidemiologischen Methoden Aussagen zur Beantwortung der eingangs gestellten Frage getroffen werden sollen. Die Umweltbelastung ist weitgehend ubiquitär, so daß es zunehmend schwieriger wird, Personen und Personengruppen zu bestimmen, die als unbelastete Kontrollpersonen dienen können. Dies ist besonders dann relevant, wenn sehr empfindliche Indikatoren für Gesundheitsstörungen bestimmt werden sollen. So haben zum Beispiel die empfindlichen Lungenfunktionstests zum Nachweis einer „small airways disease“, d.h. zur Frühdiagnose einer sich möglicherweise anbahnenden chronischen Bronchitis, bei der Durchschnittsbevölkerung erfahrungsgemäß eine so große Variabilität, daß ihre Brauchbarkeit für epidemiologische Untersuchungen erheblich einschränkt ist. Es liegt aber nahe, die Frage zu stellen, wieviel von dieser Varianz der ubiquitären Schadstoffbelastung zuzuschreiben ist (s. auch Kapitel 2.3.1).

Schließlich ist das qualitative und quantitative Ausmaß der Umweltbelastung nur annähernd bekannt. Wir sehen nur die Effekte, auf die wir unsere Aufmerksamkeit richten und davon nur jene, die wir durch das zur Verfügung stehende methodische Instrumentarium, z. B. die erforderliche Analytik, erkennen können. Das ist mehr oder weniger zufällig. So sind z.B. in Innenräumen nur ein Bruchteil der in der Gaschromatographie nachweisbaren Stoffe chemisch identifizierbar. Die Dimension des Problems wird klar, wenn man die immense Vielfalt der Stoffe betrachtet, die der Mensch bisher in seine Umwelt entlassen hat.

Tab. 1: Mögliche Ursachen für die Symptomatik Müdigkeit / Abgeschlagenheit / Konzentrationsstörung

Krankheiten	Infektionskrankheiten	z.B. Tuberkulose
	Stoffwechselkrankheiten	Diabetes Hyperthreose Addison
	- des Blutes	Anämie Leukämie
	- der Nieren	chronische Niereninsuffizienz
	- der Leber	chronische Hepatitis
	- der Atemwege	respiratorische Insuffizienz
	- des Herzens	Herzinsuffizienz
	bösartige Neubildungen	z.B. Lymphom
Krankheiten	des Zentralnervensystems einschließlich psychischer Erkrankungen	Depression Angstneurose
	„umweltassoziierte“ Gesundheitsstörungen	Chronic Fatigue Syndrom Multiple Chemical Sensitivity
	physiologisch bedingt	körperlicher und psychischer Streß

Alle diese Vorbehalte gelten für das im folgenden noch auszuführende, und sie geben Anlaß, insbesondere die quantitativen Aussagen unter dem Vorbehalt eines breiten Interpretationsspielraumes zu sehen.

Aus der oben zitierten Studie von Ruff könnte man bei Verallgemeinerung schließen, daß sich nahezu die Hälfte der Deutschen durch die Umweltbelastung in ihrer Gesundheit beeinträchtigt fühlen müßte. Dies steht jedoch im Gegensatz zu den Beobachtungen umweltmedizinisch tätiger Ärzte, die überwiegend angeben, eher selten von ihren Patienten auf eine mögliche Verursachung der vorgebrachten Beschwerden durch Faktoren aus der Umwelt angesprochen zu werden.

Die amerikanische Thorax-Gesellschaft (American Thoracic Society, ATS) hat die These aufgestellt: Je geringer eine gesundheitliche Störung infolge von Umweltbelastungen ist, um so häufiger tritt sie auf. Umweltbedingte Todesfälle oder schwere Erkrankungen sind - sieht man von Krebserkrankungen ab - zumindest in den westlichen Industrieländern selten. Leichtere Gesundheitsbeeinträchtigungen, Abweichungen biochemischer Parameter innerhalb der interindividuellen Streubreite oder Belästigungen durch Umweltfaktoren können dagegen unter Umständen große Teile der Bevölkerung betreffen. Oft wird es schwierig sein, diese von physiologischen Reaktionen auf eine Belastung mit Fremdstoffen oder von einer im Verlaufe der Artenentwicklung herausgebildeten Anpassung zu trennen. Man kann sich jedoch auch auf den Standpunkt stellen, daß auch solche Belastungen, auf die der menschliche Organismus mit physiologischen Schutzmechanismen angemessen reagiert, ohne aus

dem physiologischen Gleichgewicht zu geraten bzw. ohne die Grenzen des [wie auch immer zu definierenden] "Normalen" zu überschreiten, unerwünscht sind. Dies würde in letzter Konsequenz bedeuten, daß auch die Emission der kleinsten Menge vom Menschen erzeugter Fremdstoffe zu unterbinden wäre. Ist ein solcher Standpunkt aber mit der offensichtlich von der überwiegenden Mehrheit der Bevölkerung erwünschten Lebensweise verträglich? Man sieht, daß mit solchen Überlegungen schnell der Bereich von subjektiven Wertsetzungen erreicht ist.

Im folgenden wird an einer Reihe von Gesundheitsstörungen, die in der öffentlichen Diskussion mit Umweltfaktoren in Zusammenhang gebracht werden, beispielhaft die Relevanz der Umwelt im engeren Sinn für das Krankheitsgeschehen diskutiert.

2.1.1 Atemwegserkrankungen und Außenluftbelastung

Ein Zusammenhang zwischen Luftbelastung mit Schadstoffen und Atemwegserkrankungen war schon im klassischen Altertum bekannt. Die berühmte Londoner Smogepisode von 1952 mit vielen zusätzlichen Todesfällen innerhalb eines kurzen Zeitraums zeigt die Notwendigkeit einer wirksamen Luftreinhaltungspolitik in den Industriestaaten. Die ursprünglich auf Industrieanlagen und traditionelle Individualheizung mit Kohle zurückzuführende Belastung der Luft mit Schadstoffen in den Ballungsräumen hat sich seither in Deutschland dank der Luftreinhaltungspolitik und des Fortschritts der Reinigungstechnologie deutlich gebessert (s. Kapitel 3.2.1).

Dem Zusammenhang zwischen Außenluftbelastung und gesundheitlichen Auswirkungen wird auch heute im Rahmen ökologischer Studien nachgegangen. In der Regel wird dabei die Gesundheit der Bewohner einer schadstoffbelasteten Region mit der von Bewohnern einer unbelasteten Region verglichen. Eine Übersicht und kritische Bewertung kann dem Gutachten 1986 des Sachverständigenrates für Umweltfragen entnommen werden.

Eine sehr gute und umfangreiche Studie zur gesundheitlichen Wirkung der Außenluftbelastung ist die 1974 begonnene Harvard-Sechs-Städte-Studie. In 6 US-amerikanischen Städten mit unterschiedlicher Außenluftbelastung wurden jeweils 1500 erwachsene Personen im Alter von 25 bis 74 Jahren nach dem Zufallsprinzip erfaßt, dazu kamen alle Schulkinder der ersten beiden Volksschulklassen. Sie werden seither in regelmäßigen Abständen untersucht. Durch ausführliche Fragebogen wurden die Symptome von Atemwegserkrankungen erhoben. Gleichzeitig wurden Lungenfunktionstests durchgeführt und die individuelle Exposition mit Schadstoffen abgeschätzt. Ferner wurde versucht, auch alle relevanten Störvariablen zu erfassen. Die erhobenen Daten wurden mit aufwendigen statistischen Verfahren analysiert. Die Studie vermeidet viele Fehler, die solchen ökologischen Studien meist anhaften. Nach Herausrechnen aller Störvariablen ließ sich kein Zusammenhang zwischen Lungenfunktionsparametern und Schadstoffbelastung nachweisen, soweit Querschnittsdaten verwandt wurden. Die anamnestische Angabe „Bronchitis im vergangenen Jahr“ zeigt dagegen einen statistisch signifikanten Zusammenhang zur Staubbelastung. Bei longitudinaler auf das Individuum bezogener Betrachtung der Lungenfunktion zeigte sich in den stärker belasteten Städten eine geringe "Voralterung" der Lunge insofern, als ihre Funktion schneller, als es dem natürlichen Altersgang entspräche, abnahm.

In gewissem Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse einer großen epidemiologischen Gesundheits- und Ernährungsstudie in den Vereinigten Staaten, bei der ca. 24.000 Personen aus 90 Regionen der Vereinigten Staaten im Alter zwischen 1 und 75 Jahren untersucht wurden. Bei einer Teilgruppe von ca. 7.000 Personen wurden auch einfache spirometrische Lungenfunktionsuntersuchungen durchgeführt. Zwischen den Lungenfunktionsparametern und der Schwebstaubkonzentration in der entsprechenden Region ergab sich, besonders deutlich bei lebenslangen Nichtrauchern, eine statistisch signifikante Korrelation, wenn die mittleren Schwebstaubwerte über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. Einer Zunahme der Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration um $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (von 87 auf $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) entsprach z.B. eine Abnahme der Vitalkapazität um ca. 2,25 %.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch das Ergebnis einer deutschen Studie. Im Winter 1988/89 wurde in Nordrhein-Westfalen und im Winter 1990/91 in Sachsen-Anhalt jeweils ein Kollektiv von Personen mit chronischen Atemwegserkrankungen beobachtet. Die Probanden führten ein Beschwerdetagebuch, und in regelmäßigen Zeitabständen wurde die Lungenfunktion gemessen. Die Spitzenschadstoffkonzentrationen betragen in Nordrhein-Westfalen bis zu $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 bzw. Schwebstaub und in Sachsen-Anhalt etwa das Dreifache der nordrhein-westfälischen Werte. In Nordrhein-Westfalen wurden keine und in Sachsen-Anhalt nur geringe gesundheitliche Auswirkungen beobachtet.

In den letzten 10 Jahren sind eine Vielzahl von Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Lungenfunktionsparametern und der Belastung der Luft mit dem Sekundärschadstoff Ozon (s. Kapitel 3.2.1) durchgeführt worden. Sie zeigen, daß sich bei besonders ozonempfindlichen Personen (ca. 10 % der Bevölkerung) auch bei Ozonwerten, wie sie an sonnigen Sommertagen in Mitteleuropa vorkommen, geringfügige und reversible Verschlechterungen der Lungenfunktion nachweisen lassen.

Insgesamt läßt sich feststellen: Die Belastung der Atemluft mit anthropogenen Schadstoffen kann die Entwicklung von Atemwegserkrankungen fördern und deren Verlauf ungünstig beeinflussen. Bis gegen Mitte der Sechzigerjahre hat dies zu augenfälligen Befunden geführt. In den meisten entwickelten Industriestaaten, so auch in Deutschland, wurden in der Folge erhebliche Anstrengungen zur Reinhaltung der Luft unternommen, die vorwiegend zu einem Rückgang der Belastung der Luft mit Schwefeldioxid und Schwebstaub aus der Verbrennung von festen Brennstoffen zu Energiegewinnung führten. Die Einflüsse der Luftschadstoffe auf die Morbidität an chronischer Bronchitis sind dadurch in der Tat deutlich zurückgegangen, so daß sie heute nur noch mit aufwendigen epidemiologischen Methoden nachweisbar sind. Allerdings zeigen gerade die neueren Studien zu Ozon und zu Feinstaub, daß das Problem der nachteiligen Wirkung von Schadstoffen in der Außenluft auf die Gesundheit des Menschen noch nicht völlig beseitigt ist.

Pseudokrapp: In den alten Bundesländern wurde in den 80er Jahren eine heftige Diskussion über den Zusammenhang zwischen Pseudokrapp und Schadstoffbelastung der Luft geführt.

In mehreren Bundesländern wurden daraufhin große Studien in Auftrag gegeben, nachdem zuvor der wissenschaftliche Beirat der Bundesärztekammer ein einheitliches Studienkonzept erarbeitet hatte, um die Vergleichbarkeit der einzelnen Studien zu gewährleisten. Mit der Fragestellung, ob für die zur Zeit in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Luftschadstoffbelastungen Hinweise darauf

bestehen, daß Pseudokrupp in höher belasteten Regionen vermehrt auftritt, wurden die Ergebnisse dieser Studien zusammenfassend bewertet. Das Gutachten wertete 18 Querschnitt- und 22 Längsschnittstudien mit Erhebungsdaten von ca. 55 000 Kindern aus und kam zu den folgenden Ergebnissen:

Es besteht kein Zweifel daran, daß der wichtigste Ursachenfaktor für Pseudokrupp virusbedingte Entzündungen der oberen Atemwege sind. Ein weiterer wichtiger Risikofaktor für das Auftreten dieser Erkrankung ist die "familiäre Disposition". Es zeigte sich, daß in prädisponierten Familien Pseudokrupp im Mittel ca. dreimal so häufig auftritt wie in Familien ohne entsprechende Vorerkrankungen. Jungen sind zweimal so häufig betroffen wie Mädchen. Der Sozialstatus, gemessen am Ausbildungsstand der Eltern, ist ebenfalls von großer Bedeutung. Kinder von Akademikern erkranken zweieinhalbmal so häufig wie Kinder von Eltern mit Hauptschulabschluß. Nur bei einer älteren Untersuchung in Duisburg (März-Juli 1986) und bei einer Studie im damals noch stark belasteten Berlin zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit der Erkrankung an Pseudokrupp und den Konzentrationen von SO₂ und Schwebstaub (nur Duisburg). Bei den anderen Studien war kein konsistenter Zusammenhang mit diesen Schadstoffen erkennbar. Hinsichtlich der Schadstoffkomponenten Stickstoffoxide und Kohlenmonoxid als Indikatoren für das Ausmaß der Luftbelastung durch den Kraftfahrzeugverkehr zeigte sich ein schwacher, nur teilweise statistisch abzusichernder Zusammenhang. Hier bestanden allerdings erhebliche methodische Defizite, insbesondere im Hinblick auf die räumliche Differenzierung der Immissionsmeßdaten. Insgesamt war der Einfluß der Luftschadstoffe auf das Krankheitsgeschehen wesentlich schwächer als der Einfluß der oben aufgeführten Faktoren „familiäre Disposition“ und „sozialer Status“.

Eine Untersuchung mit Zeitreihenanalyse der Pseudokruppeinweisungen für die Zeit von Oktober 1984 bis Oktober 1986 in Krankenhäuser in Hannover und Braunschweig mit modernen statistischen Methoden ergab eine geringe, aber signifikante Assoziation zu den gleichzeitig vorliegenden und den einige Tage zurückliegenden Ozonkonzentrationen.

2.1.2 Krebs

Bösartige Neubildungen, die üblicherweise unter dem - nicht ganz zutreffenden - Begriff Krebs zusammengefaßt werden, gehören zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland. Im Mittel muß jeder 4. Einwohner der Bundesrepublik damit rechnen, an Krebs zu erkranken, ca. jeder 5. wird daran sterben. Lungenkrebs ist dabei weltweit die häufigste Krebserkrankung mit jährlich etwa 1,3 Millionen Neuerkrankungen und hat einen Anteil von ca. 13 % am gesamten Krebsgeschehen. Nach einer neueren Schätzung der Arbeitsgemeinschaft der bevölkerungsbezogenen Krebsregister werden für Deutschland etwa 28.900 Neuerkrankungen (18 % aller bösartigen Neubildungen) bei Männern und ca. 8100 Neuerkrankungen pro Jahr für Frauen (5 % der malignen Erkrankungen) angenommen.

Auch wegen des häufig dramatischen Krankheitsverlaufes stehen Krebs und seine „Ursachen“ ganz im Vordergrund des öffentlichen Interesses. Auf einen Zusammenhang zwischen der Erkrankung an Krebs und den durch menschliches Handeln verursachten Veränderungen der Umwelt zu schließen,

ist dabei naheliegend. Läßt sich hierzu aus Sicht der bisher vorliegenden Erkenntnisse eine Aussage treffen?

Die Verursachung von Krebs durch einen krebserzeugenden Risikofaktor, z.B. durch einen kanzerogenen Luftschadstoff, ist nicht zwangsläufig. Wegen des Zusammenspiels von individueller Empfindlichkeit und Umweltfaktoren bei der Krebsentstehung, auf das hier nicht näher eingegangen wird, ist es prinzipiell nicht möglich, im Einzelfall die Ursache für das Entstehen eines Bronchialkarzinoms zu identifizieren. Aber es ist durchaus möglich, Aussagen zu der Wahrscheinlichkeit zu machen, bei einer bestimmten Konzentration eines Schadstoffes in der Atemluft an Lungenkrebs zu erkranken.

R. Doll und R. Peto haben schon 1981 in ihrer bahnbrechenden statistisch-epidemiologischen Analyse die provokative These formuliert: „cancer is largely an avoidable disease“. Sie meinten damit, daß die überwiegende Zahl von Krebsfällen (etwa 80 %) durch prinzipiell vermeidbare Umweltfaktoren oder durch veränderbaren Lebensstil bedingt sind. Aufgrund der zeitlich und räumlich unterschiedlichen Inzidenz konnten sie plausibel machen, daß ca. 3/4 aller Malignome des Menschen auf Umweltfaktoren im weitesten Sinne (Virusinfekte, Ernährungsdefizite oder -exzesse, anthropogene oder natürliche kanzerogene Noxen oder Eigenarten des menschlichen Verhaltens) zurückzuführen sind, während die Relevanz erblicher Disposition damals noch weitgehend obskur war. Bei Lungenkrebs kennen wir den Hauptrisikofaktor. Es ist das Rauchen, dem ca. 80-90 % aller Lungenkrebsfälle zugeschrieben werden können.

Krebskrankheiten, die durch Umwelteinflüsse verursacht werden, unterscheiden sich bei den meisten Formen von Krebserkrankungen in ihrem Krankheitsbild und ihrem Verlauf nicht von Krebserkrankungen, die andere Ursachen haben, und sind daher nicht von diesen unterscheidbar. Eine gewisse Ausnahme bilden extrem selten auftretende Krebserkrankungen, die praktisch ausschließlich im Zusammenhang mit einer Exposition gegenüber einem bestimmten Schadstoff gesehen werden. So sind z.B. Pleuramesotheliome und Angiosarkome der Leber sehr selten und treten fast ausschließlich im Zusammenhang mit einer nachweislichen Exposition gegenüber Asbestfeinstaub bzw. gegenüber Vinylchlorid am Arbeitsplatz auf. Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Tumore und der spezifischen Schadstoffbelastung ist deshalb äußerst plausibel.

Kennzeichnend für alle anderen durch Umwelteinflüsse hervorgerufenen Krebserkrankungen ist der Nachweis, daß die in Frage stehende Krebskrankheit unter ansonsten gleichen Lebensbedingungen mit höherer Wahrscheinlichkeit auftritt, wenn zusätzlich eine Exposition gegenüber bestimmten Noxen aus der äußeren Umwelt vorliegt. Für die hiervon betroffene Einzelperson ist dabei ausschließlich diese Exposition, nicht jedoch der ursächliche Zusammenhang mit der Krebskrankheit nachweisbar. Der ursächliche Zusammenhang zwischen Exposition und Krebserkrankung kann nur an größeren Bevölkerungsgruppen mit einer bekannten Umweltsituation nachgewiesen werden. Aus epidemiologisch gesicherten Dosis-Wirkungsbeziehungen beim Menschen (z.B. aus dem Bereich der Arbeitsmedizin) oder aber auch aus experimentellen Expositionen im Tierversuch extrapoliert, kann die Potenz der krebserzeugenden Wirkung annähernd geschätzt werden.

Die Luft zum Atmen, das Wasser zum Trinken, der Boden von dem geerntet wird und die Lebensmittel zum Essen weisen alle bis zu einem gewissen Grad durch menschliche Aktivitäten hervorgerufene

Verunreinigungen auf. Viele der in Umweltmedien und Lebensmitteln nachgewiesenen Verunreinigungen sind als krebserzeugend oder sogar krebserzeugend bekannt oder werden entsprechend verdächtigt. Zusätzlich zur Exposition durch chemische Stoffe ist die Exposition durch ionisierende und nicht-ionisierende Strahlung zu berücksichtigen.

Epidemiologisch gesicherte Erkenntnisse zu krebserzeugenden Stoffen in der **Atemluft** wurden meist in epidemiologischen Studien, die die Exposition an Arbeitsplätzen in vergangenen Jahrzehnten betrafen, gewonnen. Dabei bestanden an den Arbeitsplätzen weit höhere Konzentrationen krebserzeugender Einzelstoffe oder Gemische, als sie in der allgemeinen Umwelt heute gemessen werden. Luftverschmutzungen mit in höherer Dosierung am Arbeitsplatz nachgewiesener krebserzeugender Wirkung beim Menschen sind Arsen und seine Verbindungen, Asbestfasern, bestimmte Verbindungen von Chrom, Nickel und Cadmium, polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Dieselmotoremissionen (alle im Zusammenhang mit Krebserkrankungen der Atemwege) sowie Benzol in Zusammenhang mit Leukämie. Dazu kommen in Innenräumen Radon und seine Tochterelemente, deren krebserzeugende Wirkung in der Vergangenheit in Bergwerken zur sogenannten Schneeberger Krankheit (Lungenkrebs) geführt hat. Epidemiologische Untersuchungen lassen noch am besten auf die krebserzeugende Wirkung von Zigarettenqualm (Passivrauch) in den üblichen Innenraumkonzentrationen bei Nichtrauchern schließen.

Bei **Trinkwasserkontaminanten** werden vor allem Nitrat als Vorläufer von N-Nitrosoverbindungen und Pestizidrückstände aus der Landwirtschaft als krebserzeugend verdächtigt. Die Ergebnisse einzelner Studien zu dieser Frage sind in sich und untereinander noch widersprüchlich.

Verunreinigungen der **Lebensmittel** durch Bakterien und Pilze oder deren Toxine und andere natürliche Produkte sowie Lebensmittelzusätze¹ sind nicht Gegenstand dieser Betrachtung. Im Zusammenhang mit umweltbedingten Krebskrankheiten kommen nur unbeabsichtigte Verunreinigungen durch eine Vielzahl von Stoffen in Betracht, die von Schwermetallen bis zu Verbrennungsprodukten reichen, sowie Rückstände von Pestiziden und aus Verpackungsmaterialien.

R. Doll und R. Peto schätzen in der oben zitierten Studie aus dem Jahr 1981 für die genannten Verunreinigungen von Luft, Wasser und Lebensmitteln insgesamt einen Anteil von 1 bis 5 % an allen durch Krebskrankheiten verursachten Todesfällen. Im Vergleich dazu wurde der Anteil der Krebstodesfälle, die durch aktives Rauchen verursacht sind, auf zwischen 25 % und 40 % und der durch Fehlernährung verursachte Anteil auf 10 % bis zu 70 % geschätzt. Zu in der Größenordnung ähnlichen Zahlen für „umwelt“verursachten Krebs kommt die US-amerikanische Umweltbehörde EPA auf ganz anderem Weg, indem sie Erkenntnisse aus Tierversuchen bei hohen Dosen über mehrere Konzentrationsgrößenordnungen bis zu umwelttypischen Konzentrationen extrapoliert.

Die enorme Bedeutung der individuellen Lebensführung für das Krebserkrankungsrisiko erschwert den direkten Nachweis der weit geringeren Risiken aus der allgemeinen Umweltverschmutzung erheblich. Epidemiologische Untersuchungen zum Krebsrisiko durch Umweltfaktoren in den bei uns üblichen Belastungskonzentrationen sind schwierig, wenn nicht unmöglich. Das hängt mit der komple-

¹ Nach dem Lebensmittelgesetz sind krebserzeugende Lebensmittelzusätze grundsätzlich verboten

zen zeitlich-räumlichen Belastungssituation durch die sehr große Zahl verschiedener Schadstoffe aus den unterschiedlichen Quellen zusammen, vor allem aber auch mit den gleichzeitig und zum Teil viel bedeutenderen anderen Krebsrisikofaktoren, die als Störfaktoren in die statistische Analyse eingehen. Bildlich gesprochen ist das Rauschen des Krebsgeschehens so groß, daß das eigentliche zu beobachtende Signal, nämlich die durch Umwelteinflüsse verursachten Tumorfälle, nur mit großem Aufwand herauszufiltern und nachzuweisen sind. Beispielsweise würde der epidemiologische Nachweis eines Bronchialkarzinomrisikos von 1:1000 (1 Krebsfall auf 1000 Exponierte) die Beobachtung von 1 Million Belasteter und einer ebenso großen Zahl unbelasteter Vergleichspersonen über ein Jahr erforderlich machen. Eine solche Studie wäre weder finanzierbar noch praktisch durchführbar. Gleichwohl verbergen sich hinter einem gering erscheinenden Anteil von 1 bis 5 % aller durch Krebs verursachten Sterbefälle in Deutschland nicht weniger als 2.000 bis zu 10.000 Sterbefälle pro Jahr.

Epidemiologische Erkenntnisse zur krebserzeugenden Wirkung ionisierender Strahlen wurden überwiegend in Studien an den Überlebenden der Atombombenexplosionen in Hiroshima und Nagasaki gewonnen und in bereits wesentlich niedrigerem Dosisbereich an Arbeitsplätzen mit entsprechender Exposition (z.B. bei Radiologen). Die Überlebenden der Atombombenexplosionen wiesen im weiteren Verlauf ihres Lebens in nahezu allen Organbereichen erhöhte Krebshäufigkeit auf. Als besonders strahlenempfindlich zeigten sich das Knochenmark (Leukämien und in geringerer Zahl Multiple Myelome), die weibliche Brust und über inkorporierte radioaktive Elemente und ihre Strahlung zusätzlich die Schilddrüse, die Lunge und die Knochen. Die durchschnittliche Belastung der Allgemeinbevölkerung durch ionisierende Strahlung stammt in Deutschland wie in den meisten Ländern überwiegend aus natürlichen Quellen (terrestrischen und kosmischen) ein weiterer relevanter Anteil ist auf medizinische Anwendungen zurückzuführen. Der Anteil der Strahlenbelastung der Allgemeinheit aus der industriellen Nutzung der Kernenergie ist dagegen verschwindend gering. Epidemiologische Studien (z.B. die des Kinderkrebsregisters in Mainz), die das Auftreten von Leukämien und Lymphomen bei Kindern und Jugendlichen in der unmittelbaren Nachbarschaft von kerntechnischen Anlagen untersuchten, konnten bisher keinen Zusammenhang nachweisen. Die Ergebnisse der großen epidemiologischen Untersuchung in Schleswig-Holstein und Niedersachsen aus Anlaß eines Leukämie-Clusters in Nachbarschaft zum Kernkraftwerk Krümmel bleibt abzuwarten.

Als gesichert kann der fördernde Einfluß des UV-Anteils des natürlichen Sonnenlichts auf die Entwicklung aller nicht-melanotischen Hautkrebsformen und bestimmter Anteile maligner Melanome der Haut angesehen werden. Für die häufigsten histologischen Subtypen des malignen Melanoms, insbesondere bei jüngeren Menschen, ist ein Zusammenhang mit dem Sonnenbaden während der Kindheit und Jugend hinreichend gesichert.

In letzter Zeit durchgeführte epidemiologische Untersuchungen befaßten sich mit der Möglichkeit einer krebserzeugenden Wirkung durch extrem niederfrequente elektromagnetische Felder, mithin durch Wechselstromleitungen und Transformatoren. Auch hierzu liegen noch widersprüchliche Ergebnisse aus Berufskrebsstudien und Umweltstudien vor, die einer weiteren Klärung bedürfen. Diskutiert wird die Förderung der Entstehung von Leukämien im Kindesalter und von Hirntumoren. Die bisher vorliegenden, sehr aufwendigen epidemiologischen Studien konnten die Verursachung kindlicher Leukämien durch elektromagnetische Felder weder bestätigen noch verwerfen.

Obwohl eine Krebsverursachung durch die in der Atemluft, im Trinkwasser und in Lebensmitteln vorkommenden Konzentrationen an krebsfördernden Substanzen der konkreten Umweltsituation bisher nicht eindeutig empirisch nachgewiesen werden konnte und möglicherweise aus praktischen Gründen auch nicht nachweisbar sein wird, ist bei Extrapolation der Erkenntnisse aus der Arbeitsmedizin und der toxikologischen Daten aus Tierversuchen theoretisch für viele Krebslokalisationen eine Relevanz der Umweltbelastung für das Krebsgeschehen denkbar.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine wissenschaftlich unangefochtene, allgemein akzeptierte quantitative Abschätzung des Einflusses der Umwelt auf die Krebshäufigkeit zur Zeit nicht möglich ist. Sicher ist lediglich, daß der Einfluß der Lebensweise (Freizeitaktivität, Genußmittelkonsum, Ernährung, etc.) auf die Krebshäufigkeit sehr viel größer und die Krebsgefährdung an Arbeitsplätzen insgesamt bedeutsamer ist als die durch die allgemeine Umweltverschmutzung.

2.1.3 Allergien

Allergien sind insofern Umweltkrankheiten, als es sich um überschießende und damit pathologische Reaktionen des menschlichen Organismus auf Stoffe, vorwiegend Eiweiße handelt, die aus der Umwelt in den Körper gelangen. Eine Beeinflussung der Wahrscheinlichkeit, durch die Umweltbelastung im engeren Sinne an Allergien zu erkranken, ist zumindest theoretisch denkbar durch

- ein Mehrangebot an körperfremden, eventuell völlig neuen Stoffen, auf die sich die Abwehrmechanismen des Menschen bisher nicht einstellen konnten (Schadstoffe selbst, gentechnisch veränderte Eiweiße)
- Veränderung bestimmter klassischer Antigene, wie z.B. Pollen durch Umweltschadstoffe
- Schädigung der Barrieren des Epithels durch Umweltschadstoffe (Beispiel Ozon) und damit Erleichterung des Eintritts hochmolekularer Substanzen in die Blutbahn.

Nach Einschätzung der Weltgesundheitsorganisation stellen Allergien ein erhebliches und auch finanziell bedeutsames Gesundheitsproblem in der gesamten Welt dar. Nach wissenschaftlichen Untersuchungen nimmt die Häufigkeit von Allergien zu. Gleichwohl bleibt es schwierig, aus diesen Studien quantitativ den Anteil umweltbedingter Allergien abzuleiten.

Als Beispiel sei eine Studie über die Asthma-Inzidenz für die Jahre 1964-1983 aus der Mayo Clinic angeführt. Die Autoren hatten eine Vollstichprobe der Bevölkerung einer Kleinstadt des US-Mittelwestens einschließlich sämtlicher medizinischer Daten zur Verfügung. Ca. 60 % der Einwohner suchten mindestens einmal im Jahr die Klinik zur ambulanten oder stationären Behandlung auf. Seit den 30er Jahren waren alle Krankenakten automatisch archiviert. Die Studie vermied alle Verzerrungen, die durch unterschiedliches ärztliches Diagnoseverhalten auftreten können, indem die Diagnosen nach einheitlichen Kriterien retrospektiv einer Revision unterzogen wurden. Während in den 60er Jahre die jährliche Asthma-Inzidenz nahezu konstant bei ca. 200/100 000 Einwohner lag, ließ sich seit den frühen 70er Jahren ein konstanter Anstieg auf 280/100 000 Einwohner, also eine Zunahme um ca. 40 % in 15 Jahren beobachten. Dieser Anstieg betraf ausschließlich Kinder und Jugendliche bis zum

14. Lebensjahr. Da in diesem Lebensalter die Grundlage für eine Allergensensibilisierung gelegt wird, ist vermutlich ein in dieser Zeit relevant gewordener Umweltfaktor für den Anstieg verantwortlich. Außenluftschadstoffe ließen sich als Ursache ausschließen, da es sich um ein ländliches Reinluftgebiet handelt. Wenn man eine Verzerrung durch eine erhöhte Aufmerksamkeit der Eltern für dieses Krankheitsbild ausschließt, erscheint die Annahme plausibel, daß am ehesten eine erhöhte Innenraumbelastung durch die Energieeinsparungsmaßnahmen, die in den 70er Jahren in USA propagiert wurden und die zu einer besseren Isolierung der Häuser geführt haben, als Ursache in Frage kommt.

Wie durch viele genetische Studien belegt, ist zwar die Veranlagung, allergisch zu reagieren, vererbt, jedoch wird die Manifestation einer allergischen Veranlagung beeinflusst von Umgebungsfaktoren. Veränderte Umweltbedingungen sind somit in den letzten Jahren als eine Ursache der steigenden Prävalenz atopischer Erkrankungen diskutiert worden.

Für Deutschland läßt sich die Prävalenz von Allergien anhand von Daten aus dem Nationalen Gesundheitssurvey abschätzen (siehe Kapitel 2.4.3.1). Dabei wurde 1990 bis 1992 eine repräsentative Stichprobe der deutschen Bevölkerung aus der Altersgruppe 25 bis 69 Jahre nach dem Vorliegen von Allergien gefragt. Außerdem wurde ein Serum-Antikörpertest auf die häufigsten Inhalationsallergene: Gras-, Roggen-, Birken-, Beifußpollen, Hausstaubmilben und den Schimmelpilz *Cladosporium herbarum*, sowie auf Epithelien von Hund und Katze durchgeführt. Dieser Test wird als Nachweis einer Sensibilisierung gegen die entsprechenden Antigene angesehen. Bei positiv ausfallendem Test muß aber keine manifeste Allergie vorliegen.

Die in den alten Bundesländern befragten Personen gaben deutlich häufiger an, unter Inhalationsallergien zu leiden als Personen aus den neuen Ländern. Das Befragungsergebnis fand eine Bestätigung durch Antikörpertests. Die Prävalenzen sind zwar aufgrund der miterfaßten Allergie-Disposition insgesamt höher, die Ost-West-Unterschiede werden aber vergleichbar widerspiegelt. Eine differenzierte Auswertung zeigt die klare Altersabhängigkeit dieser Unterschiede. Ältere Personen, die ihre frühe Kindheit noch im ungeteilten Deutschland verbracht hatten, wiesen in Ost- wie in Westdeutschland (unter Berücksichtigung gleicher sonstiger Lebensumstände, wie Größe des momentanen Wohnorts, Bildungsgrad, Alter, Geschlecht, Rauchverhalten) mit gleicher Häufigkeit mit dem Serum-Test nachweisbare Sensibilisierungen für Inhalationsallergien auf. Unterschiede begannen sich erst bei den unter 40jährigen zu zeigen. Hier ist für die Westpopulation ein eindeutiges Anwachsen der Allergiehäufigkeit mit geringer werdendem Alter zu verzeichnen, während sich diese bei der untersuchten Ostpopulation über alle jüngeren Altersgruppen auf etwa gleichem Niveau hält.

Bei der Untersuchung auf das Vorliegen einer Sensibilisierung mit dem Serum-Antikörpertest zeigte sich ein signifikante Unterschied zwischen der Stadt- und der Landbevölkerung (Abbildung 1). Während in der ländlichen Region nur ca. 17 % der Untersuchten eine Sensibilisierung oder eine manifeste Inhalationsallergie aufwiesen, liegt der Anteil der Sensibilisierten in der Großstadt bei 25 %. Die soziale Schicht stellt ebenfalls eine entscheidende Einflußgröße dar, wobei die Prävalenz von Inhalationsallergien und die Sensibilisierung mit zunehmendem Sozialstatus deutlich steigt. Der Stadt/Land-Effekt bleibt jedoch in allen Schichten nachweisbar. Das gilt auch bei Berücksichtigung der Ost/West-Unterschiede. Die höchste Prävalenz findet sich folglich in der großstädtischen Oberschicht mit 24 %.

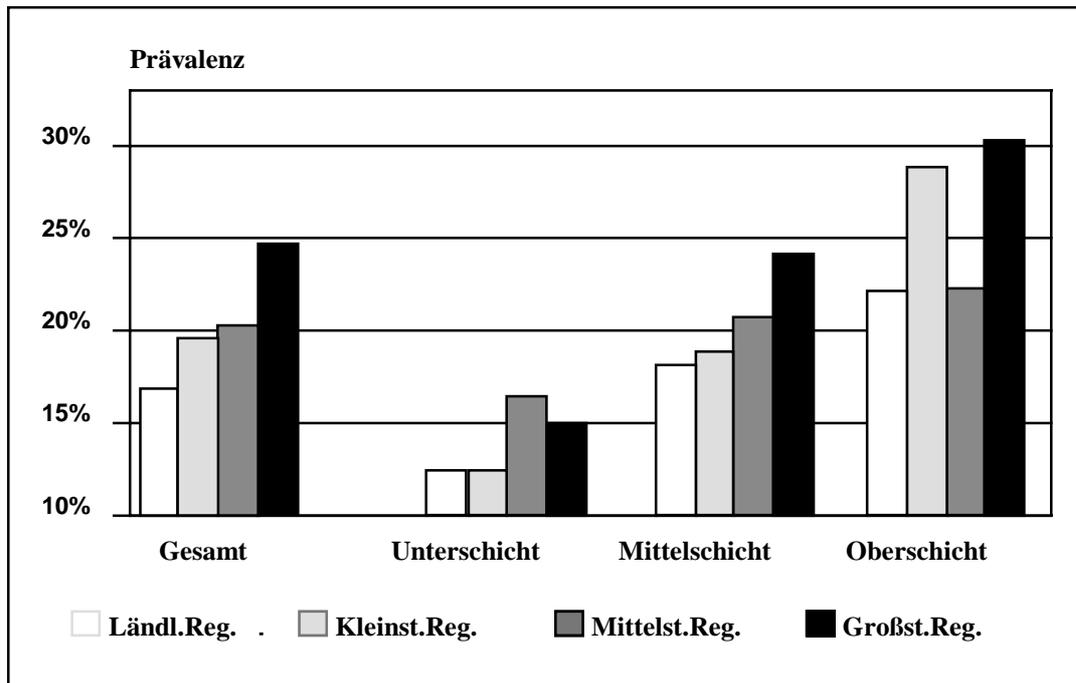


Abb. 1: Prävalenz von allergischer Sensibilisierung oder manifester Inhalationsallergie

In Untersuchungen aus Japan wurde ein Zusammenhang zwischen Belastungen durch Autoabgase, Heuschnupfenrate und Sensibilisierung gegen Zedernpollen gefunden. In tierexperimentellen Untersuchungen konnte ein Zusammenhang zwischen Dieselabgaspartikeln und erhöhten Sensibilisierungsraten belegt werden. Birken scheinen unter dem Einfluß von Autoabgasen vermehrt Allergene zu bilden, wie Untersuchungen aus dem Wiener Pathologischen Institut an Bäumen neben einer Stadtautobahn ergeben haben. Das Birkenpollenantigen BetV1 ist hier in größerem Umfange vorhanden.

Auch frühere Untersuchungen aus dem Ruhrgebiet belegen einen Zusammenhang zwischen Sensibilisierungen gegenüber Inhalationsallergenen und Verkehrsbelastung. So wurden bei Kindern aus dem Düsseldorfer und Kölner Raum signifikant häufiger spezifische Immunglobuline der Klasse E gegen die wichtigsten Inhalationsallergene, wie Hausstaubmilben und Gräserpollen gefunden, als bei Kindern aus dem Reinluftgebiet Borken in Westfalen. Für Nahrungsmittelallergene war dieser Unterschied hingegen nicht nachweisbar. Ein deutlicher Einfluß von Autoabgasen auf die Manifestation von Asthma konnte auch in einer Studie in Stuttgart nachgewiesen werden.

Die ursprüngliche Vermutung geht nun dahin, daß Erkrankungen wie Asthma und Allergien in Gebieten mit besonders hoher Luftverschmutzung häufiger seien als in Reinluftgebieten. Diese Vermutung wurde durch epidemiologische Studien aus den letzten Jahren gestützt. Bei Kindern aus einem Gebiet Südschwedens mit höherer SO_2 -Konzentration in der Luft wurde eine höhere Prävalenzrate von allergischem Asthma gefunden als bei Kindern aus einem Reinluftgebiet. Ähnliches wurde aus

Israel berichtet, wo in Gemeinden mit höherer Luftverschmutzung eine höhere Prävalenz von allergischem Bronchialasthma beobachtet wurde. Das relative Risiko (odds ratio) betrug 2.7.

Diese epidemiologischen Befunde werden durch tierexperimentelle Untersuchungen gestützt. So konnte im Meerschweinchenmodell gezeigt werden, daß eine Exposition gegenüber Schwefeldioxid die inhalative Sensibilisierung mit einem Allergen deutlich begünstigt.

Nach der deutschen Wiedervereinigung wurde es möglich, die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Allergien in den beiden Teilen Deutschlands miteinander zu vergleichen. Da in ostdeutschen Städten, wie z.B. Halle und Leipzig, über viele Jahrzehnte eine wesentlich höhere SO_2 -Konzentration in der Außenluft bestand als in allen Städten Westdeutschlands, wurde angenommen, daß die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Allergien in der ehemaligen DDR höher liegen müßte. Tatsächlich war das Gegenteil der Fall (s. oben).

Eine Studie, in der Fragebögen, Lungenfunktionsuntersuchungen und unspezifische bronchiale Provokationen zur Ermittlung der bronchialen Empfindlichkeit eingesetzt wurden, bot eine Vergleichsmöglichkeit der Asthma- und Allergiehäufigkeit bei 9- bis 11jährigen Schulkindern zwischen Leipzig mit starker Luftverschmutzung und dem bezüglich der Schwebstaub- und Schwefeldioxidbelastung eher als sauber geltenden München. In diesen Untersuchungen zeigte sich zwar in Leipzig eine wesentlich höhere Rate von Bronchitis (30.9 % gegenüber 15.9 % in München), Asthma war jedoch mit in München deutlich häufiger als in Leipzig. Eindrucksvoll waren auch die Unterschiede bei Heuschnupfen (8.6 vs. 2.7 %) und in den Sensibilisierungsraten gegenüber Pollen im Hauttest (31.0 vs. 13.1 %). Das relative Risiko für eine allergische Diathese (Atopie) war in München 2,6mal so hoch wie in Leipzig.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte ein Vergleich zwischen Schulkindern in Sundsval in Schweden und Konin in Polen. In Konin lagen im Vergleich zu Sundsval in der Außenluft deutlich höhere Konzentrationen von Schwebstaub, Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid vor. Die Kinder in Konin hatten auch häufiger infektbedingten Husten (relatives Risiko 2.1). Bei belastungsabhängigem Husten und Atemnot waren die relativen Risiken 1,6 bzw. 1,9 (Konin, Sundsval) Der Hauttest auf Inhalationsallergene war jedoch in Sundsval signifikant häufiger positiv als in Konin.

Diese Daten zeigen, daß offensichtlich Schwebstaub und Schwefeldioxid als Indikatoren der durch klassische Luftschadstoffe bedingten Außenluftbelastung keine wesentlichen Faktoren bei der Entstehung von Allergien im Kindesalter sind. Ungeklärt hingegen ist, ob eine vermehrte Belastung durch Schadstoffe aus dem Kraftfahrzeugverkehr (Stickstoffdioxid, Ozon) einen Anteil an der Verursachung der erhöhten Allergierate haben. Außer den oben erwähnten Zusammenhängen zwischen Autoabgasen und Heuschnupfen-Prävalenzraten gibt es hierfür bisher jedoch keine eindeutigen Hinweise.

Zur Erklärung der deutschen Ost-Westunterschiede in der Allergiehäufigkeit wird vor allem auf die unterschiedliche Lebensweise mit intensiverem Allergenkontakt (z.B. mit Hausstaubmilben, Haustierallergenen) und besser isolierten Wohnungen in den alten Ländern hingewiesen, da nach derzeitigen Erkenntnissen die Konzentration von Allergenen im Haushalt, insbesondere des Allergens der Hausstaubmilben, ein wesentlicher Faktor für die Allergieentwicklung ist. Auch eine höhere Infektionshäu-

figkeit in Kinderkrippen und -gärten kann möglicherweise zu einer niedrigeren Allergieprävalenz beitragen. Diese stimuliert offensichtlich das kindliche Immunsystem und verhindert möglicherweise die Entwicklung „pathologischer“ Immunreaktionen, als die Allergien angesehen werden müssen.

Zusätzlich scheinen Innenraumschadstoffe, insbesondere Tabakrauch, eine Rolle zu spielen. Früher waren möglicherweise die Stickoxide im Innenraum bei dem weitverbreiteten Kochen mit Gas von Bedeutung. Auch gibt es Hinweise für eine zunehmende Häufung der asthmatischen Beschwerden bei Kindern, die einer höheren Formaldehydexposition in der Atemluft ausgesetzt sind. Im Tierversuch erleichtert eine kurze und niedrig dosierte Formaldehydexposition eine inhalative Sensibilisierung mit Allergenen. Der häufigste Innenraumschadstoff mit Bedeutung für die Entstehung allergischer Reaktionen ist jedoch der Tabakrauch. Hierzu liegen ausreichende Daten bezüglich eines Einflusses auf die Entwicklung von respiratorischen Allergien vor. Bereits die intrauterine Exposition gegenüber Tabakrauchinhaltsstoffen führt bei Neugeborenen zu einer Häufung erhöhter IgE-Werte im Nabelschnurblut als Ausdruck einer konnatalen Sensibilisierung, auch wenn sonst keine atopische Diathese in der Familie vorliegt. Das Asthma bronchiale im Kindesalter ist in Familien, in denen geraucht wird, um den Faktor 2.0 - 2.5 häufiger als in Nichtraucherfamilien. Weiterhin konnte gezeigt werden, daß die Häufigkeit positiver Hauttestergebnisse bei Kindern positiv korreliert ist mit der Anzahl von Zigaretten, die täglich zu Hause in Gegenwart der Kinder geraucht werden. Ein Zusammenhang zwischen Tabakrauchexposition und vermehrter inhalativer Sensibilisierung konnte auch im Meerschweinchenmodell nachgewiesen werden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß sich aus den wissenschaftlichen Untersuchungen der letzten 10 Jahre Hinweise darauf ergeben, daß die zunehmende Prävalenz von Allergien in einem Zusammenhang mit Veränderungen der kindlichen Umwelt steht. Die klassischen Außenluftschadstoffe Schwefeldioxid oder Schwebstäube haben dabei nur eine nachrangige Bedeutung. Der Autoverkehr und dessen Emissionen scheinen dagegen eine gewisse z. Z nicht sicher quantifizierbare Rolle zu spielen. Die Allergenexposition, die direkt mit den Lebensumständen und der Lebensweise zusammenhängt, hat dabei offensichtlich eine große Bedeutung. Diese multifaktorellen Einflüsse, an denen die anthropogene Umweltbelastung einen noch nicht genauer quantifizierbaren Anteil hat, gilt es zu kontrollieren. Der häuslichen Tabakrauchexposition sollte dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ihre Vermeidung ist auch im Hinblick auf eine Verhinderung der Entstehung von Allergien ein wichtiges Ziel der medizinischen/hygienischen Vorsorge.

2.1.4 Störungen der Fertilität und Reproduktionsfähigkeit des Menschen

Störungen der Reproduktionsfähigkeit des Menschen können auf der gesamten Strecke von der Bildung und Reifung der Keimzellen bis hin zum Zeitpunkt der Geburt (perinatal) durch die Einwirkung chemischer, biologischer und physikalischer Noxen ausgelöst werden. Für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz waren solche Effekte aus verschiedenen Gründen bisher von nachrangiger Bedeutung. In vergleichsweise jüngerer Vergangenheit sind eine Reihe von Stoffen, die grundsätzlich geeignet sind, in die Regelung der hormonellen Steuerung von Sexualfunktionen einzugreifen (sog. endocrine disruptors), in der Umwelt gefunden worden. Dies hat erhebliche Aufmerksamkeit in der

Öffentlichkeit erregt. Insbesondere bestehen Befürchtungen, daß diese durch den Menschen in die Umwelt eingebrachten Substanzen ungünstige Auswirkungen auf die menschliche Fruchtbarkeit und Fortpflanzungsfähigkeit haben könnten. . Trotz intensiver Forschung auf diesem Gebiet konnte der Befürchtung, daß von diesen Stoffen ein Gesundheits- oder Existenzrisiko für den Menschen ausgeht, nicht erhärtet werden. Vielmehr zeichnet sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt eher ab, daß die Bedeutung endokrin wirksamer Umweltschadstoffe für die menschliche Gesundheit eher gering ist. Zu dieser Einschätzung kam auch das Beratergremium für Altstoffe (BUA, 1999).

Aus einer Vielzahl von Befunden ergab sich, daß eine Reihe synthetischer Stoffe die Eigenschaft hat, mit der normalen endokrinen Funktion von Fischen, Vögeln, Reptilien und Säugetieren zu interagieren und ihre Fähigkeit zur Fortpflanzung und Entwicklung zu stören. In einigen Fällen wurden diese Stoffe speziell mit dem Ziel synthetisiert, die endokrinen Funktionen von Insekten zu stören, und so deren Vermehrung zu behindern, ohne daß dabei für andere Lebewesen ungünstige Effekte resultieren sollten. Aus Beobachtungen z.B. an Schnecken, Fischen und Alligatoren läßt sich jedoch schließen, daß bestimmte chemische Substanzen, aber auch nicht näher definierte Stoffgemische, z.B. in Abwässern, grundsätzlich die Fortpflanzungsfähigkeit und das Überleben von Populationen beeinflussen können. Verschiedene durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt eingebrachte Stoffe weisen in Tierversuchen und bei in vitro durchgeführten Untersuchungen Wirkungen auf hormonelle Systeme auf.

Einige, in Nahrungsmitteln vorkommende Stoffe (sog. Phytoöstrogene), haben ebenfalls eine hormonartige Wirkung. Eine epidemiologische Studie von 1997 ergab, daß ein vermehrter Verzehr von Nahrung mit höherem Phytoörogenanteil mit einem Rückgang der Inzidenz bei Mammakarzinomen einherging.

Zu den chemischen Substanzen, die in bestimmten tierischen oder in vitro Systemen hormonelle Wirkungen ausgelöst haben, zählen organochlorhaltige Pestizide wie z.B. DDT und Dieldrin. Weiterhin wurde von PCB-Kongeneren (polychlorierte Biphenyle) gezeigt, daß sie östrogene Eigenschaften besitzen, wenn auch im Vergleich zu körpereigenem Östradiol mit sehr geringer Wirkstärke (etwa 1 : 1 Million). Auch weitere in anderer Hinsicht bereits in der öffentlichen Diskussion befindliche Stoffe, wie die Dioxine, zeigten ungünstige Effekte auf die männliche und weibliche Fruchtbarkeit, und in einem Tierversuch war die Häufigkeit von Endometriose erhöht.

Weiterhin wurden für Alkylphenole, die vielseitige Verwendung in Farben, Reinigungsmitteln, in der Papier- und Textilindustrie Verwendung finden, östrogene Eigenschaften mit allerdings niedriger Wirkung festgestellt. Für Herbizide, wie Atrazin, sind dagegen antiöstrogene Effekte ermittelt worden. Befunde zu DEHP (Diethylhexylphthalat), einem Plastikweichmacher, sind schwierig zu interpretieren: bei weiblichen Ratten kam es zu erniedrigten Östradiolspiegeln, anovulatorischen Östruszyklen und zur Bildung polycystischer Ovarien, während bei männlichen Ratten der Östrogenspiegel erhöht war, wobei bei erniedrigten Testosteronspiegeln Hoden und Samengänge verkümmert waren.

Es ist naheliegend, anhand solcher Beobachtungen und Daten auch Befunde aus dem Bereich der menschlichen Fertilität und der Fortpflanzungsorgane mit einer möglichen Exposition gegenüber

Fremdstoffen, aber auch gegenüber natürlich vorkommenden Stoffe mit endokriner Wirkung in Verbindung zu bringen. Diese sind z.B.:

Spermienzahl und Spermienqualität: Aus verschiedenen, z.T. widersprüchlichen Studien ergeben sich Hinweise darauf, daß die menschliche Spermienzahl in den letzten Jahrzehnten abgenommen hat. Die Befunde sind aus methodischen Gründen schwierig zu interpretieren, haben aber verständlicherweise die besondere Aufmerksamkeit der Medien und der Öffentlichkeit erregt. Neben Studien aus den USA, die keine Veränderung der Spermienzahl und -qualität zeigten, gibt es Studien aus Frankreich und Finnland, die einen seit 1940 anhaltenden Trend der Abnahme der Anzahl und Qualität von Spermien aufwiesen. Es ist sicher, daß weitere Studien und Analysen nötig sind, um eine wissenschaftlich abgesicherte Stellungnahme zu diesem Problem zu ermöglichen. Letztlich ist es auch notwendig, nicht nur die Anzahl und die Qualität von Spermien zu bestimmen, sondern insbesondere die Auswirkung dieser Befunde auf die männliche Fruchtbarkeit zu untersuchen, was bisher noch nicht geschehen ist.

Kryptorchismus (Hodenhochstand): Eine Untersuchung aus England 1992 zeigte einen Anstieg der Häufigkeit von Kryptorchismus in London im Vergleich zu früheren Jahren. Eine Studie in den USA von 1993, konnte diesen Befund allerdings nicht bestätigen. Wegen der Verknüpfung zwischen Kryptorchismus und anderen Erkrankungen der männlichen Sexual-Organen, wie Hypospadie und Hodenkrebs, sollten die Hinweise auf ein erhöhtes Auftreten von Kryptorchismus Anlaß zu weiteren Untersuchungen sein. Die Fehllagerung des Hodens ist ein anerkannter Risikofaktor, der mit der Entwicklung von Hodenkrebs mit einem relativen Risiko von ca. 5 verknüpft ist.

Hypospadie (angeborene Fehlmündung der Harnröhre an der Unterseite des männlichen Gliedes): Die Häufigkeit der bei der Geburt festzustellenden Hypospadie variiert in verschiedenen Ländern um einen Faktor von mehr als 100. Diese ist unter anderem durch eine national unterschiedliche Definition und Untersuchungstechnik bedingt. Möglicherweise spielen aber auch ethnische Faktoren eine Rolle. Daten aus England zeigen einen ansteigenden Trend der Prävalenz zwischen 1965 und 1983, dann eine etwa gleichbleibende Prävalenz mit einem Abfall in den letzten Jahren. Auch aus anderen Ländern ist ein Anstieg der Hypospadie berichtet worden (Schweden, Norwegen, Dänemark, Finnland, Spanien, Neuseeland, Australien und frühere Tschechoslowakei).

Hodenkrebs: Daten der nationalen Krebsregister zeigen einen Anstieg der Inzidenz in den USA und in den nordischen Ländern (Dänemark, Schweden, Norwegen, Finnland und Grönland). Auch Daten der bevölkerungsbezogenen Krebsregister in Deutschland, des Nationalen Krebsregisters der ehemaligen DDR sowie des saarländischen Krebsregisters, zeigen einen deutlichen Anstieg der Inzidenzraten an Hodenkrebs für 20-40jährige Männer. Interessanterweise ergibt sich jedoch auch zwischen nahe benachbarten Ländern ein erheblicher Unterschied in den Häufigkeiten; so sind die Raten für Hodenkrebs in Dänemark fünfmal höher als in Finnland, die in der DDR waren um immerhin ca. 30% höher als im Saarland. Die Daten aus den USA weisen darauf hin, daß der Anstieg an Hodenkrebskrankungen auf die weiße Bevölkerung beschränkt ist und bei Schwarzen nicht auftritt. Aufgrund verbesserter therapeutischer Möglichkeiten kam es mit dem Anstieg der Erkrankungshäufigkeit jedoch zu keinem Anstieg der Sterblichkeit an Hodenkrebs. Im Gegenteil, in den alten Bundesländern

läßt sich seit Mitte der 70er Jahre, dem Beginn des Inzidenzanstiegs, ein Rückgang der Mortalitätsraten um 50% beobachten.

Im Gegensatz zu einem beobachteten Anstieg bei Hodenkrebs und einem möglichen Anstieg pathologischer anatomischer Befunde des männlichen Urogenitaltraktes haben sich derartige Trends beim weiblichen Urogenitaltrakt nicht nachweisen lassen. Beunruhigend sind allerdings die Entwicklungen beim Brustkrebs und bei Endometriosen (pathologische Gebärmutter Schleimhaut außerhalb der Gebärmutter). Hier zeigt sich ein deutlicher Anstieg in den letzten Jahren.

Brustkrebs: Für einen Anstieg der Häufigkeit von Brustkrebs liegen aus einer Reihe von Ländern Hinweise vor. Daten aus den Krebsregistern in Finnland, Dänemark, Schweden, aber auch aus den USA lassen insbesondere bei Frauen im Alter von über 50 Jahren einen deutlichen Anstieg erkennen. Für Deutschland zeigt sich anhand Daten des saarländischen Krebsregisters und des Nationalen Krebsregisters der ehemaligen DDR ein Anstieg der Inzidenz um 20 % (Saarland) bzw. 30 % (in der ehemaligen DDR bei deutlich niedrigerer Erkrankungshäufigkeit) innerhalb der letzten 25 Jahre. Dem entspricht ein Anstieg der Mortalität an Brustkrebs um 10 % in den alten und neuen Bundesländern. Der Anstieg von Mortalität und Inzidenz schließt auch jüngere Altersbereiche ein. Diese Befunde sind aus gesundheitspolitischer Sicht von großer Bedeutung, da Brustkrebs bei Frauen die häufigste Krebsart ist. Aus präventivmedizinischen Gründen ist die Feststellung der Ursachen für den beobachteten Anstieg der Inzidenz von besonderer Relevanz. Wenn auch bislang nicht klar ist, ob der Anstieg durch einen definierbaren Auslöser (einen einzigen oder eine Gruppe von unterschiedlichen Faktoren) verursacht wird, konzentriert sich dabei das Interesse auf mögliche beeinflussbare Risikofaktoren aus der Umwelt und der Lebensführung. Wissenschaftliche Untersuchungen haben sich z.B. mit dem individuellen Hormonstatus befaßt, ohne zu eindeutigen Ergebnissen zu kommen. Es gibt Anhaltspunkte dafür, daß eine längerdauernde Einnahme oraler hormoneller Kontrazeptiva wie auch die in den letzten Jahren üblich gewordene hormonelle Substitutionstherapie in der Menopause das Brustkrebsrisiko erhöht. Auch weisen die bisher gesicherten Risikofaktoren: frühe Menarche, späte Menopause, späte erste ausgetragene Schwangerschaft, Kinderlosigkeit und postmenopausale Adipositas, konsistent auf einen Zusammenhang zwischen Brustkrebs und dem hormonellen Gleichgewicht endogener wie exogener Östrogene und Gestagene hin. Die mögliche Rolle von hormonell wirksamen Umweltstoffen ist in diesem Zusammenhang diskutiert worden.

Aus den geschilderten epidemiologischen Befunden kann geschlossen werden, daß Erkrankungen, die in Zusammenhang mit Veränderungen des Hormonsystems stehen, in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten häufiger geworden sind. Dies gilt ohne Zweifel für Hodenkrebs beim Mann und Brustkrebs bei der Frau. Eine ursächliche Beziehung zwischen einer Zunahme dieser Befunde und einer möglichen Exposition gegenüber natürlichen und künstlich hergestellten Östrogenen bzw. hormonell wirksamen Substanzen in der Umwelt ist bislang nicht ausreichend sicher belegt. Welchen Beitrag diese Substanzen, verglichen mit anderen Faktoren wie Ernährung (insbesondere Verzehr bestimmter Fette), Lebensgewohnheiten, ethnischen Faktoren spielen, ist bislang noch ungeklärt.

2.1.5 Herz-Kreislaufstörungen und Lärm

Andere als die oben dargestellten Endpunkte der Wirkungen von anthropogenen Umweltfaktoren haben bisher in der Öffentlichkeit, aber auch in der wissenschaftlichen Diskussion, relativ wenig Beachtung gefunden. Daß sie trotzdem eine wichtige gesundheitspolitische Relevanz besitzen können, zeigt die Diskussion über den Zusammenhang zwischen Herzinfarkt und Lärmexposition.

Lärmbelastung kann im Sinne eines Stressors wirken, wobei sich die Streßreaktion nicht von der Wirkung anderer Stressoren unterscheidet, also unspezifisch ist. Diese Streßeffekte wirken sich im psychischen Bereich als Belästigung, Ärger und Anspannung sowie im vegetativen Bereich aus. Lärm kann auch bei niedrigen Schallintensitäten Streßreaktionen auslösen, wenn Aktivitäten wie Kommunikation und Konzentration oder Erholung und Schlaf durch den Lärm gestört werden. Allgemein treten im Zusammenhang mit Streß Verteidigungsreaktionen auf, die u.a. mit einer Erhöhung des Energieumsatzes, der Herzfrequenz, des Gefäßwiderstandes und gesteigerter Adrenalin- und Noradrenalinausschüttung verknüpft sind, die wiederum zu Veränderungen des Fettstoffwechsels führen.

Zu den Belastungssituationen, die Verteidigungsreaktionen auslösen können, zählt u.a. der Straßenverkehrslärm, dem Anwohner vielbefahrener Straßen unter Umständen dauerhaft ausgesetzt sind. Zu den gesundheitlichen Wirkungen dieser Belastung liegen inzwischen zahlreiche epidemiologische Untersuchungen vor, die sich auf methodisch unterschiedliche Wege mit dem Zusammenhang von Verkehrslärm und streßbedingtem Herzinfarkt beschäftigen. Die dabei ermittelten Ergebnisse sind statistisch für jede Einzelstudie nicht oder nur annähernd gesichert (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 10 %). In der Gesamtsicht aller Studien zeigt sich jedoch konsistent eine Erhöhung des Herzinfarkttrisikos um ca. 20 % bei Straßenverkehrsbelastungen mit Mittelungspegeln vor dem Wohnfenster von mehr als 65 dB (A) am Tage an.

Ein relatives Herzinfarkttrisiko von 1.2 bei einer Lärmbelastung von über 65 dB (A), das durch die Gesamtanalyse aller neueren Studien wahrscheinlich gemacht werden kann, würde bei der hohen Grundsterblichkeit an Herzinfarkt von etwa 10 % rechnerisch ein Lebenszeitrisiko von 1 : 50 für dauerhaft so hohen Lärmpegeln ausgesetzte Personen bedeuten, an einem lärmbedingten Herzinfarkt zu sterben. Dieses Risiko wäre um den Faktor 20 höher als das für Anwohner vielbefahrener Straßen geschätzte Risiko, an einer durch verkehrsbedingte Luftschadstoffe verursachten Krebserkrankung zu sterben. Betrachtet man zusätzlich die hohe Zahl von Personen, die dauerhaft Straßenverkehrslärmbelastungen über 65 dB (A) ausgesetzt sind, wird deutlich, daß es sich bei der häufig unterschätzten Lärmproblematik in Wahrheit um ein Thema von erstrangiger Bedeutung für den gesundheitlichen Umweltschutz handelt, das zumindest aus Vorsorgegründen erhebliche weitere Anstrengungen als bisher erfordert.

2.1.6 Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen im engeren Sinne („Umweltsyndrome“)

In den letzten 20 Jahren wurden in den industrialisierten Ländern immer wieder besondere Gesundheitsstörungen mit bestimmten Umweltfaktoren in Verbindung gebracht. Gemeint sind hierbei nicht die Krankheiten oder gar Todesfälle, die nach örtlich massiven Schadstoffbelastungen (z. B. Minamata), nach Großunfällen in Chemiebetrieben (z. B. Seveso), nach Störfällen in Kernkraftwerken (Tschernobyl) oder im Gefolge extremer Smogepisoden auftraten und auch nicht die theoretisch aufgrund von Risikoabschätzungen zu erwartenden Erkrankungs- und Todesfälle. Es handelt sich dabei vielmehr um mit der physikalisch-technischen Umweltbelastung in Verbindung gebrachte sog. „umweltassoziierte“ Gesundheitsbeeinträchtigungen, die unter mehr oder minder verbreiteten („üblichen“) Expositionsbedingungen der Bevölkerung nur bei einzelnen Individuen beobachtet werden. Dabei wird von seiten der Betroffenen, von den behandelnden Ärzten und auch von den Medien ein ursächlicher Zusammenhang zwischen diesen Gesundheitsstörungen und Einwirkungen von Noxen aus der Umwelt hergestellt. In der öffentlichen Diskussion wird daher auch von „Umweltkrankheiten“ gesprochen.

Die betroffenen Patienten klagen in der Regel über vielfältige, häufig nicht klar umschriebene Symptome. Diese beziehen sich meistens auf mehrere Organe und Systeme. Im Extremfall ist solchen Menschen ein erträgliches Leben nur möglich, wenn die vermeintliche Ursache, eine Exposition gegenüber einer bestimmten Umwelttoxine oder auch gegenüber mehreren streng gemieden wird. Dies gilt für die Einwirkung von Chemikalien aus dem alltäglichen Lebensumfeld, die Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel und Medikamente oder - auch häufiger in den nordischen Ländern als in Deutschland - für die Einwirkungen elektromagnetischer Felder. Durch die so aufgezwungene Lebensweise isolieren sich die Betroffenen von ihrer sozialen Umwelt und sind in der Regel nicht arbeitsfähig. Der Leidensdruck ist erheblich.

Vereinzelt sind solche „Umweltkrankheiten“ epidemieartig aufgetreten, obwohl weder Umwelttoxine noch ein infektiöses Agens als Auslöser oder Ursache der Beschwerden gefunden werden konnten. Die Interpretation als „mass psychogenic illness“ lag in solchen Fällen nahe. In anderen Fällen konnten als wahrscheinlichste Auslöser einer solchen „Epidemie“ Äußerungen von „Experten“ oder einschlägige Medienberichte aufgezeigt werden. Beispiele hierfür sind die Häufungen von Fibromyalgie-Fällen in Australien (1980), die sog. Tübinger Krankheit (1987ff) und auch manche Fälle von Sick-Building-Syndrom. Bei letzteren spielt offensichtlich häufig die Kommunikation über Beschwerden und die Bezugnahme auf den Arbeitsplatz eine Rolle.

Da die von den Patienten angegebenen Symptome mit den Methoden der Schulmedizin in der Regel nicht objektivierbar und Ursachen dafür nicht mit ausreichender Sicherheit nachweisbar sind, sind die Patienten meist von ihren Ärzten, die ihnen keine Hilfestellung anbieten können, enttäuscht und fühlen sich nicht ernst genommen, so daß häufige Arztwechsel die Folge sind. Viele Patienten landen schließlich in ihrer Not bei Vertretern alternativer und paramedizinischer Behandlungskonzepte. Einige durchlaufen vorher, in der Regel erfolglos, auch eine psychiatrische Evaluation.

Zur Erklärung dieses Phänomens einer Gesundheitsstörung ohne nachweisbare relevante Schadstoffexposition wird von einigen Autoren die Hypothese eines kommunikativ und psychisch ausgelösten Syndroms (wie z.B. durch einen Nocebo-Effekt oder eine sogenannte Toxikopie (nach Kofler, d.h. Kopie einer toxischen Reaktion)) angeboten, ohne allerdings hierfür ausreichende empirische Belege vorlegen zu können. Die von einem Großteil dieser sogenannten „Umweltpatienten“ geklagten Symptome weisen in der Tat eine deutliche Nähe zu Angststörungen, depressiven Störungen und Krankheitskonzepten wie Hypochondrie und Somatisierungstörungen auf. In den letzten Jahren haben sich deshalb Psychologen und Psychiater zunehmend mit diesen Kranken beschäftigt, allerdings ebenfalls ohne bisher eine akzeptable Beschreibung und Deutung des Krankheitsbildes vorlegen zu können. Sollte die Hypothese einer psychischen Komponente bei diesen „Umweltkrankheiten“ zutreffen, dann müßte vermieden werden, diese Patienten auf möglicherweise falsche, für sie letztendlich unergiebige, medizinisch ausgerichtete Krankheitskonzepte zu lenken und damit einer einseitigen Fixierung auf Umwelttoxinen Vorschub zu leisten. Dies gilt besonders bei Menschen mit erhöhter Angstbereitschaft.

Andererseits ist bei der Fragwürdigkeit der bisher vorgelegten psychiatrischen Erklärungs- und Therapiekonzepte aber auch eine ungerechtfertigte „Psychiatisierung“ solcher Patienten zu vermeiden. Die Gefahr, daß Patienten zu Unrecht mit ihren Beschwerden und Symptomen - von denen in vielen Einzelfällen die Medizin nicht mit Sicherheit sagen kann, daß sie nicht doch umweltbedingt sind - nicht ernst genommen und falsch behandelt werden, muß den beteiligten Ärzten und Behörden immer bewußt sein.

Im folgenden werden beispielhaft einige als „Umweltsyndrome“ beschriebene Problemkomplexe kurz dargestellt.

„Sick Building“-Syndrom (SBS)

Das SBS tritt seit Mitte der 70er Jahre im Gefolge der verstärkte eingesetzten Wärmedämmung bzw. Innenraumabdichtung (Energiesparmaßnahmen), dem zunehmenden Einbau raumluftechnischer Anlagen (Zwangsbelüftung) und im Zusammenhang mit neuen Bau-, Raumausstattungs- und Einrichtungsmaterialien vermehrt in Erscheinung. Typischerweise sind gleichzeitig mehrere Personen durch den Aufenthalt in entsprechenden Gebäuden/Innenräumen, z. B. nach Neubezug oder Renovierung, von der SBS-Symptomatik im Sinne einer Befindlichkeitsstörung betroffen. In typischen Fällen kommt es zu einem gemeinsamen Auftreten von Schleimhautreizungen (Augen, Nase, Rachen), Hautsensationen, Kopfschmerzen und Müdigkeit. Nach Verlassen des Raumes oder des Gebäudes, in dem die Beschwerden aufgetreten sind, nehmen diese rasch ab und bei erneutem Aufenthalt - bei Arbeitsräumen etwa nach dem Wochenende - wieder zu, besonders am ersten Arbeitstag nach längerer Freizeit („Montagskrankheit“). Oft handelt es sich um Büroräume, seltener um andere Arbeitsräume, z. B. Verkaufs-, Labor-, Klinik- oder Schulräume. SBS-analoge Symptome können auch in privaten Wohnräumen auftreten. Manche Umweltmediziner sprechen von SBS jedoch erst, wenn eine Personengruppe betroffen ist (z.B. etwa 1/4 der in einem Gebäude „exponierten Personen“). Frauen erkranken anscheinend häufiger als Männer, in abhängigen Positionen Beschäftigte häufiger als sog. „Führungskräfte“.

Wesentliche Faktoren, die ein SBS begünstigen, sind zu geringe Luftaustauschraten in stark isolierten Gebäuden, Emissionen von Dämpfen, Gasen, geruchsaktiven Substanzen und Staub, (einschließlich Faserstäuben) sowie unzureichend gewartete (ggf. auch schlecht dimensionierte) Klimaanlage. Zu beachten sind ferner: klimatischer und ergonomischer Diskomfort, Belastung durch Tabakrauch, Bildschirmtätigkeit, Lärmbelastung, Infraschall-Emissionen und psychischer oder sozialer Stress, wie z.B. Mobbing, Arbeitsunzufriedenheit oder Konflikte im Privatleben. Durch suggestives Klagen einzelner Mitarbeiter können Beschwerden anscheinend auch in einem gruppenspezifischen Prozeß verstärkt oder unterhalten werden. Beim SBS handelt es sich demnach um ein *multifaktorielles Geschehen*, bei dem physikalische, chemische, biologische und psychische und soziale Faktoren eine Rolle spielen, wobei deren Anteile sehr verschieden ausgeprägt sein können.

Vom SBS sind die sog. gebäudeassoziierten Krankheiten („building related illness“, BRI) abzugrenzen. Hier handelt es sich um klinisch wohldefinierte Krankheitsbilder mit bekannter Ätiologie, z.B. die Legionella-Pneumonie oder das Befeuchterfieber (das durch Schimmelpilze wie thermophile Aktinomyzeten hervorgerufen wird); im weiteren Sinne können auch Hausstaub- und durch andere Innenraumantigene hervorgerufene Allergien darunter subsumiert werden.

Nach vorsichtiger Schätzung dürften in Deutschland derzeit 1 Million Menschen durch eine SBS-Symptomatik oder durch eine BRI am Büroarbeitsplatz beeinträchtigt sein. Schlechte Luftqualität an derartigen Arbeitsplätzen führt, wie in mehreren Studien gezeigt werden konnte, zu sinkender Produktivität und einer Erhöhung krankheitsbedingter Fehlzeiten. Die dadurch verursachten Kosten sind beträchtlich (s. auch Kapitel 3.2.2).

Multiple Chemical Sensitivity (MCS)

Unter den Patienten, die aufgrund eigener Annahmen oder Beobachtung bzw. aufgrund der Hinweise Dritter (z.B. Ärzte) ihre gesundheitlichen Beschwerden auf Umwelttoxine zurückführen, gibt es einige, die eine individuelle Überempfindlichkeit gegen verschiedenste, nicht chemisch miteinander verwandte Chemikalien geltend machen. Diese Symptomatik wird als „Multiple Chemikalien-Überempfindlichkeit“ (engl. „Multiple Chemical Sensitivity Syndrome“) bezeichnet.

Die Patienten geben an, daß sie auf unterschiedlichste, alltägliche Fremdstoffeinflüsse mit erheblichen gesundheitlichen Problemen reagieren. Angeschuldigt werden: Autoabgase, Zigarettenrauch, Duftstoffe (Parfüm, Deo), Schädlingsbekämpfungsmittel, Ausdünstungen aus Druckerzeugnissen, Baumaterialien, Einrichtungsgegenständen, Farben und Lacken, Textilmaterialien und Waschmittelrückstände, Medikamente und Impfstoffe, Nahrungsmittelinhaltsstoffe, Dentalmaterialien und andere. Über die Häufigkeit der Symptomatik in der Bevölkerung gibt es keine verlässlichen Daten.

Oft wird der Beginn des Leidens mit einer einmaligen akzidentellen, erhöhten Schadstoffbelastung (z.B. durch einen Unfall oder eine erhöhte Exposition am Arbeitsplatz) in Zusammenhang gebracht. Im Laufe der Zeit verselbständigt sich das Krankheitsgeschehen indem der Patient nunmehr auf geringste und vielfältige, andere als die ursprünglich auslösende Fremdstoffeinwirkungen reagiert. Die Betroffenen klagen über unspezifische Symptome, wobei meist mehrere Organsysteme betroffen

sind. Die Beschwerden können in ihrer Ausprägung deutlich variieren, was von seiten der Patienten auf entsprechende Schadstoffkarenz oder erneute Schadstoffexposition zurückgeführt wird.

Eine allergologische und sonstige fachärztliche Diagnostik ergibt bei „MCS-Patienten“ in der Regel keinen richtungsweisenden Befund. Die Biomonitoring-Werte, als Indikator für die interne Schadstoffbelastung, sind im allgemeinen unauffällig. Viele Patienten geben sich mit den Negativ-Befunden und der „Hilflosigkeit der Schulmedizin“ jedoch nicht zufrieden, sondern konsultieren immer neue Ärzte, suchen Hilfe in Umweltpraxen, -ambulanzen und -kliniken oder vertrauen auf das paramedizinische Angebot.

Die Angst vieler MCS-Patienten vor Fremdstoff-Expositionen und den damit - im Verständnis der Patienten - zwangsläufig verbundenen Gesundheitsstörungen kann sehr ausgeprägt sein. Sie versuchen folglich, Schadstoffkontakte konsequent zu meiden, indem sie z.B. jegliche potentiell „schadstoffemittierenden“ Einrichtungsgegenstände und Materialien aus ihrer Wohnung entfernen und sich in einigen Fällen sogar mit leichteren Atemschutzutensilien ausrüsten. Solche Patienten sehen sich - von ihnen so wahrgenommen oder real - dem Unverständnis ihrer Mitbürger und der „Ignoranz der Ärzte“ ausgeliefert; sie sind an den üblichen Arbeitsplätzen oft nicht mehr zu integrieren und damit über lange Zeiträume arbeitsunfähig. Es folgen Entlassung, Arbeitsunfähigkeit, sozialer Rückzug und Isolation.

Die von Patienten im Zusammenhang mit MCS vorgebrachten komplexen Symptome kann man in drei Kategorien zusammenfassen:

- Zentralnervöse oder vegetative Symptome:
extreme Müdigkeit, Kopfschmerzen, Benommenheit, Gedächtnisstörungen, Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Depression, Unruhe, emotionale Labilität, Reizbarkeit;
- Irritative Symptome:
Brennen und Jucken der Bindehäute, obstruktive Rhinitis, Asthma, Ekzeme, Nesselsucht und andere Hauteffloreszenzen;
- Gastrointestinale Symptome:
Übelkeit, Diarrhöen, Obstipation, Krämpfe, Flatulismus.

Besonders häufig sind Personen in der Altersstufe zwischen 40 und 50 Jahren betroffen. MCS tritt bei Frauen 4 mal häufiger auf als bei Männern. Die Patienten verfügen meist über ein höheres Bildungsniveau. Lösungsmittel und Pestizide werden offenbar etwas öfter als andere Stoffe bzw. Stoffgruppen als auslösende Faktoren benannt.

Insgesamt handelt es sich um ein langwieriges Leiden, das phänomenologisch relativ gut bekannt ist und einigermaßen von anderen umweltbezogenen Gesundheitsstörungen abgegrenzt werden kann². Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von MCS und der Belastung durch Umweltchemikalien ist nach wie vor umstritten. Andererseits paßt das Krankheitsbild nicht gut zu einer der etablierten Diagnose aus dem Gebiet psychischer Erkrankungen. Derzeit werden für MCS u. a. die folgenden

² Im Einzelnen sind aber die Kriterien, die das Krankheitsbild eindeutig von anderen „umweltassoziierten“ Gesundheitsstörungen abgrenzen, unter Wissenschaftlern strittig.

Deutungsmodelle diskutiert, wobei es für jedes einzelne Hinweise, aber keine einer objektiven Prüfung standhaltende Beweise gibt.

Toxisch induzierter Verlust der Toleranz gegenüber Chemikalien: Dieses Modell geht am weitesten auf die Vorstellungen der „klinischen Ökologen“ ein und versucht mit schulmedizinischen Argumenten, die von diesen beschriebene Phänomene, wie Maskierung, Gewöhnungs- und Entzugsphänomene in das Modell einzubeziehen. Das zugrundeliegende Modell setzt voraus, daß in einer ersten Phase durch eine akute hochdosierte oder durch chronisch schleichende niederdosige Exposition gegenüber einem oder mehreren toxischen Fremdstoffen oder Noxen über einen bisher noch nicht verstandenen Mechanismus eine Chemikalien-Überempfindlichkeit induziert wird. Die Exposition gegenüber toxisch relevanten Konzentrationen eines Fremdstoffes beeinträchtigt nach diesem Modell die natürliche Toleranz gegenüber Fremdstoffen und Noxen im allgemeinen. In der auf das Initiereignis folgenden Phase der verminderten Toleranz genügen dann kleinste Dosen, um Symptome auszulösen. Belege für das Modell werden aus der Drogenforschung bezogen. Das Modell würde sich nur unter sehr großem Aufwand für Untersucher und Probanden testen lassen, da die Patienten für Provokationsteste über einen längeren Zeitraum (4-7 Tage) in „chemikalienarmer“ Umgebung hospitalisiert werden müßten, um falsch positive (durch Interferenz) oder falsch negative Ergebnisse (durch Maskierung) auszuschließen.

Zeitabhängige neurale Bahnung im olfaktorisch- limbischen System: An Tiermodellen läßt sich eine progressiv zunehmende Reaktionsstärke durch wiederholte niedrigschwellige chemische Reize im „olfaktorischen System“ (Riechsystem) des Vorderhirns induzieren, die bis zur Auslösung anfallsartiger Phänomene gehen kann. Im Englischen wird dieses Phänomen als „Kindling“ bezeichnet. Wegen der anatomischen Nähe der die Geruchswahrnehmungen weiterleitenden Nervenbahnen zu Strukturen des sogenannten limbischen Systems im Gehirn würden sich viele der bei chemischer Hyperreaktivität beobachteten Symptome mit der Annahme erklären lassen, daß die chemisch-irritative Bahnung im Riechnerv sich auf das limbische System ausdehnen kann. Die in epidemiologischen Studien beobachtete Korrelation zwischen Kakosmie (gesundheitliche Beeinträchtigung durch Riecheindrücke) auf der einen und Gedächtnisstörungen, sowie bestimmten Persönlichkeitsveränderungen (Schüchternheit) und Alkoholunverträglichkeit auf der anderen Seite, wird als Beleg für eine neurotoxisch ausgelöste Beeinträchtigung des olfaktorisch- limbischen System durch Chemikalien aus der Umwelt angesehen. Östrogene fördern im Tierversuch die Bahnung des olfaktorisch- limbischen Systems. Hier wird ein Zusammenhang mit der höheren Prävalenz der chemischen Überempfindlichkeit bei weiblichen Personen gesehen. Gegen das Modell kann vorgebracht werden, daß typische Patienten nicht regelhaft kakosmisch reagieren. Insbesondere gilt dies für einen Großteil der Patienten, die eine Überempfindlichkeit gegenüber Pyrethroiden angeben. Aus dem Tierversuch ist bekannt, daß das Bahnungsverhalten kontextspezifisch modifizierbar ist. Dies erschwert das Design entsprechender Versuche zur experimentellen Verifizierung des Modells und insbesondere für die Entscheidung zwischen diesem und den psychophysiologischen Modellen (s.u.).

Neurogene Entzündung: Dieses Modell geht davon aus, daß eine chemische Reizung peripherer sensorischer Nervenfasern eine „neurogene“ Entzündung an den Nasenschleimhäuten auslöst und im Sinne einer positiven Rückkopplung unterhält. Die Entzündung bildet die Basis für eine gesteigerte

Empfindlichkeit gegenüber vielen unterschiedlichen Chemikalien. Gestützt wird dieses Modell durch Beobachtungen, die entzündliche Veränderungen der Nasenschleimhaut bei Patienten mit chemischer Hyperreaktivität beschreiben. Um die typische Symptomatik des MCS -Syndroms zu erklären, benötigt das Modell allerdings die Hypothese eines Überspringens der neurogenen Entzündung auf andere Organe, beziehungsweise einer systemischen Manifestation. Belege hierfür stehen jedoch aus.

Psychophysiologische Modelle: Verschiedene seit langem bekannte psychophysiologische Reaktionen und Prozesse bieten Deutungsmöglichkeiten für die im Rahmen der chemischen Hyperreaktivität auftretende Phänomene. Die psychologische Forschung der letzten 30 Jahre hat z.B. auf das Phänomen der Streßreaktionsstereotypen aufmerksam gemacht. Bestimmte Individuen reagieren auf Streß immer mit ganz bestimmten umschriebenen funktionellen Reaktionen, z.B. mit Bluthochdruck oder Atemwegskonstriktion. Es ist denkbar, daß eine akzidentelle chemische Exposition als unkontingierter Stimulus für das Erlernen einer bedingten neuropsychologischen Reaktion dient. Wird eine chemische Exposition als psychologischer Stressor angesehen, so folgt möglicherweise eine bestimmte autonome situationsbedingte Reaktion des Betroffenen. Wird der Stressor als advers und nicht beherrschbar eingeschätzt, folgen überwiegend vagale Reaktionen (Totstellen); wird er als advers, aber vermeidbar angesehen folgen sympathikotone „Flucht“-Reaktionen. Diese Reaktionsformen sind im weitesten Sinne adaptativ und befähigen das Individuum sich adäquat mit dem Stressor auseinanderzusetzen. Auch Suggestion kann autonome, situationsbedingte Reaktionen auslösen. Hierfür wurde im Zusammenhang mit Chemikalien der Begriff „Toxikopie“ (= Kopie einer toxischen Reaktion) geprägt. Ebenfalls muß die Möglichkeit eines konditionierten Reflexes im Pawlow'schen Sinne in Erwägung gezogen werden. Allerdings sind die Konzentrationen toxikologisch relevanter Chemikalien in der Umwelt meist nicht hoch genug, um eine auf subjektiver Wahrnehmung beruhende adverse Reaktion hervorzurufen, die einen bedingten Reflex über längere Zeit unterhält oder die den für die chemische Hyperreagibilität so typischen Wechsel (Shift) zu sekundären Auslösern bedingt. Wiederholte stereotype Reaktionen über längere Zeiträume können zu psychosomatischen Krankheitsbildern führen. Aus der psychologischen Streßforschung ist bekannt, daß die kognitive Orientierung des Individuums gegenüber dem Stressor die physiologische Reaktion beeinflusst. Das würde, bezogen auf das Phänomen der multiplen chemischen Überempfindlichkeit bedeuten, daß die Werteinstellung von Betroffenen gegenüber chemischen Umgebungsfaktoren ihre Reaktion wesentlich mitbeeinflusst, d.h. entsprechend Umweltbewußte reagieren empfindlicher auf solche Einflüsse. Eine systematische Untersuchung dieser psychischen Mechanismen bei Probanden mit chemischer Hyperreagibilität steht allerdings noch aus.

Wie bereits angedeutet, fehlen überzeugende Belege für die zur Erklärung der Hyperreagibilität gegen multiple Chemikalien herangezogenen Modelle weitgehend. Gleichwohl ist der Terminus „multiple chemical sensitivity“ (MCS) zur Kennzeichnung der genannten umweltmedizinischen Entität seit Jahren eingeführt. Man sollte sich aber beim derzeitigen Kenntnisstand davor hüten, ihn mit einem bestimmten Pathomechanismus gleichzusetzen. Im September 1995 veranstaltete die amerikanische Umweltbehörde einen Workshop über chemische Überempfindlichkeit, in dem sie die wichtigsten Vertreter der verschiedenen Denkrichtungen zusammenbrachte. Ein wesentlicher Teil des Workshops war der Entwicklung von Forschungskonzepten gewidmet, mit denen versucht werden soll, eine Klärung herbeizuführen.

In Deutschland hat es in den letzten Jahren verschiedene Aktivitäten gegeben, um ein Forschungskonzept zu entwickeln und ein entsprechendes Forschungsprogramm auf den Weg zu bringen. Einen Beitrag dazu leistete auch der im Februar 1996 in Berlin unter Mitwirkung des UBA und des BgVV veranstaltete WHO-Workshop über Multiple Chemical Sensitivities (MCS), auf dem die Teilnehmer vorgeschlagen hatten, „künftig als zutreffendere und umfassendere Bezeichnung den Begriff der ‘Idiopathischen umweltbezogenen Unverträglichkeiten’ (Idiopathic Environmental Intolerances [IEI]) zu verwenden“. Dieser Begriff umfasse, so hieß es, über die bisher mit „MCS“ beschriebene Störung hinaus, eine ganze Reihe ähnlicher gesundheitlicher Störungen. Die entsprechende Empfehlung hat viel Widerspruch geerntet und wird sich vermutlich nicht durchsetzen. Derzeit werden in kooperierenden Arbeitsgruppen am Robert Koch-Institut (RKI), am Umweltbundesamt (UBA) und am Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) unter Beteiligung externer Wissenschaftler Forschungsstrategien beraten und Forschungsprojekte vorbereitet, so wurde z.B. eine multizentrische Studie, die MCS-Verbundstudie, begonnen.

Unabhängig davon, ob es wirklich eine Hyperreaktivität auf multiple Chemikalien gibt oder welche Ursachen dem Krankheitsbild zugrunde liegen, stellen die Patienten mit derartigen Beschwerden eine große fachliche und menschliche Herausforderung für den behandelnden Arzt dar. Sie stehen unter einem großen Leidensdruck, sind sozial isoliert und häufig unzufrieden mit der ihnen zuteil werdenden ärztlichen Hilfe. Auf eigene oder ärztliche Veranlassung wandern sie oft von einem Facharzt zum nächsten und nehmen umfangreiche diagnostische Maßnahmen in Anspruch ; vielfach besteht ihre letzte Hoffnung darin, Hilfe von paramedizinischen Wunderheilern zu erwarten. Statt einer simplen „Psychiatisierung“ oder „Ökologisierung“ bedarf es eines verständnisvollen Auseinandersetzens mit ihren Problemen.

Chronic Fatigue Syndrome (CFS):

Leitsymptom dieses Beschwerdebildes ist ein meist plötzlich (teils auch schleichend) auftretender chronischer Erschöpfungszustand, der mindestens sechs Monate anhält. Bei etwa einem Drittel der CFS-Patienten tritt das Syndrom nach einem akuten Infekt auf. Bereits geringe mentale oder körperliche Belastungen werden kaum mehr bewältigt. Die Beschwerdeintensität kann freilich wechseln. Neben der unnormalen Erschöpfbarkeit, die auch durch Bettruhe nicht gebessert wird, können „Nebensymptome“ auftreten wie Muskel- und Gelenkbeschwerden, Halsschmerzen, Kopfschmerzen, Beeinträchtigungen des Kurzzeitgedächtnisses, Konzentrations- und Denkschwierigkeiten sowie vermehrtes Schlafbedürfnis bei gleichzeitig bestehenden Schlafstörungen (also unspezifische Symptome, die auch bei sehr vielen anderen Erkrankungen vorkommen). Falls Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates im Vordergrund stehen, wird eher die Diagnose „Fibromyalgie“ (bzw. Fibromyalgie-Syndrom, FMS) gestellt (den Ausschluß diesbezüglich konkurrierender Erkrankungen vorausgesetzt). Manche Ärzte vermuten, daß CFS und FMS unterschiedliche Manifestationen derselben Krankheit sind.

Das chronische Erschöpfungssyndrom tritt bevorzugt zwischen dem 25. und 45. Lebensjahr auf. In 80 % der Fälle sind Frauen betroffen. Zur Häufigkeit des Auftretens von CFS in der deutschen Bevölkerung liegen keine genauen Angaben vor, u.a. auch deshalb, weil Häufigkeitsschätzungen in erhebli-

chem Maße von der zugrundeliegenden Falldefinition abhängen (es existieren unterschiedliche Ein- und Ausschlusskriterien).

Bei der Diagnose „CFS“ handelt es sich in der Regel um eine Ausschlussdiagnose. Bekannte Krankheiten, die mit länger anhaltenden Ermüdungszuständen einhergehen, müssen zunächst abgegrenzt werden. Dies gilt auch für psychische und psychosomatische Erkrankungen. Eine Abgrenzung ist jedoch insofern schwierig, als bei *allen* Erkrankungen auch psychische und soziale Einflüsse wirksam werden. Es bleibt daher unklar, ob die „Restkategorie“ CFS eine klinische Einheit bildet oder ob sich hinter der Arbeitshypothese CFS unterschiedliche Störungen verbergen und welche Überlappungen beispielsweise zu depressiven Störungen und zur Fibromyalgie bestehen oder inwieweit CFS mit der klassischen Neurasthenie gleichgesetzt werden darf. Ebenso bleibt unklar, ob infektiöse Agentien (z. B. Viren) für einen Teil der CFS-Fälle verantwortlich sind. Typische serologische, immunologische oder sonstige labordiagnostische Befunde konnten bisher nicht überzeugend mit CFS in Zusammenhang gebracht werden. Aus differentialdiagnostischen Gründen wird bei Verdacht auf CFS-Syndrom gleichwohl ein beträchtlicher diagnostischer Aufwand getrieben. Ein Zusammenhang mit Umweltschadstoffen erscheint eher unwahrscheinlich.

Fibromyalgie-Syndrom (FMS):

In der Beschwerdeskala dieser Krankheit stehen ausgedehnte muskuloskeletale Schmerzen und Druckschmerzhaftigkeit an sensitiven Punkten („tender points“) an prominenter Stelle. Hinzu kommen oft Schlafstörungen, Morgensteifigkeit, Leistungsabfall, Konzentrationsschwäche, Müdigkeit, depressive Verstimmungen, Kopfschmerzen sowie weitere Symptome. 70 % der FMS-Patienten erfüllen im übrigen die Diagnosekriterien für CFS.

Frauen sind deutlich häufiger betroffen als Männer; der Erkrankungsgipfel liegt im mittleren Lebensalter. Etwa 1-3 % (nach anderen Angaben 2-6 %) der Bevölkerung sind betroffen. Es handelt sich um ein häufiges Anliegen von Patienten in Allgemeinpraxen und rheumatologischen Praxen/Abteilungen.

Pathophysiologisch werden ein erhöhter Sympathikotonus, eine veränderte Schmerzperzeption und -modulation, ein gestörtes Schlafmuster sowie Störungen neuroendokriner Regelkreise und zum Teil auch immunologische Veränderungen diskutiert. Diese Veränderungen werden überwiegend auf psychosomatischer Grundlage interpretiert: psychosozialer Streß, Schlafstörungen, Erschöpfung, geringe körperliche Aktivität und abnehmende Kondition ergeben einen Teufelskreis. Verlässliche labordiagnostische Parameter existieren bisher nicht. Häufige Arztwechsel könnten einer hilflosen Medizin geschuldet oder Ausdruck des für somatoforme Störungen typischen „doctor shopping“ sein. Für eine im weiteren Sinne psychosomatische Genese des Leidens spricht im übrigen eine Reihe weiterer Beobachtungen, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann. Möglicherweise spielen Infektionen in manchen Fällen eine zusätzliche Rolle.

Elektromagnetische Hypersensibilität

Die Diskussion über die gesundheitlichen Wirkungen schwacher elektromagnetischer Felder (siehe auch Kapitel 3.3.2.2) wird kontrovers geführt. Symptome, wie z.B. Kopfschmerz, Schlafstörungen

oder Nervosität aber auch akkustische Sensationen werden von „Elektrosensiblen“ der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern zugeschrieben. In verschiedenen Studien wurde dem Phänomen nachgegangen, u.a. in einem Projekt der Europäischen Kommission. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den beklagten Symptomen und elektromagnetischen Feldern konnte nicht gezeigt werden. Die Untersuchungen auf dem Gebiet werden fortgesetzt.

Konsequenzen

Für Patienten, bei denen die Annahme einer psychischen Komponente bei ihrer „Umweltkrankheit“ aufgrund einer gründlichen Differentialdiagnose gerechtfertigt ist, kann diese Erkenntnis hilfreich sein, damit die Patienten nicht in eine falsche, für sie letztendlich unergiebige medizinische Richtung gelenkt werden und keine einseitige Fixierung auf Umwelttoxene, besonders bei Menschen mit erhöhter Angstbereitschaft, erfolgt oder zumindest unterstützt wird. Ein diagnostisches Vorgehen nach der Devise, daß es sich um eine psychische Erkrankung handelt, wenn man sonst nichts findet, ist aber sicher falsch.

Insgesamt wird man diesen Patienten nur gerecht werden können, indem sie im Rahmen einer ganzheitlich orientierten Medizin mit ihren Gesundheitsproblemen ernst genommen werden. Ungeachtet dessen müssen die Umweltbedingungen in den industrialisierten Ländern auch weiter verbessert werden, um die angesichts zahlloser und z.T. widersprüchlicher Berichte verständliche Verunsicherung und Besorgnis weiter Bevölkerungskreise glaubwürdig auszuräumen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß wissenschaftlich eindeutig charakterisierte und nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft bewertete umweltbedingte Erkrankungen für das Gesundheitsgeschehen in der Bevölkerung eher eine marginale Bedeutung haben. Methodische Probleme und Defizite (s.u.) sprechen allerdings dafür, daß der Beitrag einzelner Umweltfaktoren auf Grund unseres zu geringen Wissens eher unterschätzt als überschätzt wird. Dies gilt besonders für chronische Effekte und für Effekte, bei denen eine lange Latenzzeit zwischen der Verursachung durch einen Umweltfaktor und dem Auftreten der Wirkung besteht. Hier ist die Datenlage oft äußerst spärlich, so daß über die Bedeutung solcher Wirkungen z.T. nur spekuliert werden kann. Hier wäre es wichtig, geeignete Methoden zu entwickeln und entsprechende Studien zu initiieren und zu fördern, um zu einer genaueren Bewertung zu kommen. Ungeachtet dessen ist unsere Gesellschaft aus Gründen der Gesundheitsvorsorge aufgerufen, sehr viel sorgsamer und bewußter mit ihrer Lebensgrundlage Umwelt umzugehen, als dies bisher geschieht und dabei u. U. auf manche mögliche Annehmlichkeit besser zu verzichten.

2.2 Möglichkeiten und Grenzen der Umweltmedizin

2.2.1 Was ist Umweltmedizin?

Seit es eine Heilkunde gibt, sind „umweltbedingte“ Erkrankungen und Störungen des Wohlbefindens bekannt und den Ärzten wohl bewußt gewesen. Die Diskussion über die Belastung der Umwelt mit anthropogenen chemischen und physikalischen Faktoren hat dieser Erkenntnis in den letzten Jahre eine neue Dimension gegeben und zur Ausprägung eines „neuen“ Fachgebiets der Medizin, der „Umweltmedizin“ geführt.

Eine weitverbreitete Standortbestimmung dieses interdisziplinären Querschnittsfaches lautet:

Umweltmedizin befaßt sich in Theorie und Praxis mit den gesundheits- und krankheitsbestimmenden Aspekten der Mensch-Umwelt-Beziehungen. Als zentraler Fachgegenstand gelten anthropogene Umweltveränderungen (-belastungen) und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Im Mittelpunkt stehen die Erforschung, Erkennung und Prävention umweltbedingter Gesundheitsrisiken und Gesundheitsstörungen sowie die Beratung und Betreuung von Personen mit gesundheitlichen Beschwerden oder auffälligen Untersuchungsbefunden, die von den Betroffenen selbst oder ärztlicherseits mit entsprechenden Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden.

Historisch hat die Umweltmedizin ihre Wurzeln in mehreren medizinischen Disziplinen, die sich bereits in der Vergangenheit schwerpunktmäßig mit dem Einfluß physikalisch-chemischer aber auch sozialer und psychischer Umweltfaktoren beschäftigten. Zu nennen sind hier besonders die Hygiene, die Arbeitsmedizin, die Toxikologie und Epidemiologie, aber auch klinisch-medizinischen Disziplinen, wie beispielsweise die Allergologie. In Deutschland entstanden die ersten Umweltambulanzen an Universitäts- und Forschungsinstituten der Hygiene und der Arbeitsmedizin, so z.B. 1987 am Institut für Hygiene und Umweltmedizin der RWTH Aachen und 1989 am Medizinischen Institut für Umwelthygiene in Düsseldorf.

Umweltmedizin (Abbildung 2) muß sich als interdisziplinäres Fach verstehen und ist zugleich ein Teil nahezu aller medizinischer Fachgebiete geblieben. Die Themen, die in Kapitel 2 und 3 angeschnitten werden, können sämtlich dem Gegenstandsbereich der Umweltmedizin zugerechnet werden. Umweltmedizin ist um die Integration bestehender Arbeitsrichtungen, wie der Umwelthygiene, -epidemiologie, und -toxikologie bemüht, sie tritt darüber hinaus im Bereich der Arbeitsmedizin in Erscheinung, verfügt über Segmente in der klinischen und psychosozialen Medizin und ist in vielfältiger Weise mit natur-, sozial- und umweltwissenschaftlichen Disziplinen verwoben. Insoweit sind z. B. die Umwelthygiene, die Umweltepidemiologie und die Umwelttoxikologie nicht nur als Teilgebiete der Hygiene, der Epidemiologie und der Toxikologie, sondern auch als Teilgebiete der als Dachdisziplin konstituierten Umweltmedizin aufzufassen.

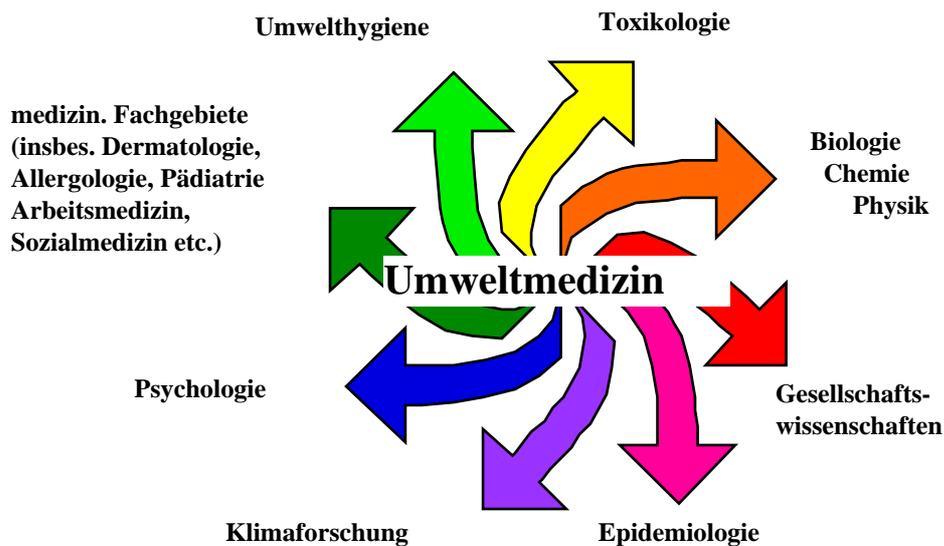


Abb. 2: Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Umweltmedizin

Umweltmedizin hat gegenüber anderen medizinischen Fachgebieten mit einigen besonderen Problemen zu kämpfen, z.B.:

- Niedrige Dosen von Schadstoffen in der Umwelt wirken über lange Zeiträume, möglicherweise lebenslang. Die Beurteilung der inneren Exposition, d.h. der Menge des Schadstoffes, die in den menschlichen Körper gelangt ist und eventuell ganz oder teilweise wieder ausgeschieden wurde, dabei aber Wirkungen hinterlassen hat, kann dadurch sehr schwierig sein.
- Persistierende Schadstoffe können im Organismus kumulieren, so daß dadurch toxische Dosen am Wirkort erreicht werden.
- Viele Schadstoffe wirken gleichzeitig.
- Ein und derselbe Schadstoff kann über mehrere Pfade, z.B. oral über die Nahrung und gleichzeitig über das Trinkwasser oder inhalativ über die Atemluft in den Körper gelangen.
- Zwischen Schadstoffexposition und beobachteter Symptomatik kann eine komplexe Wirkungskette liegen, die von Besonderheiten der Schadstoffaufnahme, der Verbreitung im Organismus, aber auch von einer langen Kette durch den Schadstoff ausgelöster Folgereaktionen gekennzeichnet sein kann. Möglicherweise liegt eine lange Zeit (Latenzzeit) zwischen der Schadstoffaufnahme und der Beobachtung einer Wirkung (beim durch Asbest verursachten Pleuramesotheliom z. B. mehr als 20 Jahre).
- Es gibt bisher kaum eine durch bestimmte Symptome oder Befunde abtrennbare spezifische „Umweltkrankheit“. Der menschliche Organismus reagiert offensichtlich auf die verschiedensten endogenen und exogenen Belastungen nur mit wenigen Antworten (z.B. mit Erscheinungen der Entzündung, der malignen Entartung, der verstärkten Bindegewebsbildung). Wirkungen von Umweltnoxen sind somit mit wenigen Ausnahmen unspezifisch. Eine Lungenfibrose durch chronische Bela-

stung mit Schadstoffen in der Atemluft kann z.B. histologisch kaum von einer Lungenfibrose anderer Ursache differenziert werden.

- Meist handelt es sich bei den im Umweltkontext von den Betroffenen beklagten Beschwerden um Befindlichkeitsstörungen, die auch eine Vielzahl nicht umweltbezogener Ursachen haben können. (z.B. Differentialdiagnose für Müdigkeit und Abgeschlagenheit in Kap. 2.1). Die Relevanz solcher Störungen (Krankheitswert) und die Bedeutung für die zukünftige gesundheitliche Entwicklung der Betroffenen sind noch weitgehend unklar.
- Die Ursachen der meisten chronischen Volkskrankheiten sind unbekannt. Spielen Umweltfaktoren dabei eine Rolle? Und wenn ja, welche ?
- Unter Umständen liegen einer Schadstoffwirkung keine monoton steigende Dosis-Wirkungsbeziehungen zugrunde, und es besteht im betroffenen Einzelfall eine besondere individuelle Empfindlichkeit bis hin zur Idiosynkrasien. Ähnliche Phänomene sind uns aus anderen medizinischen Fachgebieten, wie z.B. der Allergologie bekannt.
- Häufig wird der banale Sachverhalt nicht berücksichtigt, daß eine erhöhte äußere oder innerkörperliche Schadstoffbelastung noch keine Krankheit ist.
- Eine große Zahl von Betroffenen unter Umständen auch besonders sensible Bevölkerungsgruppen wie Kinder, Schwangere, Alte, Kranke, Hyperreagible werden durch Schadstoffe belastet.

Es ist üblich geworden, eine bevölkerungsbezogene, präventivmedizinisch orientierte Umweltmedizin von einem individualmedizinischen Segment, der klinischen Umweltmedizin, zu unterscheiden. Als wesentliche Komponenten erscheinen demnach – in bewußter Vereinfachung – die Präventive Umweltmedizin und die sog. Klinische Umweltmedizin. Zwischen beiden bestehen vielfältige Beziehungen und fließende Übergänge.

Arbeitsschwerpunkte der Umweltmedizin betreffen

- die Expositionsermittlung,
- die Wirkungsermittlung und Diagnostik,
- die Betreuung, Beratung und Begutachtung,
- die Abschätzung umweltbedingter Gesundheitsrisiken,
- die vergleichende Risikoanalyse und -bewertung sowie die Risikokommunikation,
- regulatorische und administrative Aufgaben,
- die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für eine gesundheitsförderliche Gestaltung unserer Umwelt.

Die Bearbeitung dieser Aufgabenfelder erfordert nicht nur medizinischen, sondern auch vielfältigen natur- und sozialwissenschaftlichen Sachverstand. Umweltmedizin ist deshalb in besonderem Maße zu fachübergreifender interdisziplinärer Kooperation aufgerufen. Umweltmedizin befaßt sich mit Populationen, Gruppen und Einzelpersonen. Im zuletzt genannten Fall betrifft dies hauptsächlich Personen, die einer vermuteten oder nachgewiesenen umweltbedingten Exposition ausgesetzt waren/sind (oder mit einer sich zukünftig andeutenden Belastung/Belästigung konfrontiert sind) und bei

denen sich daraus möglicherweise ein Gesundheitsrisiko ergibt sowie Personen mit gesundheitlichen Beschwerden oder auffälligen Untersuchungsbefunden, die von den Betroffenen selbst oder ärztlicherseits mit Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden.

Besonderes Augenmerk gilt suszeptiblen Personen und Risikogruppen. Praktische oder angewandte Umweltmedizin wird sowohl unter Gesichtspunkten des öffentlichen Gesundheitswesens („public health“) betrieben (etwa in Umwelt- und Gesundheitsbehörden oder in nicht-staatlichen Einrichtungen und Organisationen) als auch auf individualmedizinischer Ebene in Praxen, Beratungsstellen/Ambulanzen, Kliniken und Laboratorien. Angewandte Umweltmedizin wird sowohl unter "environmental/public health"-Gesichtspunkten betrieben (etwa in Umwelt- und Gesundheitsbehörden oder in nicht-staatlichen Einrichtungen und Organisationen) als auch auf individualmedizinischer Ebene in Praxen, Beratungsstellen, Ambulanzen und Kliniken. Die folgenden Ausführungen betreffen vor allem das Gebiet der klinischen Umweltmedizin.

Was kann klinische Umweltmedizin im engeren Sinne nach dem heutigen Stand der Wissenschaft leisten? Sie kann:

- das Risiko, aufgrund einer bestimmten Schadstoffexposition einen gesundheitlichen Schaden zu erleiden, auf der Basis einer toxikologischen Bewertung oder auf Grund von Erkenntnissen der Epidemiologie abschätzen,
- eine geschilderte Symptomatik hinsichtlich ihrer möglichen Bezüge zur Exposition gegenüber einem angeschuldigten Schadstoff beurteilen,
- die externe oder interne Belastung ermitteln und bewerten,
- Hinweise zur Vermeidung oder Verminderung des Risikos geben. Darüber hinaus gehende rational begründete Therapien sind im Widerspruch zur Behauptung mancher „alternativer“ Umweltmediziner bisher nicht bekannt;
- das Risiko für besondere Gruppen (z.B. Schwangere, Kinder, ältere Menschen, chronisch Kranke) beschreiben.

Die klinische Umweltmedizin kann im Einzelfall aber keine Sicherheit geben, daß die geklagten Beschwerden nicht mit der Umweltbelastung zusammenhängen. Andererseits gilt es aber auch sich mit Beschwerden, die die Betroffenen auf Umweltfaktoren beziehen, ernsthaft auseinander zu setzen. Auch und besonders in der Umweltmedizin gilt, wie in der Medizin überhaupt, daß die wesentlichen Ursachen von Fehldiagnosen Ignoranz, ungenügende Untersuchung und vorgefaßte Meinung (insbesondere ein notorischer Optimismus) sind.

Umfassendere Ausführungen zur Umweltmedizin, zu deren Strukturen einschließlich der individualmedizinischen Betreuung finden sich unter Kapitel 4.5.

2.2.2 Diagnostische Möglichkeiten und methodische Grenzen

Kausalitätsvermutungen stützen sich in der Umweltmedizin auf eine toxikologische oder epidemiologische Datengrundlage (s.u.), die für eine individuelle Beurteilung von Expositions-Wirkungs-Zusammenhängen jedoch nur sehr bedingt herangezogen werden kann. Dies liegt u. a. in den relativ kleinen und multiplen Risiken begründet. Die bei der umweltmedizinischen Kausalitätseinschätzung auftretenden Probleme übertreffen jedenfalls die von der arbeitsmedizinischen Begutachtung her bekannten Schwierigkeiten noch bei weitem. Diese Aussage gilt zumindest für die Erfahrungen, die in Deutschland aus umweltmedizinischen Einrichtungen, an Universitäten und Gesundheitsämtern mit den dort vorstellig werdenden Patienten vorliegen. Akute Giftwirkungen und Vergiftungen im Zusammenhang mit Störfällen sind dabei ebenso ausgenommen wie die herkömmlichen allergologischen und berufsbedingten Erkrankungen.

Eigenständige, ätiologisch abgesicherte umweltmedizinische Diagnosen sind daher eine Ausnahmeerscheinung. Auch wird man schwerlich eigenständige diagnostische Verfahren für die Umweltmedizin reklamieren können, von Reexpositionen- und Provokationsversuchen einmal abgesehen (die jedoch schon aus der Allergologie bekannt sind). Im weiteren Sinne könnten zu den diagnostischen Verfahren die Methoden der Expositionsabschätzung gerechnet werden, da sie in Verbindung mit Gesundheitsstörungen ausgewertet und interpretiert werden können und damit einem diagnostischen Anliegen dienen.

Die umweltmedizinische Diagnostik kann für eine „allgemein-medizinische“ Diagnostik Expositionsabschätzungen zur Verfügung stellen auf der Basis

- einer umweltzentrierten Anamnese,
- einer Ortsbegehung und Umgebungsuntersuchung,
- eines umweltmedizinischen Biomonitorings.

Das wesentliche Element der umweltmedizinischen Diagnostik besteht somit in der Abklärung einer fraglichen Belastung (und gelegentlich auch einer daraus eventuell resultierenden Beanspruchungsreaktion). So gesehen könnten Umweltmediziner in ausgewählten Fällen einen konsiliarischen Beitrag zur allgemeinen Medizin leisten. Ein wichtiges Instrumentarium zur Unterstützung der umweltmedizinischen Diagnostik und der Bewertung von Untersuchungsergebnissen stellen computergestützte Informationssysteme (Umweltmedizinische Datenbanken, Literatur- und Faktendatenbanken, s. Kap. 2.5) dar.

Problematisch sind die z.T. auch von Nichtmedizinern angebotenen (unkonventionellen) diagnostischen und therapeutischen Verfahren, die wissenschaftlich nicht begründet sind und unter Umständen sogar eine zusätzliche Belastung für die betroffene Person darstellen. Als Beispiel aus der Vielzahl nicht ausreichend validierter Test- oder Nachweisverfahren kann die Bestimmung der Höhe der Ameisensäureausscheidung im Urin, die als Nachweis einer vorausgegangenen Formaldehydbelastung dienen soll, genannt werden. Aber auch klinisch-diagnostische Verfahren, wie z.B. die „Einzelphoto-

nen-Emissions-Computertomographie (SPECT)“, die für bestimmte neurologische Indikationen berechtigt und zuverlässig zur Anwendung kommen, werden häufig ohne kritische Überprüfung auf umweltmedizinische Problemfelder, wie z.B. der Frage nach neurotoxischen Schäden durch Lösemittelexposition, übertragen.

Die mangelnde Qualitätssicherung im Bereich der Umweltmedizin ist inzwischen zu einem beträchtlichen Problem geworden.

2.3 Methodischer Hintergrund

Der häufig benutzte Begriff der „Umweltkrankheit“ hat oft ein monokausales Zusammenhängendenken zur Voraussetzung, das der Ursache Umwelttoxine die Wirkung Krankheit zuordnet. So wie Grippe durch Grippeviren hervorgerufen wird, stellt man sich vor, daß Umweltschadstoffe Allergien und Kernkraftwerke Leukämien verursachen. Wer dies in Frage stellt, läuft Gefahr, verdächtigt zu werden, aus unlauteren Gründen die Fakten wahrheitswidrig zu manipulieren. Wer sagt, er wisse es nicht genau, traut sich wahrscheinlich nicht, die Wahrheit zu sagen. Diese zugegebenermaßen sehr überspitzt dargestellte Situation liegt zum großen Teil in unzureichenden Vorstellungen über die Entstehung von Krankheit und über den wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß bei der Erforschung solcher Krankheiten begründet. Sowohl die Klärung von gesundheitlichen Problemen, die durch Belastungen aus der Umwelt ausgelöst sein könnten, als auch die Prävention in bezug auf schädigende Einflüsse basiert auf methodischen Ansätzen, die nicht nur im Problembereich Umwelt und Gesundheit Anwendung finden. Zum besseren Verständnis des eingesetzten Methodenrepertoires und zur Versachlichung der Diskussion werden nachfolgend die maßgeblichen Ansätze zusammenfassend beschrieben.

2.3.1 Epidemiologie

Nach Definition der Weltgesundheitsorganisation befaßt sich die **Epidemiologie** mit der wissenschaftlichen Untersuchung der Verteilung von Krankheiten, physiologischen Variablen und sozialen Krankheitsfolgen in menschlichen Bevölkerungsgruppen sowie mit den Faktoren, die diese Verteilung beeinflussen. Die zunehmende Bedeutung dieser wissenschaftlichen Methode liegt unter anderem darin begründet, daß bei den meisten nichtübertragbaren Krankheiten, anders als bei den Infektionskrankheiten, eine eindeutige Erklärung der Krankheitsentstehung durch experimentelle Identifizierung eines dominanten Kausalfaktors nicht möglich ist. Diesem Sachverhalt wird mit dem Risikofaktorenkonzept der Epidemiologie Rechnung getragen. Dabei tritt an die Stelle der deterministischen Argumentation das Wahrscheinlichkeitstheoretische Denken: Ein Faktor führt nicht geradlinig in einer kausalen Kette zu einer Erkrankung (deterministisches Modell), sondern erhöht lediglich die Wahrscheinlichkeit (das Risiko) für das Auftreten einer Krankheit (probabilistisches Modell).

Epidemiologische Studien zu den nicht übertragbaren Krankheiten haben den Nachweis von Einflüssen zum Ziel, die mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit zum Auftreten einer bestimmten Erkrankung oder einer definierten Verschlechterung des Gesundheitszustands führen. Diese Einflüsse werden

Risikofaktoren genannt. Einflüsse aus der äußeren Umwelt des Menschen (umgangssprachlich oft als Umweltrisiken bezeichnet) ordnen sich in dieses Risikofaktorenkonzept ebenso ein wie verhaltensbedingte Einflüsse (z.B. Rauchen, Bewegungsmangel, ungesunde Ernährung). Zum epidemiologischen Nachweis eines Zusammenhangs zwischen Risikofaktoren und Krankheitsmanifestation können zwei unterschiedliche Studientypen verwendet werden:

Bei sogenannten **Kohortenstudien** werden zwei oder mehrere Gruppen von Personen (Kohorten) miteinander verglichen, von denen nur die eine - unter ansonsten möglichst identischen Bedingungen - den in Betracht kommenden Risikofaktoren ausgesetzt ist. Dabei wird vorausgesetzt, daß zu Beginn der Beobachtung alle Gruppen frei von der zu beobachtenden Krankheit sind, und daß die Gruppen möglichst hinsichtlich aller anderen, die Krankheitswahrscheinlichkeit beeinflussenden Faktoren, wie zum Beispiel das Alter und die Lebensgewohnheiten gleich sind. Es wird dann im Verlaufe einer bestimmten Zeitspanne beobachtet, ob eine Krankheit in der exponierten Gruppe häufiger auftritt als in der nicht exponierten Gruppe. Das relative Risiko (RR), das die Erkrankungshäufigkeit beider Populationen ins Verhältnis setzt, gibt an, um das Wievielfache höher (oder auch niedriger) die Wahrscheinlichkeit für die Erkrankung in der exponierten Gruppe ist.

Die Möglichkeit, das Neuaufreten einer Krankheit in Kenntnis der übrigen Bedingungen zu beobachten, ist jedoch oft nicht gegeben, weil die Latenzzeiten (Zeiten von der Einwirkung des Risikofaktors bis zum Auftreten der Krankheit) unterschiedlich lang (manchmal Jahrzehnte lang) sein können und weil manche Manifestationen sehr selten sind. In solchen Situationen wird eine andere Studienart gewählt - die **Fall-Kontroll-Studie**. Bei dieser Studienart werden Personen, die an der zu untersuchenden Krankheit leiden, mit in Bezug zu allen anderen Einflußfaktoren (Alter, Geschlecht etc.) passend ausgesuchten nicht erkrankten Personen hinsichtlich der Häufigkeit der verdächtigten Exposition verglichen. Mit Hilfe dieses Vergleiches können dann wiederum relative Risiken abgeschätzt werden. Damit ist eine Fall-Kontroll-Studie eine einfache und kostengünstige Variante analytischer epidemiologischer Studien, allerdings ergeben sich bei diesem vereinfachten Studiendesign Schwierigkeiten hinsichtlich der retrospektiven Erfassung einer Exposition und oftmals Unklarheiten über die zeitliche Abfolge von Krankheit und Exposition.

Die Tatsache, daß bestimmte Zusammenhänge zwischen der Häufung von Erkrankungen und der Exposition epidemiologisch festgestellt werden, hat keinerlei Beweiskraft. Die Frage „Wie kann man sicher sein, daß ein beobachteter Zusammenhang kausal ist?“ wird unter Epidemiologen seit langem diskutiert. Es wurde ein Kriterienkatalog (Hill'sche Kriterien)³ für Kausalität erstellt, an dem sich epidemiologisch ermittelte Zusammenhänge messen lassen sollten. Diese Kriterien fordern unter anderem:

³ Nach erkenntnistheoretischen Überlegungen ist nur das erste der nachfolgend aufgeführten Hill'schen Kriterien zwingend erforderlich. So gibt es z.B. keinen plausiblen Grund anzunehmen, daß eine Dosis-Wirkungsbeziehung immer monoton steigen muß (2. Kriterium). Es gibt genügend Beispiele aus der experimentellen Medizin, die das Gegenteil zeigen. Im übrigen ist die hier verwandte Begrifflichkeit von Kausalität in der modernen nicht-positivistischen Erkenntnistheorie umstritten.

- die *Exposition* muß nachweislich *vor der Erkrankung* aufgetreten sein.
- das relative Risiko sollte hinreichend groß sein und mit Erhöhung der Exposition zunehmen (*Dosis-Wirkungs-Beziehung*)
- das Ergebnis sollte *biologisch plausibel* sein, d.h. es sollte mit Ergebnissen der experimentellen (toxikologischen) Forschung in Einklang stehen.
- in *mehreren unabhängigen Studien* sollten in dieselbe Richtung weisende Befunde erhoben werden.

Doch auch die Erfüllung dieser Kriterien macht den in einer epidemiologischen Studie gefunden Zusammenhang nur mehr oder weniger wahrscheinlich. Ein streng kausaler Ursachen-Wirkungszusammenhang im Einzelfall läßt sich aus epidemiologischen Studien grundsätzlich nicht ableiten.

Die methodische Vorgehensweise bei der Bestimmung und quantitativen Bewertung von Risikofaktoren erscheint auf den ersten Blick unabhängig von Art und Herkunft des Risikofaktors, dennoch hat die **Umweltepidemiologie** mit weiteren besonderen Schwierigkeiten zu tun:

Die durch die Umwelt bedingten Expositionen, z.B. durch Luftverunreinigungen, Trinkwasser- oder Strahlenbelastungen, liegen meist in einem Bereich, in dem auch die damit verbundenen (relativen) Risiken vergleichsweise gering sind. Eine zwanzigprozentige Erhöhung des relativen Lungenkrebsrisikos - d.h. von 1 auf 1,2 - erscheint unbedeutend gegenüber dem mit dem Zigarettenrauchen verbundenen relativen Risiko, das zwischen 7 und 16 liegt. Dennoch kann auch diese kleine Risikoerhöhung von Relevanz sein, wenn ein großer Prozentsatz der Bevölkerung entsprechend exponiert ist. Dies ist bei weitverbreiteten Umweltbelastungen der Fall.

Zum epidemiologischen Nachweis solcher kleinen Risikoerhöhungen bedarf es aber sehr großer, methodisch aufwendiger Studien, die nicht praktikabel sind und die, wenn sie überhaupt methodisch-technisch durchführbar sind, außerdem immense Kosten verursachen. Dies gilt insbesondere für Krankheiten, die erst nach langen Latenzzeiten manifest werden, wie z.B. Krebskrankheiten. Weicht man auf Fall-Kontroll-Studien aus, so ist die exakte retrospektive Erfassung der Exposition ein nahezu unlösbares Problem. Bei derart kleinen Risiken ist selbst ein geringfügiger systematischer Fehler in der Erfassung der unter Verdacht stehenden Expositionen bzw. das Nichtberücksichtigen von im Hintergrund wirkenden Störvariablen (Confoundern) von einschneidender Bedeutung.

Aus diesem Grunde macht die Umweltepidemiologie häufig Anleihen bei arbeitsmedizinischen Studien. Da die beruflichen Expositionen gewöhnlich um ein Vielfaches höher liegen als die allgemeinen Umweltbelastungen, sind die hierbei gefundenen Risiken höher und damit leichter nachweisbar. Anstelle aufwendiger und wenig erfolgsträchtiger Bevölkerungsstudien verwendet man häufig den Kunstgriff der Extrapolation einer im Hochdosisbereich empirisch gewonnenen Dosis-Wirkungs-Beziehung in den Niedrigdosisbereich. Auf diese Weise hat man z.B. die bei Bergarbeitern auf Grund ihrer beruflichen Exposition mit Radon gefundenen erhöhten Lungenkrebsrisiken durch Annahme einer linearen Beziehung zwischen Expositionsdosis und Erkrankungsrisiko in extrapolierte Risiken für die Bevölkerung in radonbelasteten Gegenden umgerechnet. Dieses Verfahren setzt voraus, daß

kein Schwellenwert für die Exposition existiert, oberhalb dessen überhaupt erst eine gesundheitliche Wirkung auftreten kann. Außerdem ist die vereinfachende Annahme einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung willkürlich. Soweit die Ergebnisse bisher vorliegen ergeben sich aus den zur Zeit in Deutschland laufenden „Radonstudien“ zur Bestimmung des Risikos in der Bevölkerung niedrigere Risiken für Lungenkrebs als durch lineare Extrapolation geschätzt. Sollte sich dies bewahrheiten, ergäbe sich ein schwerwiegendes Argument gegen die bisher bei Extrapolation hoher Risiken auf den Niedrigdosisbereich verwandten Standardverfahren.

Ein weiterer erschwerender Umstand bei der Bewertung von Umweltrisiken besteht darin, daß die zu messenden Wirkungen von Umwelttoxinen oftmals nicht klar auf der Hand liegen. Nur selten gibt es, wie bei der Radonbelastung, eine Zuordnung zu einem eindeutigen Krankheitsbild. Oftmals sind es unspezifische Gesundheitsbeeinträchtigungen, die noch dazu in ihrer quantitativen und qualitativen Ausprägung zwischen verschiedenen Personen eine hohe Variabilität aufweisen.

2.3.2 Toxikologie

Die Toxikologie untersucht experimentell schädigende Wirkungen von Substanzen in verschiedenen (traditionell meist hohen) Dosisbereichen, um aus dem so gewonnenen „toxikologischen Profil der Substanz“ Schlußfolgerungen über ihre Gefährlichkeit zu ziehen.

Die systematische Untersuchung der Toxizität von Stoffen erfolgt traditionell im Tierversuch, vorwiegend an Nagern (Ratten und Mäusen). Dieses Vorgehen, das internationaler Konvention entspricht (Technical Guidance Document), hat Vorteile und Nachteile. Vorteilhaft ist daß Physiologie und Pathologie dieser Tierarten, auch in verschiedenen Alterszuständen, gut untersucht sind, was bedeutet, daß die durch Fremdstoffe erzeugten Veränderungen bei diesen Tierarten bewertet werden können. Nachteilig ist, daß sich Tiere wie z.B. Ratte und Maus in manchen Aspekten der Physiologie und Pathologie vom Menschen unterscheiden. Insofern sind die Untersuchungen an diesen Tierarten im Hinblick auf Sensitivität, und Spezifität nicht optimal. Praktikabilitäts- und Kostengründe haben jedoch dazu geführt, daß im allgemeinen toxikologische Untersuchungen an Ratten, Mäusen, Meer-schweinchen und Kaninchen und nicht an dem Menschen näher verwandten Tierarten durchgeführt werden. Wenn die Wahrscheinlichkeit untersucht werden soll, mit der bei einer bestimmten Dosis keine Wirkungen auftreten, kommt es darauf an, gerade besonders selten auftretende Ereignisse als mögliche Wirkungen zu erfahren. Je seltener ein Ereignis auftritt, um so größer muß die Zahl der Beobachtungen sein, um es wahrzunehmen. Ein mit der Wahrscheinlichkeit von 1:1000 auftretendes Ereignis kann mit 95%iger Wahrscheinlichkeit erst bei 3000 Individuen einmal beobachtet werden. Daraus wird klar, daß der toxikologischen Erkenntnis auch biometrische Grenzen gesetzt sind.

Die Untersuchungen an Versuchstieren zielen darauf, schädigende Wirkungen nach unterschiedlich langer Zufuhr des Fremdstoffes (akut, subchronisch und chronisch) und nach Gabe unterschiedlich hoher Dosen festzustellen. Mit diesen toxikologischen Tests werden mögliche Schädigungen vor allem anhand laborchemischer Parameter, die die Funktion lebenswichtiger Organe beurteilen lassen, sowie durch die Bestimmung von Größe und Gewicht des Tieres einschließlich seiner Organe und mittels feingeweblicher Untersuchungen von Körpergeweben erfaßt. Untersuchungen zu mutagenen

(erbgutverändernden) Eigenschaften werden sowohl in vitro als auch in vivo durchgeführt. Diese Untersuchungen tragen auch zur Bewertung solcher Studien bei, die dazu angelegt sind, mögliche krebserregende Wirkungen von Schadstoffen zu erfassen. Studien zu reproduktionstoxischen Eigenschaften erfassen Änderungen der Fruchtbarkeit beider Geschlechter sowie schädigende Effekte bei der vorgeburtlichen Entwicklung, Geburt und nachgeburtlichen Entwicklung. Beobachtungen von Verhaltensänderungen und die Untersuchung verschiedener funktioneller physiologischer Parameter (z.B. Blutdruck, Temperatur, Nervenleitungsgeschwindigkeiten) werden gegebenenfalls auch zur toxikologischen Beurteilung herangezogen.

Aus den oben genannten Untersuchungen wird unter Anwendung von Verfahren, die ebenfalls auf Konvention beruhen, die Dosis abgeleitet, nach derer Gabe gerade keine schädigenden Veränderungen mehr beobachtet werden können. Diese Dosis definiert den sogen. NOAEL (engl. **No Observed Adverse Effect Level**). Ist die Ableitung eines NOAEL nicht möglich, da in allen Dosisgruppen eine Wirkung nachweisbar war, wird statt dessen die niedrigste Dosis, die in dieser Studie angewandt wurde, als LOAEL (**Lowest Observed Adverse Effect Level**) in die weitere Betrachtung einbezogen. Bei Vorliegen ausreichend vieler empirisch bestimmter Dosis-Effekt-Paare und eines biologisch plausiblen Modells kann auch versucht werden, die Dosis-Wirkungs-Beziehung mathematisch zu modellieren und daraus Extrapolationen vorzunehmen.

Dem aus Tierexperimenten abgeleiteten Grenzwert (NOAEL oder LOAEL) wird ein geschätzter Expositionswert gegenübergestellt, der sich aus Messungen des Schadstoffes am Arbeitsplatz, in der Umwelt oder in der Wohnung ergibt oder der, wenn keine Meßwerte zur Verfügung stehen, unter Modellannahmen errechnet wurde. Die Überlegung, ob der Sicherheitsabstand zwischen NOAEL bzw. LOAEL und dem Expositionswert im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ausreichend ist, muß neben der Schwierigkeit der Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Tierversuch auf den Menschen auch Art und Schweregrad der möglichen Schädigung einbeziehen. Insofern würde ein einfacher Vergleich von NOAEL bzw. LOAEL und Expositionshöhe die Dimension der Qualität der Wirkung außer Acht lassen und das Risiko für die menschliche Gesundheit nicht hinreichend abschätzen.

Während toxikologische Untersuchungen zu chemischen Stoffen, die in neuerer Zeit in Verkehr gebracht wurden (sogenannte Neustoffe), nach heutigen Standards durchgeführt wurden, trifft dies für die überwiegende Mehrzahl der Stoffe, die sogenannten Altstoffe nicht zu.

Ein grundsätzliches methodisches Problem der toxikologischen Untersuchungen besteht darin, daß durch die in den Versuchsprotokollen auf der Basis internationaler Konventionen festgelegten Untersuchungen nur Schädigungen festgestellt werden können, die mit der zu Grunde liegenden Methodik überhaupt erfaßbar sind. Denkbare andere Schädigungen, insbesondere z.B. routinemäßig nicht untersuchte Effekte am Nervensystem und sich daraus möglicherweise ergebende Schädigungen übergeordneter intellektueller Fähigkeiten werden nur unzureichend oder überhaupt nicht erkannt.

Für einige Altstoffe stehen neben den Befunden aus den Tierversuchen gelegentlich auch Ergebnisse unterschiedlicher Qualität aus Untersuchungen und Beobachtungen am Menschen für die Bewertung der Gefährlichkeit eines Stoffes oder einer Umwelttoxine zur Verfügung. Eine systematische experi-

mentelle Belastung von Menschen mit möglicherweise irreversibel schädigenden Stoffen verbietet sich aus ethischen Gründen. Denkbare Ausnahme wären Untersuchungen zur Auslösung reversibler akuter, z.B. allergischer Erscheinungen.

Allerdings stehen aus epidemiologischen Untersuchungen an Arbeitsplätzen oder aus Einzelfallberichten Befunde über Schädigungen (z.B. Krankheitssymptome, Beschwerden etc.) zur Verfügung. Die verursachende Exposition mit dem angeschuldigten Stoff bzw. der Umweltnoxe ist jedoch häufig nicht mit ausreichender Genauigkeit nach Höhe und Dauer zu ermitteln. Schwierig zu bewerten sind insbesondere Sachverhalte, bei denen ein eindeutiger zeitlicher Zusammenhang zwischen der Gesundheitsbeeinträchtigung und der Exposition gegenüber einer Noxe fehlt und bei denen die Art der Gesundheitsstörung bislang weder aus Tierversuchen noch aus Ereignissen mit unbeabsichtigter Exposition, z.B. im Arbeitsplatzbereich, bekannt geworden ist. Liegen jedoch verwertbare Daten über die ungünstigen Auswirkungen eines Stoffes beim Menschen vor, so haben diese Befunde für die Beurteilung des entsprechenden Stoffes einen deutlich höheren Stellenwert als die Befunde aus Tierversuchen und werden diesem Stellenwert entsprechend in der Risikobetrachtung eingesetzt.

Neben der systematischen Erfassung des toxikologischen Profils von Neustoffen hat die Toxikologie die Aufgabe, die Wirkmechanismen schädigend wirkender Stoffe sowie die Kinetik dieser Stoffe im Organismus und die am Abbau beteiligten Enzyme zu untersuchen. Diese „Grundlagenforschung“ trägt dazu bei, besser zu verstehen, ob Befunde, die im Tierversuch erhalten werden, auf den Menschen übertragbar sind und ob Beschwerden, die von einzelnen Personen angegeben werden, mit der Exposition gegenüber einem bestimmten Stoff in Zusammenhang stehen. Letztlich können die Ergebnisse dieser Forschung auch genutzt werden, um angemessene Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

Trotz der langjährigen Entwicklung toxikologischer Prüfstrategien am Tier und der Erfahrungen in der Interpretation dabei erhobener Befunde bleiben nach wie vor gewisse Bewertungsunsicherheiten. Sie betreffen einerseits die Erfassung möglicher Schädigungen des Immunsystems (Immuntoxikologie) und des Nervensystems (Neurotoxizität). Das Interesse an diesen Fragen wurde geweckt durch entsprechende Befunde bei exponierten Personen, die zum Teil nicht klar interpretiert werden können. Andererseits bestehen Schwierigkeiten konzeptioneller Art. Kann und soll man z.B. eine Studie verwerten, in der die Testbedingungen nicht eindeutig beschrieben wurden? Soll man eine Studie, die vielleicht nur eine begrenzte, möglicherweise für die Beobachtung des interessierenden Effektes zu kurze Zeit durchgeführt wurde, zur Bestimmung eines NOAEL nutzen? Wie behandelt man Ergebnisse, die an einer Tierart gewonnen wurden, bei der grundlegende Unterschiede zum Menschen bekannt sind? Dürfen Daten aus hohen Expositionen in den Niedrigdosisbereich extrapoliert werden?

Das vorhandene Instrumentarium und die über lange Jahre erworbene Erfahrung bei der Interpretation von Befunden, zusammen mit wissenschaftlicher Offenheit und methodenkritischem Verständnis, bieten trotz der oben aufgezeigten Grenzen derzeit die einzig mögliche Grundlage für die Abschätzung der gesundheitlichen Risiken von Chemikalien. Dennoch kann und muß die bestehende Methodik verbessert werden. Mittelfristig sollten dringend Methoden entwickelt werden zur Verbesserung der interspeziesextrapolation, zur metaanalytischen Auswertung mehrerer tierexperimenteller Studien und zur besseren Erfassung der Exposition, insbesondere bei Verbraucherprodukten.

Als längerfristige Projekte sind Entwicklungen zu unterstützen, die darauf ausgerichtet sind, neue, für den Menschen aussagekräftige toxikologische Testsysteme unter Anwendung moderner molekularbiologischer Techniken zu finden. Dies gilt vor allem für Testsysteme, die dahingehend optimiert sind, Kanzerogenität, Mutagenität und Reproduktionstoxizität mit deutlich reduziertem Zeitaufwand zu erkennen.

2.3.3 Klinische Fallbeschreibungen

Gut dokumentierte klinische Fallbeschreibungen haben in der Medizin eine lange Tradition und haben wesentlich zur Entwicklung des medizinischen Fachwissens beigetragen. Sie lassen sich durch die moderne Epidemiologie oder Toxikologie nicht vollständig ersetzen. Während die Toxikologie ihr Augenmerk auf eine begrenzte Zahl von Effekten, häufig akut auftretende Wirkungen von Schadstoffen in hohen Konzentrationen richtet und in der Regel von dem Axiom ausgeht: „Mehr Dosis = mehr Wirkung“, werden mit den Verfahren der Epidemiologie Reaktionen einer „durchschnittlichen“ Bevölkerung erfaßt. Der seltene und ungewöhnliche „Fall“ kann dabei häufig durch das Raster der wissenschaftlich etablierten Methoden fallen. Beispielsweise sind 2% der Bevölkerung, die in der Regel bei statistischen Verfahren außerhalb der Betrachtung bleiben, immerhin in Deutschland über 1,5 Millionen Individuen. Warum sollte z.B. die Beobachtung an vielen Beispielen von Rausch- und Arzneimitteln, daß niedrige Dosen qualitativ andere Wirkungen zeigen als hohe und daß Dosis-Wirkungsbeziehungen aufgrund von Gewöhnungs- und Sensibilisierungssphänomenen über die Zeit bei ein und der selben Person variieren, für die Wirkung von Umwelttoxinen völlig ausgeschlossen sein?

Es kommt also darauf an, daß Ärzte in Klinik und Praxis mehr als bisher ihre Aufmerksamkeit auf die mögliche Verursachung oder Auslösung der Beschwerden ihrer Patienten durch Umweltfaktoren richten, daß sie unvoreingenommen die von ihnen beobachteten Fälle im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen objektivierbaren gesundheitlichen Störungen und der Exposition gegenüber Umwelttoxinen diagnostisch aufarbeiten, beschreiben und ihre Erfahrung der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zur Kenntnis bringen.

2.3.4 Umweltstandards

Aus den epidemiologisch und toxikologisch ermittelten Befunden zu gesundheitlichen Auswirkungen von Umwelteinflüssen lassen sich Bewertungsmaßstäbe ableiten. Sie können z.B. dazu dienen, gesetzliche Anforderungen in Form unbestimmter Rechtsbegriffe zu konkretisieren oder der Administration eine Orientierung zu bieten, ob Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Gefahren aus der Umwelt erforderlich sind. Man bezeichnet solche Bewertungsmaßstäbe ganz allgemein als Umweltstandards. Derzeit gibt es eine Vielzahl dieser Umweltstandards, die auf unterschiedlicher fachlicher Grundlage, insbesondere aber auch auf unterschiedlichen „Schutzphilosophien“ beruhen. Die Inflation solcher Begriffe, wie Alarmwert, Belastungswert, Einschreitwert, Grenzwert, Gefahrverdachtswert, Interventionswert, Orientierungswert, Richtwert, Schadeneintrittswert, Toleranzwert, Unbedenklichkeitswert, Vorsorgewert führt in der Öffentlichkeit häufig zu großer Verwirrung.

Die Stufe mit der größten Verbindlichkeit im Rahmen von Beurteilungssystemen nehmen **Grenzwerte** ein. Sie sind rechtsverbindlich, d.h. sie stehen in der Regel in einer Rechtsverordnung, die sich wiederum auf ein Gesetz stützt, in seltenen Fällen auch in einem Gesetz selbst. Beispiele im Umweltbereich hierfür sind die Rechtsvorschriften über Konzentrationswerte von Luftverunreinigungen (z.B. 22. BImSchV, TA-Luft), die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung, die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung, der Rückstandshöchstmengenverordnung, der Schadstoffhöchstmengenverordnung etc.

Unterhalb der Ebene der Grenzwerte existiert eine Vielzahl von **Richtwerten**, die den Charakter eines „vorweggenommenen Gutachtens“ haben. Bei ihrer Anwendung steht der Verwaltung ein gewisser Ermessensspielraum zu. Außerdem muß die Verhältnismäßigkeit der beabsichtigten Maßnahme besonders sorgfältig geprüft werden.

Keine Verbindlichkeit, in dem Sinne, daß aus ihrer Überschreitung unbedingt Maßnahmen folgen müßten, haben sogenannte **Referenzwerte**. Hierbei handelt es sich im Prinzip um statistische Kenngrößen aus größeren Untersuchungen, die das Ausmaß der ubiquitären Umweltbelastung des Menschen mit Fremdstoffen widerspiegeln. Referenzwerte sind „Ist“-Werte, während Grenzwerte bzw. Richtwerte „Soll“-Werte darstellen. Beispiele für Referenzwerte sind die im Rahmen der Umweltsurveys ermittelten Innenraumluftkonzentrationen in deutschen Wohnungen oder die von der UBA-Kommission „Humanbiomonitoring“ herausgegebenen Referenzwerte für Schadstoffkonzentrationen im menschlichen Blut oder Urin.

Ein Referenzwert für einen chemischen Stoff in einem Körpermedium ist z.B. ein rein statistisch definierter Wert, der die Konzentration des Stoffes im entsprechenden Körpermedium bzw. in einer biologischen Probe für diese Bevölkerungsgruppe zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie beschreibt. Ihm kommt per se keine gesundheitliche Bedeutung zu. Häufig wird als Referenzwert das 95. Perzentil der Meßwerte der Stoffkonzentration in dem entsprechenden Körpermedium der Referenzpopulation angegeben. Somit kann der Referenzwert in einer Bevölkerungsgruppe von dem in einer anderen Gruppe sehr verschieden sein.

Referenzwerte ermöglichen unter anderem

- die Beschreibung des derzeitigen Ist-Zustandes (sog. Hintergrundbelastung eines ubiquitär vorkommenden Stoffes) bei einer Bevölkerungsgruppe ohne erkennbare spezifische Belastung (Referenzpopulation),
- die Feststellung einer besonderen Belastung von Einzelpersonen oder Personengruppen,
- die Überprüfung von Qualitätszielen für die intrakorporale Schadstoffbelastung des Menschen unter präventivmedizinischen Aspekten,
- die Verwendung als Beurteilungsmaßstab bei epidemiologischen Untersuchungen von Populationen mit besonderer Umweltbelastung ohne die Notwendigkeit, zusätzlich umfangreiche Vergleichskollektive zu untersuchen. Werden Referenzwerte in diesem Sinn verwandt, so muß sichergestellt werden, daß die untersuchten Kollektive mit dem Referenzwertkollektiv hinsichtlich der Einflußgrößen vergleichbar sind, daß zeitliche Trends keine relevante Rolle spielen und daß vergleichbare Analyse- und Meßverfahren verwandt wurden. Letzteres ist z. B. durch Teilnahme an Ringversuchen zu gewährleisten.

Es ist im allgemeinen davon auszugehen, daß Referenzwerte u. a. eine Abhängigkeit von Alter und Geschlecht der untersuchten Personen aufweisen und sich im Laufe der Zeit durch die sich wandelnde Umweltbelastung ändern. Eine sorgfältige Prüfung ihrer sinnvollen Verwendbarkeit, z. B. für die oben aufgeführten Zwecke, ist notwendig.

Zur gesundheitlichen Bewertung einer durch Human-Biomonitoring ermittelten Belastung durch Schadstoffe im menschlichen Organismus sind zusätzliche, toxikologisch begründete Kriterien notwendig. Neben dem Referenzwert sind folglich weitere Angaben erforderlich, die aufzeigen, welche Stoffkonzentrationen in einem Körpermedium unter umweltmedizinischen Gesichtspunkten noch tolerabel sind oder ab welchen Konzentrationen gesundheitliche Beeinträchtigungen und toxische Wirkungen zu befürchten und deshalb Maßnahmen erforderlich sind. Die HBM-Kommission definiert zur gesundheitlichen Bewertung einer inneren Schadstoffbelastung sogenannte „Humanbiomonitoring-Werte“ (HBM-Wert I und II)

Der **HBM-I-Wert** entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei deren Unterschreitung nach dem aktuellen Stand der Erkenntnis nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen ist und sich somit kein Handlungsbedarf ergibt. Der höhere **HBM-II-Wert** entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei deren Überschreitung eine für die Betroffenen als relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist. Bei Überschreitung des HBM-II-Wertes sind eine umweltmedizinische Betreuung (Beratung) der Betroffenen zu veranlassen und, soweit möglich, umgehend Maßnahmen zur Minderung der Belastung zu ergreifen.

Die beispielhaft hier für die HBM-Kommission dargelegte Definition zweier Bezugswerte und eines dazwischenliegenden „Unsicherheitsbereichs“ für weitere Prüfungen entspricht dem Sachverhalt, daß wissenschaftliche Erkenntnis zur gesundheitlichen Bedeutung einer Umweltbelastung immer mit Unsicherheiten verbunden ist. Eine strenge und eindeutige Grenze, oberhalb derer mit Gefahr zu rechnen ist, unterhalb derer aber Sicherheit bezüglich relevanter gesundheitlicher Wirkungen besteht, ist unter wissenschaftlichen Kriterien nicht anzugeben. Eine dichotome Entscheidung, nämlich eine Maßnahme zu ergreifen oder nicht, wird aber durch die Gesetze und Verordnungen von der Verwaltung gefordert. Die deshalb notwendigen Abwägungsprozesse sind häufig den Betroffenen nicht transparent. Sie bilden eines der Hauptprobleme der Risikokommunikation (s. Kapitel 4.4)

Bei der Festlegung von Grenzwerten werden, meist implizit und in der öffentlichen Diskussion nicht entsprechend deutlich gemacht, unterschiedliche „Philosophien“ angewandt:

– Das Minimierungsprinzip:

Grenzwerte sind nach dieser Vorstellung aus Vorsorgegründen so niedrig wie möglich anzusetzen. Die aktuelle analytische Nachweisgrenze gibt in diesem Fall die Höhe des Grenzwertes vor. Beispiele sind die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung für Pflanzenschutzmittel und die „Höchstmengen“ von Kontaminanten in Nahrungsmitteln. Solche Grenzwerte liegen in der Regel, aber nicht zwingend deutlich unterhalb des gesundheitlich relevanten Bereiches. Die Einhaltung auf

diese Weise festgelegter Grenzwerte kann am besten durch Anwendungsverbote (Beispiel: Asbest, PCP, PCB) erreicht werden.

– Das Prinzip der technischen Realisierbarkeit:

Es wird angewandt bei Stoffen, auf die aus den verschiedensten Gründen nicht verzichtet werden kann. Der festgelegte Grenzwert richtet sich in diesem Fall nach den technischen Möglichkeiten zur Rückhaltung des Schadstoffes und der Verhältnismäßigkeit des dabei erforderlichen technischen Aufwandes. Es ist einsichtig, daß die Begriffe „technische Realisierbarkeit“ und „Verhältnismäßigkeit“ kontextspezifisch sind und vom gesellschaftlichen Kräftespiel bestimmt werden. Beispiele sind die TRK-Werte im Arbeitsschutz.

– Das Prinzip der toxikologischen Bewertung:

Grundlage hierfür sind wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Epidemiologie und Toxikologie (s. oben) aus denen ein NOAEL bzw. LOAEL ermittelt und unter Zurhilfenahme von Sicherheitsabständen ein Grenzwert berechnet wird.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat sich in seinem Umweltgutachten 1996 eingehend mit der Problematik der Umweltstandards auseinandergesetzt. Ausgehend von einer kritischen Zustandsanalyse, wird ein mehrstufiges Verfahrensmodell zur Festlegung von Umweltstandards vorgeschlagen (Abbildung 3).

Auf welcher Verfahrensstufe staatliche Organe, Wissenschaftler und gesellschaftliche Gruppen wirksam werden sollten, wird im einzelnen ausgewiesen. So ist es beispielsweise vorgesehen, die gesellschaftlichen Gruppen bei der Definition von Schutzobjekten und -zielen, bei der Erarbeitung der Kosten-Nutzen-Analyse sowie bei der Diskussion über Höhe und Art der Standards einzubinden. Inwieweit dieses komplizierte, mehrstufige Verfahren in allen Fällen die sachgerechte Vorgehensweise ist, kann letztlich erst die Praxis zeigen. Schließlich und endlich geht es darum, die Öffentlichkeit in angemessener Weise an dem Prozeß der Standardfindung zu beteiligen und über mehr Transparenz und Plausibilität zur Risikokommunikation und -akzeptanz beizutragen.

Sowohl Experten als auch die Laienöffentlichkeit sollten verstehen, daß es bei der Festlegung von Grenzwerten häufig zu einer Vermischung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit technischen und ökonomischen Aspekten kommt und daß dabei Konventionen eine bedeutsame Rolle spielen.

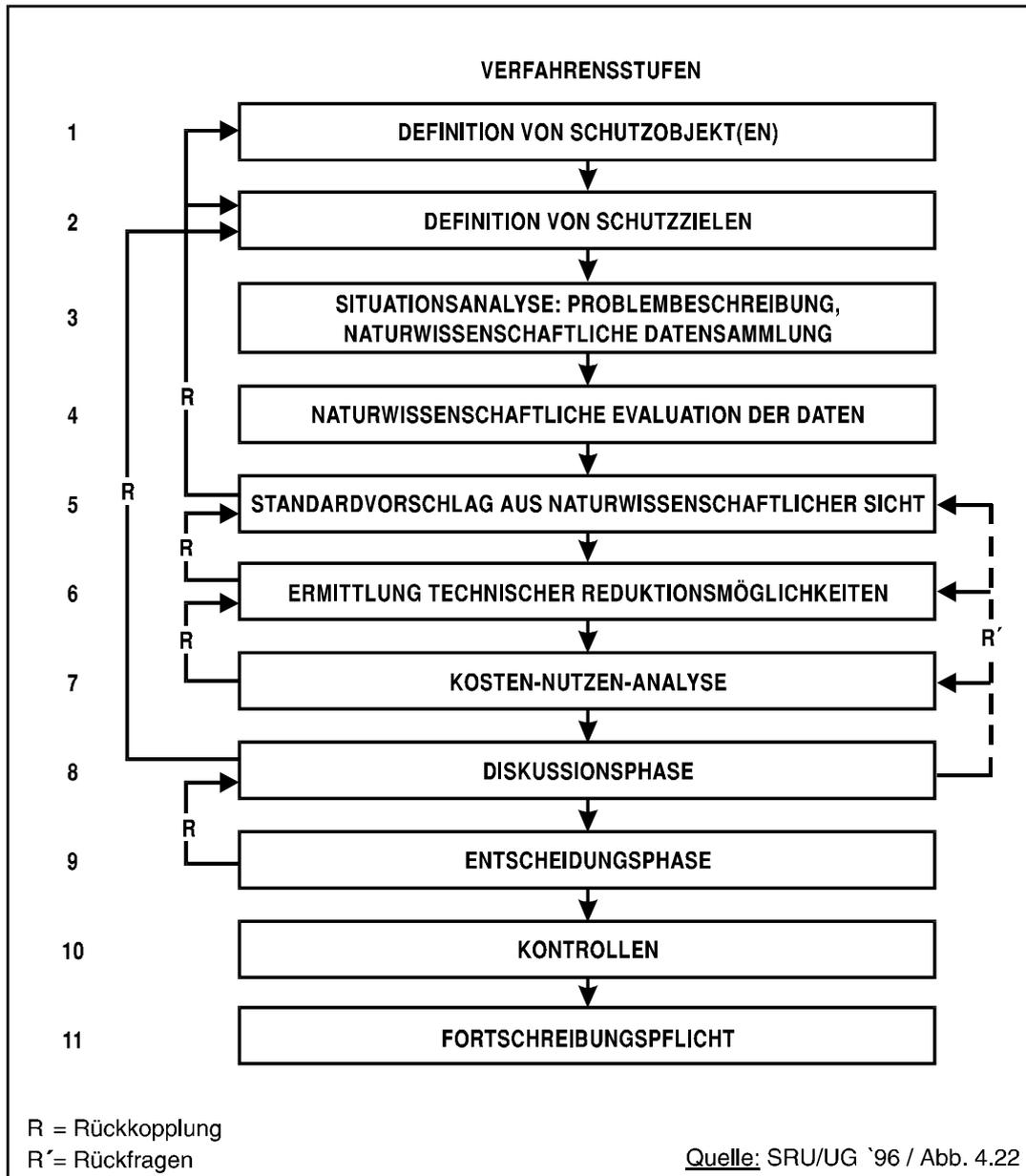


Abb. 3: SRU-Modell eines Mehrstufenverfahrens zur Festlegung von Umweltstandards

2.3.5 Wissenschaftliche Bewertung und gesellschaftliche Wertung

2.3.5.1 Der Risikomanagement-Prozeß

Die Verbesserung der Qualität unserer Umwelt mit dem Ziel, die aus der Umweltbelastung resultierenden Risiken zu mindern und um ein gesundes Leben in ihr zu ermöglichen, wird in letzter Zeit häufig unter dem Begriff Risikomanagement zusammengefaßt. Unter Risikomanagement wird nach einer Definition der US-amerikanischen „Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management“ der Prozeß der Identifikation, Bewertung, Schwerpunktsetzung und des Er-

greifens geeigneter Maßnahmen verstanden, um Risiken für die menschliche Gesundheit und das Ökosystem zu vermindern. Ziel des Risikomanagement ist es, „wissenschaftlich gut begründete, kosteneffektive, integrierte Maßnahmen zu ergreifen und dabei soziale, kulturelle, ethische, politische und rechtliche Überlegungen zu berücksichtigen“.

Risikomanagement-Prozeß

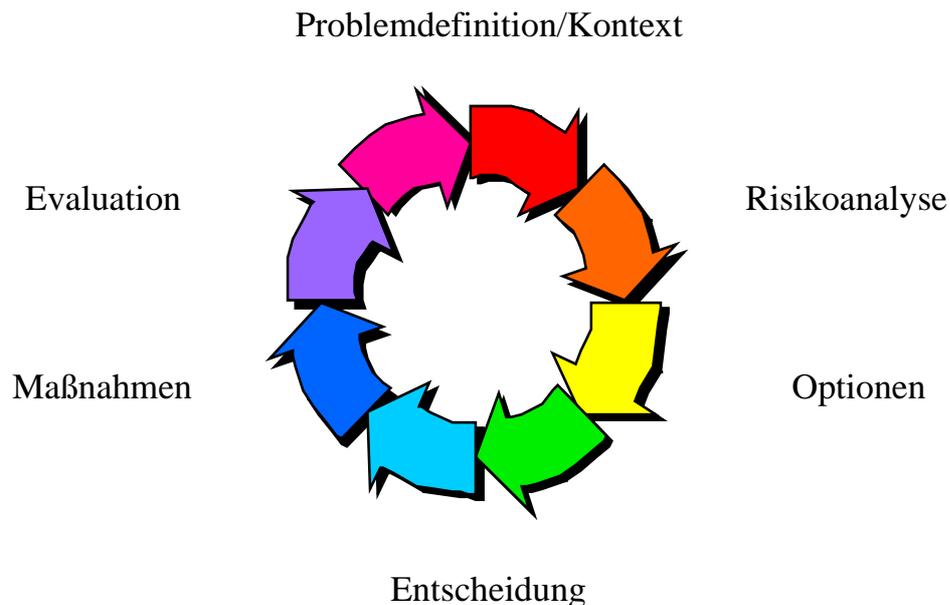


Abb. 4: Risikomanagement-Prozeß

In dem 1997 erschienenen Bericht der oben erwähnten Kommission wird für das Risikomanagement folgendes Stufenkonzept vorgeschlagen:

- Definition des Problems in seinem Kontext
- Analyse seiner Risiken
- Prüfung von Maßnahmeoptionen
- Entscheidung über die zu ergreifenden Maßnahmen
- Durchführung der Maßnahmen
- Evaluation der Maßnahmen.

Jeder Schritt des Managementprozesses beruht ganz wesentlich auf der Betrachtung der Risiken in einem möglichst weit gefaßten Kontext und auf der Beteiligung aller Betroffener. Insgesamt handelt es sich um einen in verschiedene Schritte gegliederten, sich iterativ wiederholenden Prozeß, bei dem nach einer Bewertung der Ergebnisse der erfolgten Maßnahmen gegebenenfalls eine neue Runde mit Analyse der verbleibenden Risiken und den daraus folgenden Konsequenzen folgt.

Der Prozeß des Risikomanagement steht und fällt mit der richtigen Definition des anstehenden Problems und der Analyse seines naturwissenschaftlich-technologischen, gesundheitlichen, aber auch gesellschaftlich-politischen Kontextes. Hier sind Fragen zu beantworten nach:

Der Art des Problems und seines Kontextes z.B.:

- Was ist das Problem? Warum ist es ein Problem? Wie wurde es erkannt?
- Welche Art von Wirkungen (reversible - irreversible) sind zu erwarten? Wann werden die Wirkungen eintreten (sofort - erst in weiter Zukunft, in späteren Generationen)? Handelt es sich um multiple Risiken von unterschiedlichem Gewicht?
- Was sind die Quellen/Ursachen des Problems? Handelt es sich um eine Belastung aus mehreren Quellen/ aus mehreren Umweltmedien (Nahrungsmittel, Luft)?
- Wer und wieviel Personen werden exponiert? Welche Expositionszeiträume sind zu erwarten (Kurzzeitbelastung - chronische Belastung)?
- Wie beurteilen die Betroffenen die Risiken?

Den Zielen des Risikomanagement-Prozesses z.B.:

- Soll das Risiko selbst vermindert oder eliminiert werden?
- Soll die unerwünschte Wirkung vermieden werden?
- Soll das Risiko unter Erhaltung der Arbeitsplätze reduziert werden?
- Soll die empfindlichste Risikopopulation geschützt werden?

Der Zuständigkeit für den Management-Prozeß z.B.:

- Staat (Bund, Land, Kommune, Umweltschutzamt, Gewerbeaufsicht, Gesundheitsamt)
- Verursacher (Anlagenbetreiber)
- Bürger.

Nach den mittelbar oder unmittelbar vom Risikomanagement-Prozeß Betroffenen (engl. „Stakeholders“) und nach deren Beteiligung am Prozeß z.B.:

- Wer ist von den Risiken (aber auch von den Maßnahmen zur Beseitigung der Risiken) betroffen?
- Wer verfügt über Informationen oder Expertisen?
- Wer war in der Vergangenheit von ähnlichen Risiken betroffen?
- Wer könnte bei Nichtbeteiligung verärgert sein und entsprechend opponieren?

Als „Stakeholder“ kommen in Betracht:

- Bürgerinitiativen
- Repräsentanten kultureller, ethnischer oder wirtschaftlicher Gruppen und Verbände
- lokale Behörden
- der öffentliche Gesundheitsdienst
- Industrie- und Handelskammer, Wirtschaftsverbände
- Ärzteverbände
- Gewerkschaften
- Umweltverbände
- Forschungseinrichtungen
- staatliche Einrichtungen, die für Fragen der Standardsetzung verantwortlich sind.

Die nationale und internationale Erfahrung zeigt, daß eine angemessene Beteiligung der Betroffenen (bzw. im weitesten Sinne Interessierten) zu einem effektiveren und letztendlich *belastbareren* Risikomanagement führt. Die Betroffenen bringen ihre Kenntnisse und Erfahrungen ein. Ihre Beteiligung führt zu einer besseren Akzeptanz der Entscheidungen. Im übrigen erklärt die von den europäischen

Gesundheits- und Umweltministern in Frankfurt 1989 verabschiedete Europäische Charta "Umwelt und Gesundheit" ausdrücklich: „Jeder Mensch hat Anspruch auf Informationen und Anhörung über die Lage der Umwelt, sowie über Pläne, Entscheidungen und Maßnahmen, die voraussichtlich Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit haben und auf Teilnahme am Prozeß der Entscheidungsfindung...“.

Die Vorteile einer Beteiligung der Betroffenen liegen auf der Hand. Es sind unter anderem:

- Demokratisierung gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse
- Berücksichtigung unterschiedlicher gesellschaftlicher Werte
- Entwicklung eines besseren Verständnisses für gesellschaftliche Entscheidungsprozesse in der Öffentlichkeit
- Verbesserung der Erkenntnisgrundlage
- Zeit- und Kostenersparnis
- Vertrauensbildung
- Verbesserung der Akzeptanz von Entscheidungen.

Nach den vorliegenden Erfahrungen kann bei einem solchen Beteiligungsprozeß grundsätzlich nicht auf feste Regeln zurückgegriffen werden. Hier ist die Kreativität der Risikomanager gefragt. Wiewohl es ausreichend gute Beispiele für die Einbeziehung von Betroffenen bei der Abstimmung über Maßnahmen zur Reduzierung von Risiken auf lokaler Ebene gibt und auch für Arbeitsstoffe auf nationaler Ebene ein Konsensgremium mit breiter Beteiligung existiert, fehlen bislang Vorstellungen, wie z.B. ein Konsensgremium mit Beteiligung von Verbrauchern auf nationaler Ebene zusammengesetzt sein könnte. Noch schwieriger wird eine Lösung zu finden sein, wenn es um Risikofragen auf supranationaler Ebene, z.B. in der EU oder um globale Fragen geht. Geeignete Verfahren für die Beteiligung müssen deshalb dringend entwickelt, erprobt und evaluiert werden. Es besteht Bedarf, dabei über verschiedene Optionen nachzudenken, um die Repräsentanz verschiedener Interessenslagen sicherzustellen. Ein in einem solchen Gremium gefundener Kompromiß wird sicherlich auf eine höhere Akzeptanz treffen als Lösungen, die ohne breite Beteiligung der Öffentlichkeit gefunden wurden.

Ziel des Dialogs mit Betroffenen (Risikokommunikation) sollte es sein, Konflikte zu versachlichen, Positionen anzunähern, eine gemeinsame Bewertungsbasis und einvernehmliche Lösungsstrategien, die den Interessen aller gerecht werden, zu entwickeln. Aber auch nicht auflösbare Konfliktpunkte lassen sich herausarbeiten und politische Entscheidung für alle Seiten transparent machen. Man darf andererseits nicht erwarten, daß Kommunikation über Risiken mit den Betroffenen immer das geeignete Instrument ist, um bestehende Konflikte zu reduzieren oder das Risikomanagement leichter zu machen. Weiter ist es auch nicht so, daß gute wissenschaftliche Information die Entscheidungsfindung bei bestehenden Risiken immer erleichtert. Es ist zudem nicht richtig, daß die Medien die wichtigste Ursache von Problemen in der Risikokommunikation sind. Auch wünschen Betroffene und die Öffentlichkeit nicht immer einfache Antworten darauf, was zu tun ist und wie bestehende Probleme zu lösen sind. Insbesondere aber helfen Vergleiche von „unvergleichbaren“ Risiken (z.B. Rauchen mit Asbestbelastung) nicht, um Risikoakzeptanz zu gewinnen. Betroffene bringen im allgemeinen genügend Sachverstand mit, um auch an der Entscheidungsfindung beteiligt zu werden.

2.3.5.2 Die Risikobewertung (risk assessment)

Die Risikobewertung stellt die wissenschaftliche Grundlage für das Risikomanagement dar. Die Bewertung eines Risikos besteht einerseits in der systematischen wissenschaftlichen Darstellung der gesundheitsschädigenden, toxischen Eigenschaften eines Stoffes oder eines Agens anhand vorliegender Daten und andererseits in der Abschätzung der Exposition des Menschen gegenüber diesem Stoff. Es geht dabei darum, quantitativ abzuschätzen, welche ungünstigen Wirkungen für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt der Stoff oder das Agens bei entsprechender Exposition auslöst. Die Bewertung eines Risikos beinhaltet die qualitative Charakterisierung der adversen Eigenschaften und deren quantitative Darstellung in Form einer Dosis/Konzentrations-Wirkungsbeziehung, eine Abschätzung der möglichen Exposition und Angaben über die dabei zu erwartende Wirkung. Einzuschließen sind auch Überlegungen zur Auswirkung von Unterschieden in der Empfindlichkeit der Spezies (z.B. bei Übertragung von Daten aus Tierversuchen an der Ratte auf den Menschen). In der Epidemiologie wird die Risikobewertung anhand von Bevölkerungsstudien vorgenommen, in denen die Exposition mit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer nicht erwünschten Wirkung/Erkrankung verknüpft wird.

Diese kursorische Schilderung der Methoden, um ein durch Umweltschadstoffe möglicherweise ausgelöstes oder potentiell auslösbares Gesundheitsrisiko erfassen zu können, läßt erkennen, mittels welcher Untersuchungsinstrumente Aussagen getroffen werden. Die Darstellung von experimentellen Befunden bedarf dabei immer auch einer Interpretation, die in einem bestimmten Rahmen abgegeben wird. Es darf nicht verkannt werden, daß Lücken der Erkenntnismöglichkeit bestehen. Diese Lücken sind teilweise prinzipieller Natur (z.B. Übertragbarkeit von Tierversuchen auf den Menschen), zum Teil ist das Risiko qualitativ erfaßbar, jedoch in seinem Ausmaß nicht ausreichend zu quantifizieren.

Für das konkrete Vorgehen in der Bewertung von Chemikalien haben sich Konventionen herausgebildet, die in den nationalen und internationalen Gremien konsensual vereinbart worden sind, die aber von einzelnen Experten gelegentlich als nicht akzeptabel angegriffen werden. Eine weitere Ursache für den Expertenstreit liegt in der Möglichkeit, Tatsachen, die unter bestimmten Rahmenbedingungen gelten, in anderem Zusammenhang zu diskutieren und zu interpretieren. Gelegentlich ist die Datenlage auch so unsicher (eine Studie spricht für einen Effekt, eine zweite spricht dagegen), daß unterschiedliche Auffassungen berechtigt sind. Letztlich kommt es bei der Bewertung auch auf den Standpunkt an: d.h. wo der eine Experte ein Risiko als nicht bewiesen ansieht, erscheint dem anderen der Gefahrenverdacht nicht hinreichend ausgeräumt.

Häufig reicht auch die Datenlage selbst für eine akzeptable Risikobeschätzung nicht aus. Richtig wäre in solchen Fällen die im Grunde ehrliche Antwort, etwas nur unzureichend zu wissen. Dies wird aber oft als fachliche Inkompetenz mißdeutet. Der Wunsch, klare, für die Administration einfach umzusetzende Angaben von den Wissenschaftlern zu erhalten, ist zwar verständlich, kann aber - wenn er ohne ausreichende Erkenntnisgrundlagen erfüllt wird - für alle Beteiligten schwerwiegende und nicht mehr zu reparierende Folgen haben. Dazu zählt einerseits die Möglichkeit der Auslösung von Gesundheitsschäden, andererseits aber auch die Gefahr nicht gerechtfertigter finanzieller Aufwendungen der öffentlichen Hand, die an anderer Stelle besser eingesetzt wären. In solchen Situationen sollte der

Wissenschaftler den Mut haben, sich der Forderung nach klaren Statements und dem Vorspiegeln von Sicherheit in der Bewertung zu widersetzen und seinerseits die Forderungen nach mehr Daten (bzw. mehr Mittel für entsprechende Untersuchungen) für eine bessere Bewertung stellen. Er hat jedoch auch abzuwägen, ob für den Zeitraum, der dazu benötigt wird, um die notwendigen Daten im Experiment zu gewinnen, Maßnahmen zum Schutz vor einer möglichen, aber bisher nicht erwiesenen Schädigung im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes ergriffen werden müssen. Das Eingeständnis der Begrenztheit des Wissensstandes ist eine Facette der Risikokommunikation. Insbesondere müssen dabei die unterschiedlichen Handlungsoptionen bei begrenzter Datenlage mit ihren Konsequenzen aufgezeigt werden.

Zusammenfassend ist bei der Risikobewertung (risk assessment) besonders auf folgende Punkte zu achten:

- auf die „Qualität“ der zugrundegelegten toxikologischen und epidemiologischen Studien
- auf die Eignung der dabei angewandten Methoden
- auf die Konsistenz verschiedener Studien
- auf die biologische Plausibilität der Ergebnisse
- auf die Übertragbarkeit bzw. die Zulässigkeit einer Verallgemeinerung der Ergebnisse
- auf die Genauigkeit der Expositionsabschätzung.

Bei der naturwissenschaftlich-medizinischen Analyse der Risiken ist immer die implizite Unsicherheit zu berücksichtigen. Außerdem sollten die folgenden Fragen im einzelnen untersucht werden und in die Risikoabschätzung eingehen:

- Welcher Art sind die erwarteten Risiken?
- Welche Bevölkerungsgruppen sind von den Folgen betroffen? Gibt es darunter besonders empfindliche Individuen oder Gruppen?
- Wie schwer sind die erwarteten unerwünschten Wirkungen? Sind sie reversibel?
- Welche wissenschaftliche Evidenz steht hinter der Risikoabschätzung und wie sicher können die Experten bezüglich ihrer Abschätzung sein?
- Gibt es alternative Betrachtungsweisen?
- Welche anderen Risikoquellen führen zu derselben Wirkung?
- Welches ist der spezifische Anteil der betrachteten Risikoquelle zum Gesamtrisiko?
- Wie verteilt sich das Risiko in der Gesellschaft?
- Folgen andere (z.B. soziale oder kulturelle) Konsequenzen aus der Risikoquelle?

2.3.5.3 Untersuchung von Maßnahmealternativen

Zur Reduzierung oder Beseitigung von Risiken stehen in der Regel mehrere Optionen zur Verfügung. So können Emissionen aus Anlagen sowohl durch ordnungsrechtliche Maßnahmen (z.B. Verbote), als auch durch wirtschaftliche Anreize (z.B. Besteuerung) begrenzt werden, auch stehen unterschiedliche technische Lösungen zur Verfügung. Stehen mehrere Optionen zur Diskussion, so geht es darum, möglichst auf dem Vorwege die folgenden Fragen zu prüfen:

- Was sind die Vorteile?
- Was sind die unmittelbaren und mittelbaren Kosten?

- Wer hat den Vorteil und wer trägt die Lasten (Frage nach der Gerechtigkeit)?
- Ist die Maßnahme überhaupt in der vorgesehenen Zeit unter den gegebenen rechtlichen, politischen, wirtschaftlichen und technologischen Bedingungen umsetzbar?
- Welche neuen Risiken entstehen bei Umsetzung der Maßnahme?

Auf die möglichst umfassende Beantwortung dieser Fragen kann sich dann eine rationale Entscheidung stützen. Eine Vielzahl von Beispielen aus der Vergangenheit belegt, daß häufig eine solche Prüfung, wenn überhaupt, nur sehr unvollständig erfolgt.

2.3.5.4 Risikovergleiche

Risikoabschätzungen und -bewertungen sind eine Grundlage umweltpolitischer Entscheidungen. Sie werden beispielsweise in den Bereichen Chemikaliensicherheit/Stoffbewertung, Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen, Umwelt und Gesundheit, Altlastensanierung, Produktbewertung/Ökobilanzen/ Wirkungsabschätzung, Sicherheitsforschung (Anlagensicherheit und Störfallvorsorge), Erarbeitung von Umweltqualitätszielen, Festlegung von Umweltstandards, Umweltverträglichkeitsprüfung, Technikfolgenabschätzung, Risikokommunikation und bei der Bewertung der umweltbezogenen Auswirkungen neuer Technologien durchgeführt.

Zur Begründung umweltpolitischer Maßnahmen und Schwerpunkte wird angesichts knapper Mittel und gesellschaftlicher Kontroversen um Umweltpolitik und die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung in den kommenden Jahren verstärkt auf den *Vergleich von Risiken* für Mensch und Umwelt, die durch unterschiedliche gesellschaftliche Aktivitäten entstehen, zurückzugreifen sein. Jedoch fehlen für derartige Vergleiche bisher nicht nur die methodischen Konventionen, sondern es bestehen auch grundsätzlich hinsichtlich der Vergleichbarkeit von Risiken vielfältige methodologische Fragen, Hindernisse und Probleme. Es ist davon auszugehen, daß sich die bereits mit Risikoabschätzungen und -bewertungen verbundenen Probleme letztlich bei Risikovergleichen potenzieren.

Eine Auseinandersetzung mit derartigen Problemen hat bisher lediglich in den sozialwissenschaftlichen Diskussionen über Risiken sowie in wissenschaftstheoretischen/-soziologischen und rechtswissenschaftlichen/rechtssoziologischen Debatten und Schriften stattgefunden.

Als erster Schritt für eine Systematisierung von Risikoabschätzungen sollten die verschiedenen angewandten Methoden gegenübergestellt werden. Auf dieser Basis könnte eine Beurteilung versucht werden, inwieweit die Vereinheitlichung der Methodik von Risikoabschätzungen möglich ist und damit der wissenschaftliche Zugang zur Risikovergleichen eröffnet wird. Grundsätzlich sollten Entscheidungen im umweltbezogenen Gesundheitsschutz für die eine oder andere Maßnahmenoption so gefällt werden, daß der Prävention von Risiken der Vorzug vor einer nachträglichen Beseitigung gegeben wird und daß gesundheitliche Argumente vor wirtschaftlichen zum Tragen kommen.

2.3.5.5 Evaluation von Maßnahmen

Um für die Zukunft zu lernen, müssen Maßnahmen evaluiert werden. Die Überprüfung von staatlichen Maßnahmen im gesundheitlichen Umweltschutz, um festzustellen ob sie ihren Zweck, Risiken zu vermindern, erfüllt haben und ob sich der Aufwand „gelohnt“ hat, hat in Deutschland keine Tradition. Nur wenn geeignete Evaluierungsverfahren entwickelt und etabliert werden, erhält eine rationale Politik im Themenfeld „Umwelt und Gesundheit“ eine solide Basis. Bevorzugt sollten Evaluierungsverfahren und -zeitpunkte bereits bei der Planung von Maßnahmen Berücksichtigung finden. Eine Evaluierung von Maßnahmen im umweltbezogenen Gesundheitsschutz ist auch und besonders wegen der Unsicherheiten in der Risikoabschätzung zu fordern.

2.3.5.6 Gesellschaftliche Risikowahrnehmung

Risiken werden von wissenschaftlichen Experten und Laien unterschiedlich beurteilt und akzeptiert. Dies ist nicht eine Frage von Rationalität und Irrationalität. Bei der Risikowahrnehmung von Laien fließen unterschiedliche qualitative Dimensionen, wie Freiwilligkeit, Gerechtigkeit, Ungeheuerlichkeit (Empörung), Beängstigung und persönliche Nutzen/Schadensüberlegungen ein.

Die Perspektive von Betroffenen für die Risikowahrnehmung geht von der individuellen Lebenssituation aus. Für den einzelnen ist entscheidend, ob er (oder seine Angehörigen) individuell Schäden erfahren hat (oder wird) oder nicht (Dichotomie). Betroffene haben meist ganz konkrete Fragen zum Risiko an die Experten. Risikoabschätzungen sind häufig Antworten auf Fragen, die von den Betroffenen gar nicht gestellt wurden. Risiko steht für die Betroffenen in einem sozialen Kontext („wer verursacht mein Risiko und was hat er davon?“). Bewertungsunsicherheiten machen Angst. Außerdem gibt es keinen Grund, Risiken zu akzeptieren, wenn damit kein Nutzen/Gewinn verbunden ist.

In der *Wertung* von Risiken ist es zweifelsohne nicht belanglos, ob die Möglichkeit besteht, sich durch persönliche Entscheidung einem Risiko auszusetzen oder es zu vermeiden. Bewußt eingegangenen Risiken stehen Risiken gegenüber, die ungewollt hingenommen werden sollen und denen nicht durch persönliche Entscheidung aus dem Weg gegangen werden kann. Im ersten Falle kann der einzelne abwägen, inwieweit ihm trotz des sich aus der Exposition ergebenden Risikos ein persönlicher Nutzen entsteht (z.B. sportliche Aktivitäten, Abenteuerreisen). In der zweiten Situation ist im allgemeinen der Nutzen keine auf die exponierte Person bezogene Größe, sondern steht als Preis für wirtschaftliche Entwicklung und Wohlstand einem Risiko gegenüber, das den einzelnen betrifft. Risiken, bei denen unbekannte, aber als sehr bedrohlich angesehene Wirkungen erwartet werden, erzeugen verständlicherweise Ängste.

Die Wertung von Risiken, auch die vergleichende Wertung ist keine Aufgabe für den wissenschaftlichen Spezialisten alleine. Wertungen beinhalten Wertsetzungen, die sich nicht nur aus (natur-)wissenschaftlicher Basis speisen, sondern soziale, kulturelle und ethische Wurzeln haben. Insofern kann der naturwissenschaftliche Spezialist hier lediglich seinen Beitrag neben den Beiträgen anderer

einbringen. Seine Wertsetzung steht dabei gleichberechtigt neben der Wertsetzung anderer in der Gesellschaft. Die Entscheidung, ob die Allgemeinheit ein bestimmtes Risiko nach seiner Art und seinem Umfang zu akzeptieren bereit ist, bedarf eines gesamtgesellschaftlichen Diskurses (Risikokommunikation im weiteren Sinne). Es erhebt sich die Frage, wer in einen solchen Diskurs angesichts widerstreitender Auffassungen und Einstellungen und auch Interessenslagen eingebunden werden kann und muß und mit welchen Verfahren letztendlich *eine möglichst von allen akzeptierte* Entscheidung herbeigeführt werden kann. Da es sich um eine Entscheidung auf vielschichtig wertender Basis handelt, kann unter Umständen auch resultieren, daß ein in der wissenschaftlichen Betrachtungsweise möglicherweise als sehr gering eingeschätztes Risiko nicht akzeptiert wird und daß daher Maßnahmen erforderlich werden.

2.4 Datenquellen

In Deutschland werden für viele verschiedene Zwecke sowohl Gesundheitsdaten erhoben als auch Umweltmessungen vorgenommen. Diese Daten könnten genutzt werden, um Zusammenhänge zwischen Umwelteinwirkungen und Umweltsituationen und Gesundheit aufzudecken oder zu bestätigen. Da die Daten in der Regel jedoch nicht primär für diese Fragestellung erhoben werden, ist oft eine geschickte Verknüpfung mit anderen Informationen notwendig, um zu entsprechenden Hinweisen auf derartige Zusammenhänge zu kommen. Dies birgt allerdings die Gefahr methodisch falscher Verknüpfungen und darauf basierend fehlerhafter Schlußfolgerungen in sich. Nachfolgend wird auf die verschiedenen Informationsquellen und deren Eignung zum Feststellen von Zusammenhängen zwischen Umwelteinflüssen und gesundheitlichen Auswirkungen eingegangen.

Tab. 2: Überblick über bestehende Datenquellen im Bereich Umwelt und Gesundheit

Erhebungen zu	Datenquellen	Kapitel
Gesundheit	Daten der amtlichen Statistik <ul style="list-style-type: none"> – Gesundheitsstatistik – Gesundheitsstatistische Zusatzerhebung zum Mikrozensus – Statistik der Straßen- und Luftverkehrsunfälle – Schwerbehindertenstatistik – Rehabilitationsmaßnahmenstatistik – Krankenhausstatistik 	2.4.1.1
	Daten der Krankenkassen <ul style="list-style-type: none"> – Krankheitsartenstatistik des AOK-Bundesverbandes 	2.4.1.2

	Spezifische Krankheitsregister – Herzinfarktregister – AIDS-Fallregister	2.4.1.3
	Bevölkerungsbezogene Krebsregister – Regionale Krebsregister der Bundesländer – Deutsches Kinderkrebsregister	2.4.1.4
	Fehlbildungsregister	2.4.1.5
	Repräsentative Bevölkerungserhebungen - Gesundheitssurveys – Nationaler Gesundheitssurvey 1984-1986 – Nationaler Gesundheitssurvey 1990-1991 – Gesundheitssurvey Ost 1991/1992 – Bundesgesundheitsurvey 1997/1998 (ergänzt durch Umwelt-, Arzneimittel- und Ernährungssurveys)	2.4.1.6, 2.4.3.1 4.1.1
	Beobachtungspraxen („sentinels“)	2.4.1.7
Umwelt	Daten zur Umwelt des Umweltbundesamtes	2.4.2.1
	Umwelt-Surveys – Umwelt-Survey der Bundesrepublik Deutschland 1985/1986 (Anbindung an Nationalen Gesundheitssurvey 1984-1986) – Umwelt-Survey Westdeutschlands 1990/1991 (Anbindung an Nationalen Gesundheitssurvey 1990-1991) – Umwelt-Survey Ostdeutschlands 1991/1992 (Anbindung an Gesundheitssurvey Ost 1991/1992) – Umwelt-Survey 1997/1998 (Anbindung an Bundes-Gesundheitssurvey 1997/1998)	2.4.2.2, 2.4.3.2 4.1.2
Umwelt und Gesundheit	Spontanmeldesystem von Gesundheitsstörungen durch Chemikalien	2.4.3.3
	Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes	2.4.3.4, 4.1.2
	Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank	2.4.3.5
	Umweltepideziologische Studien in Deutschland (Beispiele) – Monitoringprojekte, Surveys, Surveillance- und Sentinel-Projekte, Wirkungskataster- Untersuchungen – Regionale Vergleiche (Ost-West) – Untersuchungen im Zusammenhang mit Wirkungskatastern der Luft- treinhaltungspläne – Untersuchungen zur Altlasten-Problematik	2.4.4 2.4.4.1 2.4.4.2 2.4.4.3 2.4.4.4

2.4.1 Verfügbare Gesundheitsdaten

2.4.1.1 Daten der amtlichen Statistik

Die amtliche Statistik umfaßt eine Reihe von Datenquellen, die aufgrund entsprechender Gesetze erhoben werden. Im folgenden findet sich eine Übersicht zu den wichtigsten gesundheitlich relevanten Datenquellen des Statistischen Bundesamtes.

Gesundheitsstatistik: Totalerhebung (aus den Standesämtern) fortlaufend seit 1946, aggregiert auf Bundes-, Land- und teilweise auf Kreisebene. Ausgewählte Untersuchungsgegenstände betreffen Geburten (diverse Angaben insbesondere zu Körpergewicht und -länge sowie erkennbare Fehlbildungen innerhalb der ersten drei Tage) und Todesfälle (Todesursachenstatistik, Angaben über Alter, Geschlecht, Verschlüsselung des ursächlich zum Tode führenden Grundleidens nach ICD-9 und Ergänzungsschlüsseln). Im weiteren Sinne zählen hierzu auch die meldepflichtigen Infektionskrankheiten nach dem Bundesseuchengesetz.

Gesundheitsstatistische Zusatzerhebung zum Mikrozensus: Jährliche 0,5 %-Stichprobe aller Haushalte zusammen mit dem Mikrozensus (Teilnahme im wesentlichen freiwillig) seit 1963 und vollständig seit 1986 (alle drei Jahre). Ausgewählte Items betreffen Krankheit während der letzten vier Wochen (Dauer, Behandlung incl. Krankenhausbehandlung, Arbeitsunfähigkeit), Minderung der Erwerbsunfähigkeit sowie Aspekte des Gesundheitsverhaltens.

Statistik der Straßen- und Luftverkehrsunfälle: Kontinuierlich auf Monats- und Jahresbasis alle erfaßten Unfälle seit 1953 (Luftverkehrsunfälle seit 1960). Ausgewählte Items betreffen Alter und Geschlecht der Unfallbeteiligten, Unfallursachen und Verletzungsgrad.

Schwerbehindertenstatistik: Totalerhebung aller anerkannten Schwerbehinderten seit 1979. Ausgewählte Items betreffen Alter und Geschlecht, Art, Ursache und Grad der Behinderung, Regionalität.

Rehabilitationsmaßnahmenstatistik: Jährliche Totalerhebung aller abgeschlossenen Rehabilitationsmaßnahmen seit 1971/1981. Ausgewählte Items betreffen Alter und Geschlecht, Sozialstatus und Beruf, Rehabilitationsträger, bis zu 3 Rehabilitationsmaßnahmen nach Art, Dauer und Ergebnis.

Krankenhausstatistik: Totalerhebung aller Krankenhäuser seit 1935/1990. Ausgewählte Items betreffen Charakteristika der Krankenhäuser, Bettenstatistik, Personalstatistik, Patientenstatistik, Sektionen.

- *Vorteile:*

Die Erhebungen sind repräsentativ für die gesamte Bevölkerung. Wichtige Aspekte der Morbidität, Mortalität und der Versorgungsstruktur werden erfaßt. Die Daten der amtlichen Statistik bieten ein stabiles und universelles Instrument, das auch die Betrachtung langfristiger Zeitreihen ermöglicht, um regionale oder zeitliche Veränderungen aufzuzeigen. Die Quellen besitzen eine einheitliche Struktur und sind international vergleichbar. Die Daten der amtlichen Statistik sind auch durch ihre regionale

Verfügbarkeit geeignet, Hypothesen über mögliche Zusammenhänge von Umweltverhältnissen und Gesundheit zu generieren. Zusätzlich können sie als Parameter für die möglichen Erfolge von Interventionsmaßnahmen herangezogen werden. Das Informations- und Dokumentationszentrum "Gesundheitsdaten" des Statistischen Bundesamtes wird im Rahmen der durch das BMG geförderten Gesundheitsberichterstattung des Bundes entsprechende Datensätze auch in elektronischer Form für Nutzer bereitstellen.

- *Nachteile:*

Die ausgewählten Daten zu Todesursachen und Krankheiten umfassen nicht den ganzen Komplex der Gesundheitsprobleme. Aussagen zur Morbidität und besonders zu gesundheitlich relevanten Verhaltensweisen stehen nicht in ausreichendem Detailierungsgrad zur Verfügung. Die Quellen sind nicht flexibel für Abänderungen im Interesse der medizinischen epidemiologischen Forschung. Der Hauptnachteil der amtlichen Statistik für (umwelt-)epidemiologische Fragestellungen ist die fehlende Berücksichtigung von Umweltfaktoren und die auf Individualebene fehlende Verknüpfung der einzelnen Datenquellen untereinander. Zusätzliche Informationen über die vorliegenden Bevölkerungsstrukturen (population at risk) sind notwendig. Regelmäßige Volkszählungen können diese Lücke teilweise füllen, allerdings ist der gesundheitlich und umweltbezogene Anteil der Fragen im Mikrozensus sehr gering. Mortalitätsraten sind bei „kleinen“ Risiken, wie in der Umweltepidemiologie, nur sehr eingeschränkt aussagefähig.

2.4.1.2 Daten der Krankenkassen

Die Träger der Sozialversicherung veröffentlichen eine Reihe von Datenquellen, die das Morbiditätsgeschehen in der Bundesrepublik in begrenztem Maße widerspiegeln. Die Informationen liegen teilweise auch regional vor. Zwei Beispiele für bundesweite Datenquellen sind:

Krankheitsartenstatistik des AOK-Bundesverbandes: Veröffentlicht werden im Rahmen der Krankheitsartenstatistik die Arbeitsunfähigkeitsfälle der Pflichtmitglieder (der Beschäftigten) sowie die Krankenhausfälle aller Versicherten (alle Mitglieder der AOK und deren Familienangehörige). Weiter sind Informationen über die Erkrankungsfälle aufgeschlüsselt nach der Art der Erkrankung, ihrer Dauer sowie nach Alters- und Geschlechtsstruktur verfügbar.

- *Vorteile:*

Ähnlich wie bei der amtlichen Statistik werden Daten über sehr große Bevölkerungsteile verfügbar. Durch relative Konstanz der Datenerhebung werden zeitliche Veränderung und teilweise auch regionale Veränderungen deutlich. Ähnlich wie bei der amtlichen Statistik lassen sich mit den Daten der Sozialversicherer Wirkungen von (Umwelt)-Interventionen durch Verschiebungen im Krankheitspektrum aufzeigen. Die von den Sozialversicherungsträgern über ihre Mitglieder gehaltenen Daten umfassen ein breites Spektrum von Indikatoren, die jedoch in der Regel für Untersuchungen nicht zugänglich sind. Für spezielle Fragestellungen oder Studien besteht jedoch bei einigen Versicherungsträgern, auch örtlichen Betriebskrankenkassen, die Bereitschaft, die ohnehin erhobenen Daten für eine entsprechende wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung zu stellen.

- *Nachteile:*

Die Datenquellen der Krankenkassen sind in ihrer Qualität und besonders in ihrer regionalen Differenzierung, aber auch bezüglich der Mitgliederstruktur der einzelnen Kassen sehr verschieden. Bezugsgröße ist das einzelne Mitglied. Über die mitversicherten Familienmitglieder liegen zwar auch Daten über Leistungen der Kassen vor, sie werden aber auf das Mitglied bezogen erfaßt. Auf diese Weise ist die Bezugsgröße (population at risk) nur sehr ungenau feststellbar. Für die Datenquellen der Sozialversicherer gelten die meisten Argumente, die bereits zu den Datenquellen der amtlichen Statistik diskutiert wurden.

2.4.1.3 Spezifische Krankheitsregister

Die wichtigsten Register von definierten Erkrankungen in Deutschland sind die regionalen Krebsregister der Bundesländer und das bundesweite Deutsche Kinderkrebsregister in Mainz. Sie werden aufgrund ihres gesicherten Bevölkerungsbezuges im folgenden Unterkapitel gesondert dargestellt. Andere Beispiele für Krankheitsregister sind das Monica-Herzinfarktregister in Augsburg und das AIDS-Fallregister am RKI.

- *Vorteile:*

Genaue Erfassung spezifischer Krankheiten auf Individualebene mit Zusatzinformationen zu Alter, Geschlecht, Wohnort und relevanten Risikofaktoren. Spezifische Krankheitsregister können teilweise schnell an veränderte Gesundheitssituationen angepaßt werden. Bei relativ vollständigen Registern können Regionalvergleiche der Auftretenshäufigkeit der registrierten Krankheiten Hinweise auf Zusammenhänge mit regional unterschiedlichen Umweltbelastungen liefern. Auch können die Register im Idealfall als Instrument der Qualitätssicherung Folgen umweltpolitischer Veränderungen oder Interventionen sichtbar machen.

- *Nachteile:*

Nur für wenige Erkrankungen sind Register etabliert. Sie sind überwiegend für sehr seltene Erkrankungen mit geringer Public-Health-Relevanz installiert und erfassen nicht bevölkerungsbezogen, sondern dienen der Akkumulation von Expertenwissen (Krankheitsverlauf, Therapieerfolg). Diese Quellen haben oft eine gewisse Selektivität, d. h. nicht die ganze Bevölkerung wird erfaßt. Durch Differenzen in den Erfassungsmethoden zwischen Bundesländern und Nationen ist die Vergleichbarkeit begrenzt. Da Umweltbelastungen in der Regel nicht miterfaßt werden, können Regionalvergleiche lediglich auf aggregierter Basis stattfinden. Die Tatsache, daß aus solchen Vergleichen bestenfalls Hypothesen für mögliche Zusammenhänge gebildet werden können, wird oftmals außer acht gelassen. Es kommt dann zu sogenannten „ökologischen Trugschlüssen“ hinsichtlich vermuteter Zusammenhänge.

2.4.1.4 Bevölkerungsbezogene Krebsregister

Das Ziel bevölkerungsbezogener Krebsregister ist die Erfassung aller in einer definierten Bevölkerung auftretenden Krebserkrankungen und -todesfälle. Dazu tragen auf Ebene der Bundesländer regionale Krebsregister für alle Altersgruppen und für Krebserkrankungen bei Kindern und Jugendlichen unter 15 Jahren das bundesweite Deutsche Kinderkrebsregister in Mainz bei. Gemeinsam mit der Dachdokumentation Krebs im RKI, dessen Aufgabe die Zusammenführung und vergleichende Auswertung der anonymisierten Falldatensätze auf Bundesebene und die Publikation der Ergebnisse ist, arbeiten Vertreter aller Register in der Arbeitsgemeinschaft bevölkerungsbezogener Krebsregister in Deutschland an der weiteren Vereinheitlichung der Erhebungs- und Dokumentationsstandards.

Wesentliche Voraussetzung für die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Daten bevölkerungsbezogener Krebsregister ist der erhaltene Personenbezug, der es ermöglicht, verschiedene Meldungen einschließlich der Todesfolgemeldung aus der amtlichen Todesursachenstatistik derselben Person korrekt zuzuordnen. Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Belange erlaubt der Personenbezug der Daten nach dem Bundeskrebsregistergesetz die Durchführung analytischer epidemiologischer Fall-Kontroll- und Kohortenstudien.

Spätestens bis Ende 1998 werden alle Bundesländer bevölkerungsbezogene Krebsregister eingerichtet haben, wobei das angestrebte Ziel einer Flächendeckung jedoch noch nicht vollständig erreicht sein wird. Nach den langjährigen Erfahrungen der Krebsregister des Saarlandes und Hamburgs (ältestes bevölkerungsbezogenes Krebsregister der Welt) kann in der Aufbauphase der jetzt eingerichteten Krebsregister nicht sofort mit der Vollständigkeit der Erfassung aller Krebsfälle gerechnet werden. Die Vollständigkeit der Meldungen an ein bevölkerungsbezogenes Krebsregister läßt sich quantitativ ermitteln, so daß Fehlschlüsse aufgrund unvollständiger Meldungen vermieden werden können.

- *Vorteile:*

Genauere Erfassung von Krebserkrankungen nach Lokalisation, Histologie und Stadium verknüpft mit Angaben zu Alter, Geschlecht, Wohnort, Beruf und einigen wenigen relevanten Risikofaktoren zur Person. Der Personenbezug der Meldungen erlaubt unter genau festgelegten datenschutzrechtlichen Bedingungen die Reanonymisierung der personenbezogenen Daten zur Durchführung analytischer Studien auf Einzelfallebene. Im Rahmen solcher Studien wären dann grundsätzlich alle relevanten Risikofaktoren nacherhebbar. Die Vollständigkeit der Meldungen an die Register ist meßbar. Regionalvergleiche der Auftretenshäufigkeit der registrierten Krebserkrankungen können somit Hinweise auf Zusammenhänge mit regional unterschiedlichen Umweltbelastungen liefern. Krebsregister können somit auch dazu beitragen, Folgen von Veränderungen der Umwelt sichtbar machen.

- *Nachteile:*

Die angestrebte flächendeckende Vollständigkeit der Erkrankungsmeldungen an die Register ist noch nicht erreicht. Zudem wird gerade bei Krebs der Beitrag von Umweltbelastungen zur Krankheitsentstehung durch den Einfluß anderer wesentlicherer Risikofaktoren (s. Kapitel 2.1.2) überlagert.

2.4.1.5 Fehlbildungsregister

Seit Anfang der 80er Jahre werden auf Initiative der kassenärztlichen Vereinigungen zu Zwecken der Qualitätssicherung in den geburtshilflichen Stationen der Krankenhäuser flächendeckend Daten zum Perinatalgeschehen erfaßt und zentral auf Länderebene ausgewertet. Unter anderem werden auch die zur Zeit der Geburt festgestellten und gemeldeten kindlichen Fehlbildungen aufgenommen. Zur Zeit wird von einer Länderarbeitsgruppe geprüft, inwieweit diese Daten sich als Basis für die Einrichtung von flächendeckenden, bevölkerungsbezogenen Fehlbildungsregistern eignen. Ein Pilotprojekt wurde am Landesgesundheitsamt Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Seine Ergebnisse liegen seit Frühjahr 1999 vor. Regionale Projekte mit detaillierter, vollständiger und fachkundiger Aufnahme und Registrierung von Fehlbildungen laufen derzeit in Mainz und Magdeburg.

- *Vorteile*

Fehlbildungen sind eine wichtige Komponente im Reproduktionsgeschehens des Menschen. Ihre zeitlichen und räumlichen Trends ermöglichen eine empfindliche Beurteilung von Einflüssen von Umweltfaktoren. Im Rahmen der Perinatalerhebung werden Daten zu Einflußfaktoren auf individueller Basis erhoben.

- *Nachteile:*

Siehe oben unter Krebsregister. Aus Gründen des Datenschutzes und wegen einer erhöhten zeitgeschichtlichen Sensibilität sind der Auswertung des umfangreichen Datenmaterials der Perinatalerhebung auf individueller Basis enge Grenzen gesetzt.

2.4.1.6 Repräsentative Bevölkerungserhebungen - Gesundheitssurveys

Gesundheitssurveys sind systematische, zu vorher festgelegten Zwecken durchgeführte repräsentative Bevölkerungserhebungen, die gesundheitsrelevante Informationen zusammen mit ökonomischen und sozialen Faktoren zur medizinischen Versorgung, zur Ernährung und zum gesundheitsrelevanten Lebensstil erfassen. Da alle Informationen auf Individualbasis vorliegen, ist eine epidemiologische Risikoabschätzung für interessierende Einflußfaktoren im Grundsatz möglich.

- *Vorteile:*

Weitere Untersuchungen können nachträglich noch eingebunden werden, falls Interesse an bestimmten zusätzlichen Informationen besteht. So können beispielsweise zusätzliche Erhebungen zur individuellen Umweltbelastung vorgenommen werden (siehe Umweltsurvey Kapitel 2.4.2.2; Zusammenfassungen der Ergebnisse durchgeführter Gesundheits- und Umweltsurveys enthalten Kapitel 2.4.3.1 und 2.4.3.2). Auf Grund einer für bestimmte Bevölkerungsgruppen repräsentativen Stichprobenziehung sind spezifische Aussagen über demographische und soziale Faktoren, Gesundheitsindizes wie

Morbidität, ärztliche Diagnosen, Krankenhausaufenthalt, Beschwerdeshäufigkeit, Krankheitsausfalltage, Daten zu Unfällen und Verwundungen, Seh- und Hörstörungen, Zahnstatus, Blutdruck, Blutwerte, Urinwerte, anthropometrische Daten wie Gewicht und Größe möglich. Gesundheitssurveys, bei denen gleichzeitig auch eine medizinische Untersuchung der Probanden erfolgt, haben zusätzlich den Vorteil, mit Hilfe standardisiert erhobener Meßdaten die in Fragebögen gesammelten subjektiven Angaben der Probanden zu ergänzen und zu validieren.

- *Nachteile:*

Hoher finanzieller und zeitlicher Aufwand, komplexe Logistik, Schwierigkeiten der Probandengewinnung. Bei dem Interviewteil werden subjektiv gefärbte Antworten erfaßt; allerdings ist für viele Daten die Person selbst die beste Quelle (demographische, sozial-ökonomische Aspekte, Auswirkung von Krankheiten auf Lebensumstände, subjektives Wohlergehen). Wegen der limitierten Probandenzahl werden relativ seltene Krankheiten nicht hinreichend genau erfaßt und können damit auch nicht in Zusammenhang mit Risikoindikatoren gebracht werden. Entsprechende Krankheitsregister sind somit als Ergänzung erforderlich. Die Nachteile sind aber insgesamt gering im Vergleich zu dem Wert der standardisiert und repräsentativ erhobenen Daten.

2.4.1.7 Beobachtungspraxen

Beobachtungspraxen, im Englischen als 'sentinels' (d.h. Wächter) bezeichnet, liefern bestimmte, vorher vereinbarte Informationen über die sie in einem definierten Zeitraum (Tag, Woche, Monat) aufsuchenden Patienten, z.B. deren Beschwerden, Befunde oder Diagnosen, an eine zentrale Sammelstelle. Entscheidend ist dabei die Häufigkeit von in einer Praxis pro Tag, Woche usw. beobachteten klinischen Daten. Durch ein zweckmäßig konzipiertes Netz von Beobachtungspraxen wird eine zeitnahe Überwachung des Gesundheitszustandes eines Teils der Bevölkerung ermöglicht. Für umwelt-epidemiologische Fragestellungen liegen Erfahrungen aus dem Modellversuch MORBUS der Ärztekammer Niedersachsen und aus zwei Beobachtungspraxenprojekten mit Kinderärzten in Hamburg vor.

- *Vorteile:*

Gezielte und zusätzliche Erfassung von Daten zu spezifischen Erkrankungen (aus Gründen der statistischen Datenerhebung sucht niemand medizinische Einrichtungen auf). Durch den Rückgriff auf bestehende Versorgungsstrukturen entsteht lediglich ein geringer zusätzlicher Kostenaufwand. Medizinische Aktivitäten und Inanspruchnahme der Einrichtung sind hieraus gut zu schätzen. Mit einfachen Mitteln können personenbezogene Informationen nicht nur über Krankheitsereignisse, sondern auch über frühe und subjektiv definierte Gesundheitsstörungen erhoben werden.

- *Nachteile:*

Methoden variieren je nach Ziel der Studie und den einbezogenen Institutionen. In der Regel werden Häufigkeiten in aggregierter Form und nicht Individualdaten erfaßt. Differenzen durch unterschiedliche ärztliche Praxis (Untersucherinteressen und -effekte) mindern die Vergleichbarkeit. Wie alle

Datenquellen, die Informationen über medizinische Einrichtungen erfassen, werden Personen, die diese Leistungen trotz Symptomen oder Beschwerden nicht in Anspruch nehmen, nicht erfasst (sog. klinischer Eisberg). Der Aufwand ist abhängig von der Kooperationsbereitschaft der Institutionen und Ärzte. Validität und Repräsentativität sind schwer nachprüfbar. Zusammenhänge mit umweltbezogenen und in der Regel nicht mitgemessenen Faktoren können nur über zusätzliche Befragungen ermittelt werden. Unsicher ist auch insbesondere die Bezugspopulation, da Einzugsgebiete von Arztpraxen im deutschen Versorgungssystem (freie Arztwahl) nicht klar definierbar sind.

2.4.2 Verfügbare Umweltdaten

2.4.2.1 „Daten zur Umwelt“ (UBA)

Das Umweltbundesamt veröffentlicht regelmäßig alle 4 Jahre (zuletzt 1997) in aggregierter Form „Daten zur Umwelt - Der Zustand der Umwelt in Deutschland“. Periodisch zur Verfügung stehende und auf Datenbanken vorliegende Datensammlungen des Bundes und der Länder hinsichtlich Wasser, Boden, Luft, Lärm, Abfall, Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung sowie weiterer Umweltbereiche werden zur Darstellung der Umweltsituation in Deutschland zusammengestellt. Auf Grund von über 200.000 Einzelinformationen wird ein umfassendes Bild der Umweltsituation in Deutschland vermittelt. Gesundheitliche Gefährdungen können pauschal abgeschätzt werden, z.B. hinsichtlich der durchschnittlichen Verkehrslärm- oder Luftbelastung.

- *Vorteile:*

Grobes, allerdings auch regional differenzierbares Bild der Umweltbelastung anhand relevanter Umweltindikatoren. Grundsätzlich stehen die Daten auch für differenziertere Auswertungen zur Verfügung.

- *Nachteile:*

Die Datenerhebung richtet sich nach den Bedürfnissen des Umweltschutzes (z.B. Bezug zu besonderen Emittenten, zu besonders belasteten Regionen). Ein Bezug zur exponierten Bevölkerung ist nur pauschal möglich. Nur in Teilbereichen kann eine Verknüpfung mit anderweitig erhobenen gesundheitsstatistischen Daten (s.o.) im Sinne des Vergleichs von aggregierten Datensätzen vorgenommen werden (z.B. regionale Krebsmortalität und regionale Strahlenbelastung), um Ansatzpunkte für gezielte umweltepidemiologische Studien zu gewinnen.

2.4.2.2 Umwelt-Survey

Der Begriff Umwelt-Survey wird in Deutschland für repräsentative Bevölkerungserhebungen verwendet, die die korporalen Schadstoffbelastungen (Humanbiomonitoring) und die Stoffbelastungen im häuslichen Bereich erfassen. Die Erhebungen dienen u.a. zur Schaffung von bundeseinheitlichen Vergleichswerten (Hintergrundbelastung).

- *Vorteile:*

Bereitstellung repräsentativer Daten für eine gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung auf nationaler Ebene. Durch regelmäßige Wiederholung ist die Beschreibung zeitlicher Trends bei der Schadstoffbelastung der Bevölkerung möglich. Die repräsentative Datengrundlage ermöglicht auch, die Auswirkungen bestimmter umweltpolitischer Maßnahmen zu überprüfen.

- *Nachteile:*

Siehe Gesundheitssurvey (Kapitel 2.4.1.6). Die randomisierte Probandenauswahl bedingt, daß seltene oder extreme Expositionssituationen kaum oder nicht erfaßt werden und der Beitrag hoch exponierter Personen relativ gering ist. Die Nachteile sind aber insgesamt gering im Vergleich zu dem hohen Nutzen der Daten einerseits für die Kenntnis der Belastungssituation der Bevölkerung und andererseits für die Erfüllung deutscher Berichtsverpflichtungen im Rahmen verschiedener internationaler Programme.

2.4.3 Vorliegende Daten zum Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit

2.4.3.1 Die Nationalen Gesundheitssurveys und der Gesundheitssurvey Ost

Im Rahmen der Deutschen Herz-Kreislauf-Präventionsstudie (DHP⁴) wurden unter der Bezeichnung „Nationaler Gesundheitssurvey“ in den Jahren 1984-1986 (NUS T0) und 1987-1989 (NUS T1) sowie 1990-1991 (NUS T2) repräsentative Stichproben der bundesdeutschen Bevölkerung einer standardisierten Untersuchung und einer umfangreichen Befragung zu gesundheitsrelevanten Themen unterzogen. Mit weitgehend gleicher Methodik wurde auch in den neuen Bundesländern 1991/92 der Gesundheitssurvey Ost (Survey Ost) durchgeführt.

Finanziert wurden die Studien durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (NUS T0-T2) und durch das Bundesministerium für Gesundheit (Survey Ost). Im Auftrag des ehemaligen Institutes für Sozialmedizin und Epidemiologie des Bundesgesundheitsamtes (SozEp/BGA) (heute: Robert Koch-Institut) wurden die Datenerhebung und die Grundausswertung von Infratest Gesundheitsforschung München (NUS T0-T2) und dem Zentrum für epidemiologische Gesundheitsforschung Berlin (Survey Ost) vorgenommen.

Stichproben: Die Grundgesamtheit der Nationalen Gesundheitssurveys bilden alle Deutschen in den alten Bundesländern im Alter von 25 bis 69 Jahren, im Gesundheitssurvey Ost alle Deutschen in den neuen Bundesländern im Alter von 18 bis 79 Jahren. Die Auswahl der Erhebungseinheiten erfolgte in einer mehrfach geschichteten zweistufigen Zufallsstichprobe mit gleichen Auswahlwahrscheinlich-

⁴ Die DHP ist ein multizentrisches Forschungsprojekt, in dem die praktische Anwendbarkeit wissenschaftlich begründeter primärpräventiver Maßnahmen und Programme zur Bekämpfung ischämischer Herzkrankheiten und der Herzinfarkte / Schlaganfälle in ausgewählten Studiengemeinden nachgewiesen werden sollte. Die Nationalen Gesundheitssurveys (NUS T0-T2) dienten hierbei als Referenzpopulation.

keiten. Die erste Stufe der Zufallsstichprobenziehung bestand in der Auswahl der Gemeinden, geschichtet nach den Merkmalen Bundesland, Regierungsbezirk und politische Gemeindegrößenklasse. In jeder Erhebungsrunde der Nationalen Gesundheitssurveys wurden 100 Erhebungspunkte in den alten Bundesländern, beim Gesundheitssurvey Ost 50 Erhebungspunkte in den neuen Ländern zufällig ausgewählt. Die zweite Stufe der Zufallsstichprobenziehung war die Auswahl der Probanden nach Geschlecht und Alter in den Erhebungspunkten. Bei einer Responserate von ca. 70% ergaben sich die in der Tabelle 3 dargestellten realisierten Nettostichproben.

Tab. 3: Nettostichproben der Nationalen Gesundheitssurveys und des Gesundheitssurvey Ost

	Insgesamt	Männer	Frauen
NUS T0 (1984 - 1986)	4790	2417	2373
NUS T1 (1987 - 1989)	5335	2649	2686
NUS T2 (1990 - 1991)	5311	2688	2623
Survey Ost (1991 - 1992)	2617	1223	1394

Studiendesign und Erhebungsinstrumente: Der erste Nationale Gesundheitssurvey (1984-1986) bestand aus dem Nationalen Untersuchungssurvey und dem Nationalen Befragungssurvey. Im Nationalen Untersuchungssurvey wurden die Probanden einer einheitlichen standardisierten medizinischen Untersuchung und Befragung unterzogen, im Nationalen Befragungssurvey wurden weitere 11.000 Personen nur befragt. Neben der Gewinnung von Daten aus einer zusätzlichen Stichprobe diente dieses Vorgehen vorrangig der Reliabilitätsprüfung der Fragebogenitems. Der Vergleich der Fragebogenangaben zwischen den beiden Stichproben ergab einen hohen Grad der Übereinstimmung, so daß das Erhebungsinstrument als geeignet angesehen werden konnte. In den folgenden Durchgängen der Gesundheitssurveys wurde deshalb auf einen zusätzlichen Befragungssurvey verzichtet.

In den Gesundheitssurveys wurden zwei zentrale Erhebungsinstrumente eingesetzt. Mit dem Fragebogen zu „Leben und Gesundheit in Deutschland“ wurden Angaben zu den Komplexen Demographie, Verhalten, Lebensbedingungen und Krankheiten erfaßt. Die medizinische Untersuchung beinhaltete die Messung von Blutdruck- und Pulsfrequenz, von Körpergröße und -gewicht sowie die Prüfung der Lungenfunktion. Anhand von Blut- bzw. Serum- und Urinproben wurden mehr als 40 Laborwerte (u.a. Cholesterin, Glukose, Gesamteiweiß, Hämoglobin, Eisen, Magnesium, Thiocyanat, Phosphat) bestimmt. Parallel zu den Daten der Gesundheitssurveys wurden in den alten und neuen Bundesländern Angaben zum Arzneimittelverbrauch und zur Arzneimittelverträglichkeit gewonnen.

Beim Umweltsurvey wurden an Teilstichproben der Nationalen Gesundheitssurveys T0, T2 und des Survey Ost Umweltbelastungen erfragt sowie Blut-, Urin, Trinkwasser-, Wasser- und Luftproben zur objektiven Beurteilung von Umweltbedingungen analysiert. Der Umweltsurvey liefert für die Allgemeinbevölkerung der analysierten Altersgruppen repräsentative Angaben über die korporale Schadstoffexposition (Blut, Urin, Haare) und die Schadstoffbelastung in den dazugehörigen Wohnungen (Innenraumluft, Hausstaub, Trinkwasser).

Im Rahmen des Survey Ost wurde die „Ernährungsstudie Ost“ zur Abschätzung der Ernährungssituation und der ernährungsbedingten Schadstoffaufnahme in den neuen Bundesländern durchgeführt. Zur Bestimmung der Ernährungssituation und Berechnung der Nährstoffaufnahme wurde für eine Subpopulation von ca. 1.900 Personen das computergestützte Interview (Diet-History) als Erhebungsinstrument eingesetzt.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen: Als Ergebnisse der Gesundheitssurveys stehen neben Angaben über die Häufigkeit, mit der bestimmte Krankheiten, Krankheitsmerkmale, Risikofaktoren, Beschwerden sowie gesundheitsrelevante Lebensbedingungen und Verhaltensweisen in der Bevölkerung vorkommen, auch Daten zur Inanspruchnahme medizinischer Leistungen, zum Medikamentenkonsum und zu Arzneimittelnebenwirkungen sowie zu wesentlichen labordiagnostischen und medizinischen Meßgrößen zur Verfügung. Durch diese Meßgrößen läßt sich eine Vielzahl von Fragebogendaten auf ihre Plausibilität überprüfen. Die wiederholte Durchführung der Gesundheitssurveys gestattet die Beurteilung von Morbiditätstrends. Die Anwendung des gleichen Studiendesigns in Ost- und Westdeutschland ermöglicht neben der Einschätzung regionaler Unterschiede eine gesamtdeutsche Darstellung des Gesundheitszustandes und des Gesundheitsverhaltens.

Mit den Nationalen Gesundheitssurveys wurde eine für die Bundesrepublik Deutschland neuartige Quelle der Morbiditätsstatistik geschaffen. Ein besonderer Vorteil der Surveydaten, der mit traditionellen gesundheitsstatistischen Mitteln nicht zu erreichen gewesen wäre, besteht in der individuellen Verknüpfbarkeit der Daten. Damit schließen Gesundheitssurveys bestehende Informationslücken der Medizinalstatistik und stellen eine wesentliche Grundlage für die Gesundheitsberichterstattung dar. Die Daten der Gesundheitssurveys stehen der wissenschaftlichen Öffentlichkeit als Public Use Files zur Verfügung. Diese dienen hauptsächlich Sekundäranalysen, werden aber auch häufig zum Ergebnisvergleich mit anderen Studien herangezogen.

Die Kopplung des Umweltsurveys an den jeweiligen Gesundheitssurvey erlaubt es, auf individueller Ebene Daten der korporalen Schadstoffbelastung (Human-Biomonitoring) mit Gesundheitsdaten aus der Anamnese, Ergebnissen medizinischer und labordiagnostischer Untersuchungen zu vergleichen. Stellvertretend sei hier die Analyse des Cadmiumgehaltes im Blut unter Berücksichtigung der gesundheitsrelevanten Verhaltensvariablen „Rauchen“ genannt. Als Beispiel für die Verbindung von Labor- und umweltmedizinischer Diagnostik läßt sich die Bestimmung des Bleigehaltes unter Kontrolle des Wertes für das Zellpackungsvolumen anführen.

Durch die standardisierte Arzneimittelanamnese eines jeden Probanden besteht die Möglichkeit, Aussagen auch zu Arzneimittelwirkstoffen oder Hilfsstoffen zu machen, die bei der Ermittlung der Umweltbelastung der Studienteilnehmer die Ergebnisse verfälschen könnten. So ist z.B. bei der Beurteilung des Kupfergehaltes im Blut/Urin von Frauen die Einnahme hormonaler Kontrazeptiva zu berücksichtigen, beim Chromgehalt im Urin das Vorliegen eines insulinpflichtigen Diabetes mellitus.

Durch die Ernährungserhebung im Umweltsurvey war eine Quantifizierung der korporalen Schadstoffbelastung über den Nahrungspfad möglich. Gleichzeitig erfolgte durch die bevölkerungsrepräsentative Erfassung des Ernährungsverhaltens eine grobe Einschätzung der Schadstoffbelastung über die Nahrung. Die Anbindung von Ernährungserhebungen und Umweltsurveys an die Gesundheitssur-

veys ermöglicht zusätzlich die Ermittlung von Korrelationen mit klinischen und labordiagnostischen Parametern sowie mit anamnestischen Angaben zu Krankheiten. So sind z.B. die Arsen- und Quecksilberwerte höher bei kurz vor der Probenentnahme erfolgtem Fischkonsum. Weiterhin konnte eine Beziehung zwischen dem Nitratgehalt im Urin und dem Verzehr von Salat und Gemüse bestätigt werden.

Zur Einschätzung der gesundheitlichen Lage in Deutschland haben sich Gesundheitssurveys somit als eine wesentliche Informationsquelle erwiesen. Um Entwicklungen beurteilen zu können, sollten sie in regelmäßigen Abständen und mit weitgehend gleicher Methodik wiederholt werden. In Abhängigkeit von aktuellen gesundheitspolitischen Fragestellungen erlaubt das Studiendesign die flexible Erweiterung um entsprechende Surveymodule. Vorteile eines solchen Vorgehens bestehen in der effizienten Nutzung finanzieller Ressourcen und in der zusätzlichen Einbindung externen Sachverständigen.

2.4.3.2 Umwelt-Surveys

Ein vorbeugender Gesundheitsschutz und die wissenschaftliche Bearbeitung von Fragen zu gesundheitlichen Belangen des Umweltschutzes bedürfen der laufenden Beobachtung der Stoffbelastung der Bevölkerung und deren Einflußfaktoren. Bis Ende der 80er Jahre stammten die verfügbaren Kenntnisse zur Abschätzung der Belastung des Menschen mit bestimmten, aus verschiedenen Medien aufgenommenen Umweltschadstoffen praktisch ausschließlich aus Arbeitsplatzuntersuchungen oder aus Einzelstudien an bestimmten ausgewählten Kollektiven (z.B. sogenannte Hot-Spot-Untersuchungen, etwa in der Umgebung größerer Emittenten). Beginnend in der Mitte der 80er Jahre, wurden im Rahmen des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit drei Forschungsprojekte, die sogenannten „Umwelt-Surveys“, finanziert. Sie dienten der Ermittlung und Aktualisierung von repräsentativen Daten über die bestehenden korporalen Schadstoffbelastungen und das Schadstoffvorkommen im häuslichen Bereich der deutschen Bevölkerung (Altersgruppen zwischen 6 und 14 und zwischen 25 und 69 Jahren).

Mit diesen Erhebungen wurden erstmalig (auch international) repräsentative Daten über eine breite Schadstoffpalette gewonnen. Die Ergebnisse waren und sind für die Arbeit der zuständigen Behörden im Bereich des Bundes, der Länder und der Gemeinden zur Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen und als Datenbasis für die Bearbeitung von umweltmedizinischen Problemen von hohem Nutzen. Stichwortartig lassen sich die Ziele der Umweltsurveys wie folgt zusammenfassen:

- Bereitstellung von Vergleichs- und Referenzwerten
- Verbesserung der umweltepidemiologischen Datenlage in Deutschland
- Überprüfung gesundheits- und umweltpolitischer Maßnahmen
- Bereitstellung von Daten zur gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung

Erhebungszeiträume: Zum ersten Mal wurde der Umwelt-Survey 1985/86 in der damaligen Bundesrepublik Deutschland in Anbindung an den Nationalen Gesundheitssurvey der Deutschen Herz-

Kreislauf-Präventionsstudie (DHP) durchgeführt (s. oben). In den Jahren 1990/91 konnte eine weitere Erhebung des Umwelt-Surveys in den alten Ländern (wieder in Anbindung an den Nationalen Gesundheits-Survey der DHP) und zum ersten Mal 1991/92 auch in den neuen Ländern in Anbindung an den dortigen Gesundheits-Survey vorgenommen werden. In diese beiden zuletzt genannten Erhebungen wurden darüber auch Kinder/Jugendliche, die in den Haushalten der untersuchten Probanden lebten, einbezogen.

Stichproben: Ausgangspunkt für die Stichproben der Umwelt-Surveys waren die Stichproben des Nationalen Gesundheitssurveys der DHP in den alten Ländern und die Stichprobe des Gesundheits-surveys in den neuen Ländern. Die Grundgesamtheit für die Ziehung der Stichproben war für alle Surveys die deutsche Wohnbevölkerung in den entsprechenden Altersgruppen, die während der Befragungs- bzw. Untersuchungszeiträume in Privathaushalten lebten und in Einwohnermeldekarteien registriert waren. In den Jahren 1990 - 1992 wurden neben diesen Stichproben der Erwachsenen auch Kinder/Jugendliche (6- bis 14jährige in den alten Ländern und 6- bis 17jährige in den neuen Ländern) in die Untersuchungen der Umwelt-Surveys einbezogen. Es wurden dabei ausschließlich Kinder und Jugendliche untersucht die im Haushalt der erwachsenen Probanden lebten.

Erhebungsinstrumentarium: Mit unterschiedlichen Fragebögen wurden zur Interpretation der Meßdaten und zur Schaffung von Vergleichswerten - u.a. für bezüglich bestimmter Belastungen definierte Teilpopulationen - neben soziodemographischen Angaben auch potentielle zusätzliche Einflußgrößen, „konfundierende“ Faktoren, (z.B. Rauchen, Ernährung, Anzahl und Alter von Zahnfüllungen mit Amalgam) und Expositionssituationen (z. B. Wohngebiet, Heizungsart, Bebauungsart) erfaßt. Den Probanden wurden Proben von Venenblut, Morgenurin und Kopfhair entnommen. Zur Analyse der Exposition im häuslichen Bereich, gegenüber flüchtigen organischen Verbindungen sowie gegenüber Spurenelementen und Schadstoffen in der Nahrung wurden weitere Proben gewonnen. Sie bestanden in Hausstaubniederschlags-Proben (Sammlung des sedimentierten Hausstaubs während eines Jahres in einem normierten Becher), Proben von Staubsaugerbeutelinhalt, Proben des häuslichen Trinkwassers, des Stagnationswassers aus den häuslichen Wasserleitungen, Trinkwasserproben der lokalen Wasserwerke und Staubbiederschlagsproben der Außenluft. Bei Teilstichproben wurden 14 Tage lang Passivsammler in der Wohnung ausgebracht, und bei einer anderen Stichprobe die personenbezogene Umgebungsluft gemessen sowie über sieben Tage Aufenthaltsorte und Tätigkeiten protokolliert. Eine weitere Teilstichprobe der Probanden sammelte ein 24h-Duplikat der verzehrfertigen Nahrung einschließlich der Getränke und führte ein dazugehöriges 24h-Protokoll über Art und Menge der verzehrten Nahrung. Wesentliches Ziel war es, durch die Analyse der Duplikate die Menge der zugeführten Schadstoffe zu bestimmen. Die Durchführung von Diet-History-Interviews an derselben Teilstichprobe lieferte darüber hinaus Daten zum Ernährungsverhalten in den zurückliegenden 4 Wochen.

Meßparameter: In den Proben wurde eine Vielzahl von Parametern untersucht. Im wesentlichen handelte es sich um die Gehalte verschiedener Metalle (Al, As, Ba, Pb, Cd, Ca, Cr, Cu, Mg, Hg, Sr, Zn), Phosphor, PCP, Nikotin und Cotinin in dafür geeigneten Körpermedien, vor allem in Haaren, z.T. im Urin und für einige Parameter auch im Blut. Mit Ausnahme von Nikotin und Cotinin wurden diese und einige zusätzliche Stoffe auch in den Umweltproben aus dem häuslichen Bereich (z.B. Lindan

und in einer Teilstichprobe Pyrethroide im Hausstaub) analysiert. In der Wohnraumlufte wurden in einer Unterstichprobe 50 - 70 leichtflüchtige Substanzen sowie Formaldehyd bestimmt und in den Nahrungsmitteln zusätzlich zu den genannten Spurenelementen auch Nitrit und Nitrat.

Durchführung der Feldstudie: Die Organisation und Durchführung der Feldarbeit der Umwelt-Surveys erfolgte in Anbindung an die Gesundheits-Surveys. Die Fragebogenerhebungen und die Probenahmen incl. Aufstellung des Staubsammelbeckers sollten je Erhebung möglichst ein Kalenderjahr andauern, um saisonale Effekte auszugleichen. Geeignete Routenpläne sollten gewährleisten, daß regionale Effekte nicht durch saisonale Einflüsse überlagert werden,

Datenauswertung und Darstellung: Der Schwerpunkt der statistischen Datenauswertung ist im Hinblick auf das Hauptziel der Umwelt-Surveys die Ermittlung und Aktualisierung repräsentativer Daten über die bestehenden Schadstoffbelastungen der deutschen Wohnbevölkerung. Das bedeutet, daß die Verteilungen der Stoffe in den jeweiligen Medien sowohl für die Bevölkerung in Deutschland als auch für die Bevölkerung in den alten und neuen Ländern tabellarisch unter Angabe diverser statistischer Kennwerte dargestellt werden. Darüber hinaus werden die Verteilungen unterteilt nach Lebensalter, Geschlecht, Gemeindegrößenklassen, Rauchstatus, Schulabschluß, Berufstätigkeit und nach stoffspezifischen Merkmalen, die von allgemeinem Interesse bzw. bereits in der Literatur beschrieben sind (z.B. Quecksilbergehalt im Urin nach der Anzahl der Zähne mit Amalgamfüllungen, Bleigehalt im Blut nach der täglichen Aufenthaltszeit in motorisierten Fahrzeugen). Eine Publikation der Substanzgehalte in Blut, Urin, Haaren, Trinkwasser und Hausstaub der deutschen Wohnbevölkerung in den Jahren 1990/92 incl. textlicher Interpretationen und eines Vergleichs mit der internationalen Literatur erfolgt themenorientiert in einer Schriftenreihe des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes.

Zusammenfassende Bewertung: Die Ergebnisse tragen entscheidend zu einer bundeseinheitlichen Vorgehensweise bei Bewertungsfragen bei. So konnte die Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes insbesondere aufgrund der Daten des Umwelt-Surveys Referenzwerte für Blei im Blut, Cadmium im Blut und Urin, Quecksilber im Blut und Urin, PCP im Blut und Urin und PCB im Blut festlegen. Eine Teilstichprobe der Probanden sammelte ein 24h-Duplikat der verzehrfertigen Nahrung einschließlich der Getränke und führte ein dazugehöriges 24h-Protokoll über Art und Menge der verzehrten Nahrung. Wesentliches Ziel war es, durch die Analyse der Duplikate die Menge der zugeführten Schadstoffe zu bestimmen. Die Durchführung von Diet-History-Interviews an derselben Teilstichprobe lieferte darüber hinaus Daten zum Ernährungsverhalten in den zurückliegenden 4 Wochen und ermöglichte einen Vergleich der Aussagequalität von Ergebnissen verschiedener Ernährungserhebungsmethoden (24h-Protokoll, Diet-History-Interview, Food Frequency aus dem NUS-Fragebogen). Neben der Bereitstellung von Vergleichs- und Referenzwerten konnten mit den Daten der Umwelt-Surveys erstmalig auf repräsentativer Basis ein Rückgang von Belastungen für die Bevölkerung der alten Bundesländer quantifiziert bzw. die an kleineren Studien beobachteten Trends bestätigt werden. Hierzu gehören z.B. der Rückgang der Bleigehalte im Blut als Folge des Benzin-Blei-Gesetzes, der Rückgang der Cadmium-Belastung infolge der Auswirkungen emissionsmindernder Maßnahmen und der Klärschlammverordnung und der Rückgang der PCP-Belastung infolge industrieller Selbstbeschränkung und der PCP-Verbotsverordnung. Untersuchungen wie die

Umwelt-Surveys geben aber auch frühzeitig Hinweise auf einen tendenziellen Belastungsanstieg, der möglicherweise auf Substitutionsmaßnahmen zurückzuführen ist. Als ein Beispiel dafür kann die Erhöhung der Werte für Pyrethroide im Hausstaub angesehen werden, die von 1985/86 zu 1990/92 zu beobachten war.

Ferner wurden bei einigen Prozent der Bevölkerung deutlich erhöhte Schadstoffbelastungen beobachtet, so daß - falls die Belastungen einen dauerhaften Zustand darstellen - eine gesundheitliche Gefährdung nicht auszuschließen ist. Auf der Basis der Umweltsurveydaten ergab sich die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen zur Verminderung bestimmter Belastungen im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes, wie z.B.

- der Austausch von Bleirohren der Trinkwasserinstallation,
- die weitere Reduzierung der durch den Kfz-Verkehr bedingten Blei- und Benzolmission, der Ersatz noch bestehender Holz-/Kohleöfen-Heizungen in Ballungsgebieten durch schadstoffarme Heizsysteme,
- die weitere Reduzierung der Lösemittelanteile in Farben, Lacken, Klebern, Druckerzeugnissen,
- die Reduzierung des Umganges mit und die Kennzeichnung von biozidhaltigen Produkten
- die weitere Verringerung des Gebrauches von Amalgam in der Zahnmedizin, insbesondere bei Kindern.

Dieses Ergebnis spiegelt die Zeit bis 1992 wider. Zwischenzeitlich wurden entsprechende Maßnahmen eingeleitet. Beispielsweise ist seit 1997 in Deutschland nur noch bleifreies Benzin erhältlich (siehe Kapitel 3).

Hohe Expositionen am Arbeitsplatz gegenüber physikalischen und chemischen Noxen kommen erfreulicherweise immer seltener vor. Dennoch wurde der Arbeitsplatz, insbesondere bei einigen flüchtigen organischen Verbindungen, als wesentlicher Belastungsfaktor ermittelt, so daß auch hier Minimierungsmaßnahmen weiterhin angezeigt bleiben.

Neben den Minimierungsmöglichkeiten durch administrative Regelungen sind verstärkte Verbraucherrinformationen angezeigt, damit individuelle Verhaltensänderungen zur Expositionsminderung beitragen können. Wie die Ergebnisse der Umwelt-Surveys verdeutlichen, sind der Tabak- und Alkoholkonsum eine wesentliche Belastungsquelle. Aufklärungsarbeit ist aber auch erforderlich für im Haushalt verwendete Chemikalien und Produkte, wie z.B. Reinigungsmittel oder lösemittelhaltige Hobbymaterialien.

Für die **gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung** des Bundes bilden die Ergebnisse der Umwelt-Surveys zur korporalen Belastung und zum Schadstoffgehalt des Trinkwassers die derzeit wichtigste Grundlage. Ähnliches gilt auch für flüchtige organische Verbindungen im Innenraum und für die Hausstaubbelastung mit Schwermetallen und Bioziden. Aus Mangel an soliden repräsentativen Daten über die tatsächlich mit Trinkwasser und Nahrung aufgenommenen Schadstoffmengen mußten Risikoabschätzungen bisher konservativ vorsichtig vorgenommen werden. Die Daten des Umwelt-Surveys ermöglichen nun realistischere Angaben über Zufuhraten von einigen Schadstoffen und

Spurenelementen, die über die gesamte Nahrung bzw. getrennt über das Trinkwasser aufgenommen werden. Der Umwelt-Survey 1990/91 hat z.B. gezeigt, daß die Schadstoffzufuhr (As, Pb, Cd, Hg und Nitrat) über die verzehrsfertige Nahrung deutlich niedriger ist als bisher angenommen und deutlich unterhalb der von der WHO als tolerierbar empfohlenen PTWI- bzw. ADI-Werte liegt.

Ein nicht zu unterschätzender Wert der Umwelt-Surveys liegt auch in ihrer Aussagekraft hinsichtlich eines Vergleichs der Lebensbedingungen in den alten bzw. den neuen Bundesländern. Mit den Surveys 1990/91 und 1991/92 wurden frühzeitig nach der Wiedervereinigung die Grundlagen dafür geschaffen, daß die Entwicklung zu gleichen Verhältnissen in beiden Landesteilen weiter verfolgt werden kann. Mit den bereits jetzt vorliegenden Daten können die im Falle einiger Schwermetalle und von Lindan vermuteten höheren Belastungen der Bevölkerung der neuen Bundesländer quantifiziert werden, aber es zeigten sich im Vergleich dort auch niedrigere Belastungen, z.B. bei PCP.

Der Umwelt-Survey hat sich seit mehr als 10 Jahren als Forschungsvorhaben bewährt und sollte als Routineaufgabe fortgeführt werden. Durch Fortschreibung und Aktualisierung des Umwelt-Surveys in regelmäßigen Abständen im Rahmen der gesundheitsbezogenen Umweltforschung ergibt sich die Möglichkeit zu überprüfen, ob sich die aufgezeigten positiven, aber auch negativen Entwicklungen hinsichtlich der Belastung durch bestimmte Schadstoffe fortsetzen. Darüber hinaus besteht im Rahmen weiterer Erhebungen auch die Möglichkeit, weitere oder andere Stoffe in die Untersuchungen einzubeziehen, deren Umweltrelevanz erst in jüngster Zeit diskutiert wird, z. B. Platinverbindungen als Bestandteile von Abgaskatalysatoren in Kraftfahrzeugen und Clofibrinsäure bzw. Fenofibrinsäure als Rückstände von Tierarzneimitteln.

2.4.3.3 Spontanmeldesystem von Gesundheitsstörungen durch Chemikalien

In einer modernen Industriegesellschaft ist die Allgemeinbevölkerung im täglichen Leben, sowohl im Privatbereich als auch am Arbeitsplatz, einer großen Zahl von chemischen Stoffen ausgesetzt. Systematisch aufbereitete Erkenntnisse über unerwünschte Wirkungen von Chemikalien bzw. über Vergiftungsfälle sind als Ergänzung zu Tierexperimenten für die Beurteilung des Gesundheitsrisikos von besonderem Wert. Manchmal bietet sich durch eine derartige Datensammlung die Möglichkeit, einen Interspeziesvergleich in einem kleinen Ausschnitt der toxikologischen Prüfungsprozedur unter Einbeziehung von Beobachtungen am Menschen vorzunehmen. Das ist hilfreich, weil die Unsicherheit bei der Extrapolation von der experimentellen Prüfung auf den Menschen etwas gemildert werden kann. Durch Gesetz sind Ärzte seit 1990 verpflichtet, Fälle von Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Chemikalien („Vergiftungsfälle“) an eine zentrale Stelle melden, damit sie dort ausgewertet werden können. Für diese Aufgaben wurde seit Mitte 1992 im jetzigen Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin ein Fachgebiet eingerichtet. Meldepflichtig nach dem Chemikaliengesetz sind Erkrankungen und Verdachtsfälle von Erkrankungen durch chemische Stoffe und Produkte im Haushaltsbereich (z.B. Wasch-, Putz- und Reinigungsmittel, Hobby- und Heimwerkerartikel), Pflanzenschutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel, Holzschutzmittel, beruflich verwendete Chemikalien und gesundheitsschädigende Stoffe aus der Umwelt.

Zu den Datenbasen zur Abschätzung unerwünschter Wirkungen von Chemikalien gehören in Deutschland die gesetzlich vorgeschriebenen Mitteilungen von Vergiftungen nach § 16e, Abs. 2 ChemG und die dokumentierten Anfragen zu Vergiftungen in den Giftinformationszentren. In beiden Fällen handelt es sich um Spontanerfassungssysteme, die kein vollständiges Abbild des „Vergiftungsgeschehens in der Bundesrepublik Deutschland“ vermitteln können und damit auch keine Aussage zur Prävalenz oder Inzidenz von Vergiftungen ermöglichen. Ein solches System ist in der Lage, kostengünstig auf relevante Probleme aufmerksam zu machen. Schwerwiegende Gesundheitsstörungen durch einzelne Produkte oder Stoffe, wie z.B. durch Insektizide, Reinigungsmittel, Lampenöle, Geschirrspülmaschinenreiniger, Verdünnern, Klebstoffe, u.a. können frühzeitig erfaßt werden und rechtzeitig zum Vorschlag von Maßnahmen verwendet werden.

2.4.3.4 Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes

Die Umweltprobenbank des Bundes ist eine Daueraufgabe unter der Gesamtverantwortung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und der administrativen Koordination des Umweltbundesamtes. Die Bank für Human-Organproben dokumentiert innerhalb der Umweltprobenbank des Bundes die den Menschen direkt betreffenden Einflüsse. Diese Einflüsse werden sowohl in der Dokumentation der Lebensumstände als auch durch analytische Untersuchungen festgehalten und bewahrt. Alle anamnestischen Daten sowie Informationen zur Person und zur Probencharakterisierung der Human-Organproben, einschließlich der Analysenwerte, werden unter Gewährleistung der entsprechenden Datenschutzbestimmungen in der angegliederten Datenbank verwaltet.

Die Zielsetzung und Aufgaben der Bank für Human-Organproben der Umweltprobenbank des Bundes bestehen in der

- Gewinnung und Aufstellung von Durchschnittsbelastungswerten („Normwerten“) organischer und anorganischer Schad-/Fremdstoffe für den Menschen, die durch fortlaufende Analyse und Bewertung *Erfolgskontrollen* gesetzlich veranlaßter Verbots- und Beschränkungsmaßnahmen ermöglichen;
- Kontrolle (*Kurzzeit-Trendanalyse*) von organischen und anorganischen Schad-/Fremdstoffen, die in bestimmten Zeitabschnitten aus vergleichbaren Kollektiven erhalten wurden (Real-Time-Monitoring RTM);
- laufenden *Überwachung* der Konzentration gegenwärtig bekannter Schad-/Fremdstoffe sowie der Erstellung von Korrelationen zwischen Erkrankungshäufigkeit und Schad-/Fremdstoffkonzentrationen;
- *Auffindung und Bestimmung von Schad-/Fremdstoffen*, die für den Menschen relevant sind, jedoch zum Zeitpunkt der Probeneinlagerung noch nicht bekannt oder als solche auch durch mangelnde analytische Möglichkeiten nicht erkannt werden konnten;
- *Retrospektiven Überprüfung* früher gewonnener Ergebnisse mit neuerer Methodologie;
- Untersuchung von Faktoren eines weiterreichenden Umweltmonitoring-Programms, insbesondere von „verfügbaren“ Human-Organen (-Organteilen), die Art geeignet sind, zuverlässig die Umweltbelastungen mit Schadstoffen widerzuspiegeln;

- Möglichkeit der *Schwellendosis-Bestimmung bei Stoffen*, die nach langen Latenzperioden zu chronischen Erkrankungen und anderen Gesundheitsschädigungen führen.

Der Betrieb der Bank für Human-Organproben ist in der „Konzeption der Umweltprobenbank des Bundes“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 01.12.1993 verbindlich geregelt. So ist die Probenahme im Humanbereich nicht an die nach ökosystemaren Gesichtspunkten ausgewählten Probenahmegebiete der Bank für Umweltproben gebunden, da der moderne Mensch aufgrund seiner Mobilität, der wechselnden Bedingungen im Wohnumfeld und am Arbeitsplatz sowie der Nahrungsmittelverteilung und des -konsums kaum noch an definierte Ökosysteme gebunden ist. Jedoch ergibt sich durch die individuellen Wohnortwechsel eine weitgehend flächendeckende Repräsentanz mit einer bevorzugten Abdeckung ländlicher und industrieller Räume. Die Auswahlkriterien für die Human-Organproben entsprechen der Forderung, Stoffeinträge in den menschlichen Organismus und die wichtigen Prozesse der Toxikokinetik repräsentativ zu erfassen. An den Standorten Münster, Greifswald, Halle/Saale und Ulm werden jährlich von Lebenden Proben (Vollblut, Blutplasma, 24-h-Sammelurin, Speichel, Kopf- und Schamhaare) zur Trendfeststellung asserviert, analysiert und bei Temperaturen von -80°C bis -85°C veränderungsfrei eingelagert. Ergänzend erfolgt an den Standorten die Probenahme von Obduktionsmaterial (Leber, Nieren, Fettgewebe, Knochen, Blut) mit einer Probenahmefrequenz von 5 Jahren und einem Probenumfang von n=10 für jede Altersdekade.

Real-Time-Monitoring - RTM: RTM erfolgt durch die halbjährige zufällige Auswahl studentischer Kollektive von ca. 100 Probanden. Bei der RTM-Probenahme werden soziodemographische und expositionsrelevante Informationen der Probanden erfragt. Der Erhebungsbogen umfaßt sowohl Angaben zu persönlichen Daten und der Wohnumgebung (Industrie, Verkehrssituation) als auch Angaben zu Raucher- und Gesundheitsstatus, Benutzung kosmetischer Präparate und Einnahme von Medikamenten einschließlich oraler Kontrazeptiva bei Frauen. Darüber hinaus werden die Probanden zu einer möglichen Fremdstoffexposition und zu ihren Ernährungsgewohnheiten befragt. Die zu untersuchenden Stoffe repräsentieren Einzelstoffe oder Stoffgruppen, die entweder den physiologischen Grundzustand beschreiben oder denen eine gesundheitsgefährdende Wirkung zugeschrieben wird. So werden neben Spurenelementen und Chlorkohlenwasserstoffen in einigen Matrices auch physiologische Stoffe (z.B. Gesamteiweiß, Cholesterin) und sonstige Parameter (z.B. Hämatokritwert) bestimmt. Alle Schritte, von der Probenahme über den Probentransport, die Probenaufarbeitung und Analytik bis zur Langzeitlagerung, sind in Standardarbeitsanweisungen für alle Matrices verbindlich festgelegt.

Ausgewählte Ergebnisse (RTM): Seit Mitte der 80er Jahre (Aufnahme des Dauerbetriebs in Münster) wurde bei keinem der gemessenen Schadstoffe eine Zunahme der Belastung festgestellt. Einige Stoffe (z.B. Arsen, Cadmium und Quecksilber) blieben in ihren Konzentrationen nahezu unverändert, bei anderen (z.B. Blei, Hexachlorbenzol und Pentachlorphenol) war hingegen eine deutliche Belastungsminderung zu verzeichnen.

Parallel zum Rückgang des Verbrauchs an bleihaltigem Benzin nahm die **Bleikonzentration** in Human-Organproben seit Inkrafttreten des Benzin-Blei-Gesetzes 1984 kontinuierlich ab. Der mittlere

Bleigehalt im Vollblut der Probandenkollektive Münster sank von 1984 bis 1996 von über 80 µg/l um weit mehr als die Hälfte auf 28 µg/l. Beim West-Ost-Vergleich zwischen den Kollektiven Münster und Halle/Saale lassen sich für 1996 nur geringe Unterschiede feststellen, d.h. auch hier deutet sich - ähnlich wie bei den Umweltproben - ein allgemeiner Trend zur Angleichung der Bleikonzentrationen in den alten und neuen Ländern auf niedrigem Niveau an.

Die Verbote der schwer abbaubaren Chlorkohlenwasserstoffe **Hexachlorbenzol (HCB)** und **Pentachlorphenol (PCP)** bewirkten in den vergangenen Jahren eine deutliche Verringerung der Konzentrationen dieser Schadstoffe in den Human-Organproben. HCB wurde bis zu seinem Verbot im Jahre 1981 als Saatgutbeizmittel verwendet. Das HCB-Abbauprodukt PCP, dessen Herstellung, Inverkehrbringen und Anwendung seit 1989 verboten ist, wurde ebenfalls zur Schädlingsbekämpfung, aber vor allem auch als Holzschutzmittel sowie zur Textil- und Lederpflege eingesetzt. Im einzelnen verringerte sich der mittlere HCB-Gehalt im Blutplasma von 3,12 µg/l (1985) auf 0,48 µg/l (1996) und die mittlere PCP-Belastung, ebenfalls im Blutplasma, von 30 µg/l (1985) auf 6 µg/l (1996).

Weitere wissenschaftlich und praktisch bedeutsame Erkenntnisse zum vorbeugenden Gesundheitsschutz aus dem Betrieb der Bank für Human-Organproben: Auffällig sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Belastung der Human-Organproben. So wiesen die weiblichen Probanden seit 1985 einen niedrigeren Bleigehalt in Blut und Haaren auf als die männlichen. Weiterhin waren für die weiblichen Probanden im Mittel um 30% höhere HCB-Werte, dafür aber um 20 % niedrigere Konzentrationen an polychlorierten Biphenylen (PCB) zu verzeichnen. Im Ost-West-Vergleich waren noch 1990 in den Blutproben aus den neuen Bundesländern um rund 20% höhere HCB- und PCP-Konzentrationen meßbar. 1995 hingegen konnten bei vergleichenden Untersuchungen für die gemessenen Schadstoffe (Schwermetalle, PCP, HCB und PCB) keine Belastungsunterschiede mehr festgestellt werden.

Der Nachteil des derzeitigen Verfahrens der Humanprobenbank besteht darin, daß die Auswahl der Kollektive der jährlich durchgeführten Untersuchungen im Vergleich zum bisherigen Ansatz der Umwelt-Surveys weitaus weniger repräsentativ hinsichtlich der Abbildung der Gesamtbevölkerung ist. Eine mögliche höhere Repräsentativität stößt jedoch an die Grenzen der Finanzierbarkeit.

2.4.3.5 Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank

Die bisherigen Frauenmilch-Untersuchungen der Bundesländer werden in sehr unterschiedlichem Umfang und in sehr unterschiedlicher Art und Weise dokumentiert, so daß eine detaillierte und spezifische, länderübergreifende Auswertung des Gesamtdatenbestandes nur sehr eingeschränkt möglich ist. Gleiches trifft auf die Dioxinuntersuchungen in anderen Humanmatrices zu. In der gemeinsam von Bund und Ländern aufzubauenden Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank sollen zukünftig diese Untersuchungen zentral zusammengefaßt, systematisch und detailliert dokumentiert und einheitlich ausgewertet werden.

Mit dieser zentralen Datenbank wird ein Instrument erstellt, mit dem

- jederzeit ein Überblick über die Belastung der Bevölkerung in Deutschland mit relevanten Rückständen und Kontaminanten und deren zeitlichen Verlauf erhalten werden kann,
- die gesundheitliche Beurteilung der Rückstände in Frauenmilch und die Abschätzung der Exposition des gestillten Säuglings auf der Basis der aktuellen Belastungssituation möglich ist,
- Trends im Spektrum und in der langfristigen Entwicklung der Rückstandsbelastung der Frauenmilch untersucht werden können,
- die Relevanz regionaler, aber auch anderer expositionsabhängiger oder sonstiger Einflußgrößen auf Art und Höhe der Rückstandsbelastung untersucht und abgeschätzt werden kann. Notwendige Forschungsfelder können gegebenenfalls abgeleitet werden,
- die Wirksamkeit gesetzgeberischer Maßnahmen zur Senkung der Rückstandsbelastung des Menschen verfolgt werden kann,
- umsetzbare und wissenschaftlich hinreichend gesicherte Vorschläge und Empfehlungen erarbeitet werden können und somit eine Beratung der Bundesregierung und der Länder möglich ist.

Für die einheitliche, standardisierte Datenerhebung und -dokumentation wurde gemeinsam mit den Bundesländern ein Fragebogen erarbeitet, der die inhaltliche Basis der Datenbank darstellt. Die Übermittlung der Daten von den Bundesländern soll auf der Grundlage dieses Fragebogens erfolgen.

Erfaßt werden sollen: eine allgemeine Probencharakterisierung, Angaben zur Probenahme, zeitliche und regionale Angaben, personenbezogene Angaben, die die Rückstandskonzentrationen maßgeblich beeinflussen können, Daten zu möglichen persönlichen, beruflichen oder umfeldbedingten Expositionen, Charakterisierung der angewandten analytischen Meßmethodik, die Analysenergebnisse.

Frauenmilch bietet sich als besonders geeignetes Untersuchungsmaterial für lipophile und persistente Stoffe an, da es sich um eine fettreiche und leicht zugängliche Körperflüssigkeit handelt. Folgende Kontaminanten werden in der **Frauenmilch** z.Z. routinemäßig in den Untersuchungsämtern der Länder analysiert und sollen in der Datenbank gespeichert werden:

- *Organochlorpestizide*: α -HCH, β -HCH, γ -HCH, HCB, Dieldrin, cis-Heptachlorepoxyd, DDT und seine Metabolite
- *PCB*: sowohl die 6 Indikator-kongeneren als auch weitere Kongeneren
- *synthetische Duftstoffe*: die Nitromoschusverbindungen Moschusxylol und Moschusketon sowie die teilweise gemessenen polycyclischen Moschusverbindungen Galaxolide, Tonalide und Celestolide. Bei sich abzeichnenden Veränderungen des Rückstandsspektrums in der Frauenmilch ist diese in der Datenbank gespeicherte Substanzaalette zu aktualisieren.
- *Dioxine*.

Eine enge Verknüpfung besteht mit der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder. Diese Datenbank wird beim Umweltbundesamt mit dem Ziel aufgebaut, die für die verschiedenen Umweltkompartimente, wie Boden, Wasser, Luft, Biota sowie für Abfälle, Wertstoffe, Reststoffe, vorliegenden Datenbestände systematisch zu strukturieren und für eine gemeinsame sowie medienübergreifende Bewertung aufzubereiten. Zum Zwecke des Datenaustausches schlossen Bund und Länder eine Ver-

waltungsvereinbarung (Anhang II.3 der Verwaltungsvereinbarung zum Datenaustausch im Umweltbereich) ab, die unter anderem auch die datenschutzrechtlichen Fragen regelt. Um auch die Auswirkungen umweltbedingter Dioxinkonzentrationen auf die Belastung des Menschen genauer untersuchen zu können, ist eine Schnittstelle zwischen der Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank und der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder vorgesehen, die einen Datenaustausch unter Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen zuläßt. Diese enge Verknüpfung der Daten zur Dioxin-Belastung des Menschen mit den gemessenen Konzentrationen in der Umwelt ist Voraussetzung dafür, mögliche Ursache-Wirkungs-Beziehungen näher zu identifizieren und die Ergebnisse einer Bewertung zugrunde zu legen. Die für derartige Ursachenforschungen notwendigen Hintergrundinformationen werden als Begleitinformationen zu den Meßprogrammen in den Fragebögen dokumentiert, die für den Human- wie Umweltbereich kompatibel gestaltet sind. Somit sind die Voraussetzungen zur gegenseitigen Einbindung und integrierten Bewertung der beim Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin und beim Umweltbundesamt vorliegenden Daten gegeben. Darüber hinaus sollen auf der Basis der in der Frauenmilch- und Dioxin-Datenbank zu speichernden Daten Beiträge für die Gesundheitsberichterstattung und die Umweltberichterstattung (Daten zur Umwelt) erstellt werden und durch ein Zusammenwirken mit der Kommission Human-Biomonitoring die Ableitung von Referenzwerten für Rückstände in Frauenmilch ermöglicht werden.

Der Nachteil des derzeitigen Verfahrens der Frauenmilch- und Dioxin-Datenbank besteht darin, daß die Auswahl der Proben in den Ländern uneinheitlich je nach aktuellem Bedarf (Belastungsschwerpunkte) erfolgt. Eine Repräsentativität der Daten ist nicht gegeben.

2.4.4 Beispiele umweltepidemiologischer Studien in Deutschland

Im wesentlichen können bei den in Deutschland durchgeführten umweltepidemiologischen Studien folgende Typen unterschieden werden:

- Studien zur Abschätzung der internen Exposition: Biomonitoring-Projekte (Expositionsstudien)
- „Ökologische Studien“ (regional-vergleichende Studien mit aggregierten Daten)
- Umweltepidemiologische Querschnitt- und Längsschnittuntersuchungen unter Einbeziehung von Expositions- und Effektgrößen:
 - Umwelt- und Gesundheitssurveys;
 - Wirkungskataster-Untersuchungen,
 - Sentinelprojekte etc.
- Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien
- Zeitreihenanalysen.

Zum Teil sind mehrere methodische Ansätze zu einem komplexeren Studiendesign verbunden. Im folgenden werden in einer exemplarischen Auswahl die in den letzten Jahren in Deutschland durchgeführten umweltepidemiologischen Studien dargestellt.

2.4.4.1 Monitoringprojekte, Surveys, Surveillance- und Sentinel-Projekte, Wirkungskataster- Untersuchungen

Falls Anhaltspunkte für eine gesundheitsgefährdende Exposition von Bevölkerungsteilen bestehen, kann durch ein „Human-Biomonitoring“ die interne (intrakorporale) Schadstoffbelastung bei den betroffenen Personen untersucht und mit Referenzwerten oder den bei Kontrollgruppen ermittelten Meßergebnissen verglichen werden. Im weiteren Sinne lassen sich derartige bevölkerungsbezogene Monitoringprojekte der Umweltepidemiologie zurechnen, obwohl bei diesem Untersuchungsansatz meist kein direkter Bezug zu Gesundheitsstörungen oder Krankheiten hergestellt wird. Neben den reinen Expositionsbiomonitoring-Projekten liegen auch kombinierte Studien vor, in denen neben der Schadstoffbelastung auch Gesundheits-/Krankheitsparameter erfaßt wurden (s. unten). Oft lassen sich dabei jedoch die gesundheitlichen Variablen aber mit den festgestellten internen Schadstoffbelastungen nicht in einen gesicherten statistischen Zusammenhang bringen.

Neben den Umwelt- und Gesundheitssurveys (s. oben) wurden weitere Studien durchgeführt, die stärker auf spezifische Fragestellungen orientiert sind, u.a.:

- Blutblei-Studien (oft in Verbindung mit einer Altlastproblematik, s. unten)
- Belastung durch Tetrachlorethen (Perchlorethylen) im Bereich von chemischen Reinigungen
- Belastung durch Holzschutzmittel-Inhaltsstoffe, wie Pentachlorphenol und Lindan
- Exposition gegenüber Pyrethroiden in Wohnungen
- Polychlorierte Biphenyle in der Raumluft von Kindergärten/Schulen (Fugendichtungsmasse)
- Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und -furane (PCDD/F) aus Verbrennungsprozessen
- Belastung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)
- Exposition durch das Harnstoff-Herbizid Isoproturon (Chemie-Unfall)
- Biomonitoring im Bereich von Altlasten (s. unten).

Beobachtungsgesundheitsämter: Exemplarisch sei hier auf das 1992-95 durchgeführte Pilotprojekt *Beobachtungsgesundheitsämter des Landes Baden-Württemberg* hingewiesen. In drei Gebieten mit unterschiedlicher Immissionsbelastung und Regionalstruktur wurden in wiederholten Querschnittserhebungen (1992/93, 1993/94, 1994/95) Kinder des 4. Schuljahrganges untersucht. Neben der Bestimmung von Schwermetallen und einigen organischen Parametern in Blut und Urin, wurden Beschwerden und Erkrankungen der Atemwege sowie allergische Symptome erfaßt und Lungenfunktionstests, wie auch Allergietests durchgeführt. Inzwischen sind vier Gesundheitsämter (Mannheim, Offenburg, Ravensburg, Stuttgart) als ständige Beobachtungsgesundheitsämter etabliert. Die weiteren Ergebnisse sind abzuwarten.

Beobachtungspraxen: Die ärztliche Primärversorgung ist eine wichtige Datenquelle für die Epidemiologie (s. Kap. 2.4.1.7), Gesundheitssystemforschung und Gesundheitsberichterstattung. Immerhin suchen 90 % der Bevölkerung mindestens einmal pro Jahr einen niedergelassenen Arzt auf. Um das dabei anfallende Erkenntnispotential für Fragestellungen zu Umwelt und Gesundheit zu nutzen,

wurden verschiedene Beobachtungspraxenprojekte (Sentinels, s. oben) und die zugehörigen Melde-netze etabliert, wie z.B. der „Modellversuch zur Einrichtung und Erprobung regionaler Beobach-tungspraxen zur Erhebung umweltbezogener Gesundheitsstörungen - MORBUS“ in Niedersachsen.

2.4.4.2 Regionale Vergleiche (Ost-West)

In einer vergleichenden Untersuchung an neun- bis elfjährigen Kindern aus Halle, Leipzig und Mün-chen wurde eine allergische Sensibilisierung deutlich seltener bei den ostdeutschen Kindern festge-stellt (18,2 % gegenüber 36,7 % im Westen), ähnlich verhielt es sich bei der Heuschnupfenprävalenz (2,7 % zu 8,6 %) und der Asthmaprävalenz (3,9 % zu 5,9 %). Die Ergebnisse sind statistisch hochsig-nifikant; ein überempfindliches Atemwegssystem war ebenfalls in München häufiger nachweisbar. Die Ost-West-Unterschiede beruhen offenbar nicht auf einer abweichenden Symptomwahrnehmung oder Diagnosestellung, sondern sind durch objektive Untersuchungsverfahren (Lungenfunktions-prüfungen mit Provokationstests, Hautpricktests, spezifische IgE-Bestimmungen) zu belegen. In den Hauttests waren die Sensibilisierungsreaktionen jedoch nicht regionalspezifischen Allergenen zuzu-ordnen. Die Tests zeigten generell eine häufigere Sensibilisierung in den alten Bundesländern an.

Im Rahmen einer Schulanfängerstudie werden seit 1991 Änderungen der Luftbelastung und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit von sechsjährigen Kindern in Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Sachsen verglichen. Bis 1995 nahmen etwa 19.000 Kinder an einer Fragebogenerhebung teil. 1214 Kinder unterzogen sich einer immunologischen Blutuntersuchung, 1.433 einem Haut-Prick-Test. Schadstoffbelastungen durch SO₂, Staub und Blei sowie zehn typische Merkmale aus unter-schiedlichen Lebensbereiche wurden einbezogen, z. B. der bauliche Zustand und die Größe der Woh-nungen, die Wohnungsbelegung, die Ausstattung der Räume, die Tierhaltung und das Rauchen in der Schwangerschaft. Die Abnahme der Schadstoffbelastung in Sachsen-Anhalt von 1991 bis 1995 geht mit einer positiven Auswirkung auf die Atemwegsgesundheit einher, wobei allerdings kein Rückgang der Sensibilisierungen und Allergien erkennbar war. Die Allergieprävalenz lag 1991 und 1995 in NRW höher als in den östlichen Untersuchungsregionen.

Geburtskohorten-Analysen auf der Datengrundlage der Nationalen Gesundheitssurveys und der vor-stehend genannten epidemiologischen Studie haben außerdem ergeben, daß die Allergieprävalenz bis zu Beginn der 60er Jahre in Ost- und Westdeutschland anscheinend auf ähnlichem Niveau lag. Eine Hypothese zur Erklärung der später auftretenden deutschen Ost-West-Unterschiede in der Allergie-häufigkeit weist vor allem auf die unterschiedliche Lebensweise mit intensiverem Allergenkontakt und besser isolierten Wohnungen in den alten Ländern sowie auf eine mögliche Stimulation des kindlichen Immunsystems durch eine höhere Infektionshäufigkeit in ostdeutschen Kinderkrippen hin (s. auch Kap. 2.1.3 „Allergien“).

Entsprechend der hohen SO₂- und Schwebstaub-Belastungen in Wohngebieten der ehemaligen DDR traten dort bronchitische Beschwerden und Erkrankungen – im Gegensatz zu den Allergien – deutlich häufiger als in westdeutschen Vergleichsregionen auf. Weitere Ost-West-Vergleiche wurden im Rahmen des Umwelt-Surveys durchgeführt (s. Biomonitoring-Projekte).

2.4.4.3 Untersuchungen im Zusammenhang mit Wirkungskatastern der Luftreinhaltepläne

Kohortenstudie zu Atemwegserkrankungen und zur Lungenfunktion bei Schulkindern in Südwestdeutschland: 1977, 1979 und 1985 wurde der Gesundheitszustand von mehr als 8000 acht- bis sechzehnjährigen Schulkindern aus Südwestdeutschland im Hinblick auf einen Zusammenhang zwischen Luftschadstoffbelastungen und Atemwegserkrankungen untersucht. Es wurden insgesamt 11 respiratorische und asthmatische Symptome und zwei Punktsysteme (mit denen sich die Neigung zu Atemwegsinfekten und asthmatischen Erkrankungen darstellen läßt) analysiert. Der Vergleich zwischen Mannheim und dem Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald ergab deutlich erhöhte relative Risiken für respiratorische Symptome in Mannheim, die bei den achtjährigen Kindern am stärksten ausgeprägt waren. Das räumliche und zeitliche Muster der Effekte entsprach demjenigen der SO₂-Konzentration, wobei SO₂ als Indikator für die Außenluftbelastung durch Kraftwerke, Industrie und Hausbrand interpretiert wurde. Außerdem wurde untersucht, ob sich die erhöhten Symptom-Prävalenzen in Mannheim durch eine kleinräumige Betrachtung innerhalb des Stadtgebietes weiter differenzieren lassen. Dies ist weder in Bezug auf die verkehrsabhängigen Belastungsdaten, noch bezüglich der SO₂-Immissionsbelastung oder der Ozonbelastung gelungen (Schadstoffdaten auf Straßenabschnittsebene und Quadratkilometerraster; jedoch nur für den letzten Studiendurchgang verfügbar). Die Schadstoffbelastung der acht- bis zehnjährigen Kinder, die als besonders empfindlich gelten, ist dabei nicht erfaßt worden. Dies erklärt möglicherweise die negativen Ergebnisse.

Münchener Verkehrsstudie 1989/90: In der 1989/90 in München durchgeführten Studie an ca. 4.500 neun- bis elfjährigen Schulkindern wurde der Einfluß des Verkehrsaufkommens im Schulbezirk auf die Atemwegsgesundheit untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, daß in Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen drei von sechs untersuchten Lungenfunktionsparametern signifikant niedriger und drei von zehn Krankheitssymptomen (Erkältung am Tag der Untersuchung, häufig pfeifender Atem, häufige Atemnot) signifikant häufiger waren als in geringer befahrenen Gebieten.

Wirkungskataster-Untersuchung, Nordrhein-Westfalen 1989/90: In einem 1989/90 in Duisburg durchgeführten Teilprojekt zeigte ein Schadstoffindex aus NO₂, Benzol und Toluol nur einen schwachen Zusammenhang mit der Reagibilität der Atemwege (gemessen an mehreren spirometrischen Parametern) bei etwa 300 zehnjährigen Kindern. Beim Asthma war ein leicht erhöhtes relatives Risiko vorhanden. Bei etwa 3.400 sechsjährigen Kindern aus dem Ruhrgebiet konnten 1990 keine Zusammenhänge zwischen kleinräumiger SO₂-Belastung sowie der Staubbelastung und Atemwegserkrankungen oder Allergien festgestellt werden. Allerdings waren fast alle untersuchten Atemwegserkrankungen bei Kindern aus Wohngebieten mit hoher Verkehrsimmisionsbelastung häufiger. Außerdem bleibt festzuhalten, daß die individuelle Expositionszuordnung in derartigen Studien mit großen Unsicherheiten behaftet ist, so daß kleinere Risiken mit solchen Studienansätzen kaum nachgewiesen werden können. Schließlich erheben sich Zweifel an der Auswahl der Expositionsindikatoren (z. B. Vernachlässigung ultrafeiner Partikel).

Die Berliner Verkehrslärmstudie: Die in Berlin durchgeführte Verkehrslärmstudie war eine bevölkerungsbezogene Fall-Kontroll-Studie. Probanden waren Männer zwischen 31 und 70 Jahren. Über

den Zeitraum eines Jahres wurden in 17 größeren Krankenhäusern des damaligen West-Berlin alle Überlebenden eines akuten Herzinfarkts erfaßt. In die Untersuchung einbezogen wurden 645 deutsche Infarktpatienten, die den Einschlußkriterien (ICD 410) genügten, seit mindestens 15 Jahren in Berlin lebten und einer Befragung zustimmten. Die Teilnahmequote betrug 91 %. Ca. 10 % aller nicht letal verlaufenen Herzinfarktfälle auf Intensivstationen (Grundpopulation) konnten nicht identifiziert werden. Die Studie war annähernd repräsentativ, d.h. das Kontrollkollektiv war eine 1 % - Zufallsstichprobe von West-Berliner Männern, die aus dem Einwohnermelderegister gezogen wurden und die dieselbe Altersverteilung wie die Infarktpatienten hatten. Von den insgesamt erfaßten Männern nahmen 64 % an einer schriftlichen Befragung teil, 3390 Männer genügten den Einschlußkriterien, d.h. für sie konnte die Verkehrslärmexposition der letzten 15 Jahre ermittelt werden. Zur Berücksichtigung von Wohnungswechseln wurde retrospektiv der Lärmpegel verschiedener Wohnadressen (gewichtet nach der Wohndauer) gemittelt, um eine mittlere Lärmexposition für 15 Jahre zu erhalten. Daneben wurde auch die Untergruppe berücksichtigt, die während 15 Jahren nicht umgezogen war (etwa 60 %). Zur Kontrolle möglicher Störvariablen wurden Alter, Sozialstatus, Arbeitsstatus, Rauchen, relatives Körpergewicht, Familienstatus, Arbeitsrhythmus und Wohngegend (innere bzw. äußere Stadtbezirke) erfaßt. In Berlin begann der verkehrslärmbedingte Anstieg der Herzinfarktinzidenzen bei mittleren Außenpegeln am Tage von 71-75 dB(A) mit 10 % und erreichte 50 % bei 76-80 dB(A). Betrachtet man lediglich die Untergruppe der Personen ohne Wohnungswechsel innerhalb der vorangegangenen 15 Jahre ergab sich ein Anstieg der Inzidenz von 20 % bei 71-75 dB(A) und von 70 % bei 76-80 dB(A). Eine Kombination dieser beiden Lärmkategorien ergab einen Anstieg der Herzinfarktinzidenzen von 30 % bei Straßenverkehrslärmpegeln (außen) von mehr als 70 dB(A). Dieses Ergebnis war grenzwertig signifikant ($p < 0.1$). Der verkehrslärmbedingte Anstieg der Herzinfarktinzidenzen begann in Berlin bei 5 dB höheren Pegeln als in vergleichbaren Studien in Großbritannien. Dies erklärt sich wahrscheinlich aus der Doppelfensterbauweise in Berlin, die eine im Mittel um 5 dB bessere Schallisolierung gegenüber der Einzelverglasung bewirkt.

Luftverunreinigung und Lungenkrebsrisiko: Die 1984-88 in der damaligen Bundesrepublik Deutschland durchgeführte regional vergleichende Analyse der Lungenkrebsmortalität sowie eine in Norddeutschland und Nordrhein-Westfalen durchgeführte Fall-Kontroll-Studie haben als entscheidenden Risikofaktor für den Lungenkrebs das Rauchen und mit deutlichem Abstand den „Beruf“ identifiziert.

In einer ebenfalls auf Aggregatdatenniveau basierenden Studie wurden Umweltbelastungsdaten (insbesondere Immissionsdaten) mit den Krebsregisterdaten des Saarländischen Krebsregisters zusammengeführt. Erhöhter „Umweltstreß“ war mit erhöhten Krebsinzidenzen assoziiert. In analytisch-epidemiologischen Studien konnte dieser Befund bisher wegen des damit verbundenen methodischen Aufwandes und der unsicheren Erfolgsaussichten nicht geprüft werden (Problem kleiner Risiken).

Eine Abschätzung des Krebsrisikos durch Schadstoffe in der Außenluft für das Gebiet der Bundesrepublik vor 1990 (LAI 1989) ergibt rechnerisch für 100 000 lebenslang in einem Ballungsgebiet lebende Personen ca. 80 zusätzliche Lungenkrebstodesfälle im Beobachtungszeitraum von 70 Jahren, während für ländliche Regionen durchschnittlich 15 zusätzliche Lungenkrebstodesfälle geschätzt werden. Die im wesentlichen verkehrsbedingten Immissionen von Dieselruß, PAH und Benzol liefern

mit einem Risikoanteil von etwa 75 % einen entscheidenden Beitrag (zumal Arsen und Cadmium eher überschätzt sein dürften). Solche Krebsrisiken lassen sich bei der hohen Prävalenz von Krebs überhaupt nur mit sehr aufwendigen, z.T. methodisch-technisch nicht mehr durchführbaren Studien nachweisen (s.a.2.1.2).

2.4.4.4 Untersuchungen zur Altlasten-Problematik

Ausgewählte Studien:

Hamburg, Bille-Siedlung/Moorfleet. Hierbei handelt es sich um ein bewohntes Altlastgebiet. Seit 1985 wurden mehrfach Untersuchungen (unter anderem Messungen der Arsen- und Schwermetallkonzentrationen in Bodenproben, Bestimmungen des Boden-Pflanzen-Transfers, Messungen der PCDD/F-Konzentrationen in Bodenproben) sowie toxikologische Begutachtungen und Analysen der Krebsmortalitätsdaten durchgeführt. Auf der Basis dieser Untersuchungen und insbesondere aufgrund einer erhöhten PCDD/F-Bodenbelastung wurde die Durchführung einer systematischen umweltmedizinisch-epidemiologischen Studie beschlossen. In der Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft vom 29.01.91 heißt es: „Die Durchführung der umweltepidemiologischen Untersuchung zielt darauf ab zu klären, ob und in welchem Umfang es durch die vorliegende Bodenbelastung zu einer erhöhten Schadstoffbelastung des Organismus gekommen ist und welche gesundheitlichen Auswirkungen hiermit verknüpft sind.“ In die Untersuchung wurden auch ehemalige Bille-Siedler einbezogen, ebenso zwei Vergleichsgruppen. Insgesamt nahmen über 1.000 Erwachsene und Kinder an den Untersuchungen teil (Beteiligungsrate ca. 70 %). Die Planung, Durchführung und Auswertung der Studie erfolgte in enger Abstimmung mit den Betroffenen. Die Teilnehmer wurden im Hinblick auf mögliche Belastungsquellen und -pfade sowie bezüglich der wesentlichen Confounder befragt, fachärztlich untersucht, und die korporalen Schadstoffbelastungen (Arsen, Cadmium, Quecksilber, Blei, Dioxine und Furane) wurde bestimmt. Die PCDD/F-Blutfettkonzentrationen lagen bei Kindern wie bei Erwachsenen aus der Bille-Siedlung in dem allgemein üblichen Bereich. Als besonders relevanter Belastungspfad wurde jedoch der Verzehr von Eiern aus eigener Hühnerhaltung erkannt. In solchen Fällen wurden deutlich höhere Dioxinbelastungen im Blutfett nachgewiesen. Der Vergleich der Schwermetallbelastung in Blut und Urin mit Bodenmeßwerten ergibt keinen Hinweis auf einen diesbezüglich relevanten Expositionspfad, obwohl in Einzelfällen erhöhte Belastungen über den Nahrungspfad gesehen wurden. Frühere Anbau- und Verzehrsempfehlungen für bodennah wachsende Pflanzen, Geflügel, Eier und Kleintiere wurden daher beibehalten. Die Studie gehört zu den umfassendsten und gründlichsten Untersuchungen zur Frage der gesundheitlichen Belastung von Bewohnern durch Bodenkontaminationen.

Nordenham (Unterweser). Im Frühjahr 1972 verendeten über 100 Rinder nach einem Weideauftrieb im Umfeld der örtlichen Bleihütte infolge einer akuten Bleiintoxikation. Die Bleihütte war seinerzeit bereits seit über 70 Jahren in Betrieb. In der Folge des o. g. Ereignisses fanden umfangreiche Immissionsuntersuchungen, Schwermetallbestimmungen in pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln, wie auch Blutbleibestimmungen und Untersuchungen des Gesundheitszustandes seitens des Bundesge-

sundheitsamtes statt (Vergleichsgruppen aus Brake und Helgoland). Kinder aus hüttennah gelegenen Wohnvierteln wiesen dabei deutlich erhöhte Blutbleigehalte, eine erniedrigte Aktivität der Delta-Aminolävulinsäure-Dehydratase und erhöhte Werte von freiem Erythrozytenprotoporphyrin als Zeichen für dezente Wirkungen der chronischen Bleibelastung auf. Außerdem wurden Schulkinder 1982 und 1985 auf neurotoxische Bleiwirkungen untersucht. Es ergaben sich signifikante Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß der internen Bleibelastung und Störungen des Reaktionsverhaltens.

Stolberg (bei Aachen). Mitte der 60er Jahre wurde in der Umgebung Stolbergs bei Rindern die sog. „Gressenicher Krankheit“ beobachtet, die mit einer erhöhten Sterblichkeit einherging. Ursache war offenbar eine beträchtliche Bleiaufnahme durch kontaminiertes Futter. In der Region wurden seit der Römerzeit Blei- und Zinkerze abgebaut und Metallverhüttung betrieben. Zahlreiche Metallhütten und Metallwerke waren bis in die letzten Jahrzehnte hinein in Betrieb (seit den 80er Jahren gilt eine große Primärbleihütte als Hauptemittent). Schwermetallemitternde Halden trugen erheblich zum Staub- und damit zum Schwermetallniederschlag bei. So lag Anfang der 70er Jahre der Bleiniederschlag in diesem Gebiet fast 10fach über dem der anderen industriellen Ballungsgebiete. Böden, Futtermittel und Nahrungspflanzen waren erheblich belastet. Ab 1974 griffen jedoch emissionsmindernde Maßnahmen. Von 1973 bis 1989 wurden wiederholt Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Kindern, teilweise auch bei Jugendlichen und Erwachsenen, durchgeführt (Blei- und Cadmiumgehalte in Blut und Urin sowie Bleigehalten in Milchschnidezähnen). Im Hüttennahbereich bis zu einer Entfernung von ca. 1,5 km sowie im Haldenumfeld waren deutlich erhöhte Bleibelastungen nachweisbar (teilweise über 30 µg/dl Blut); erhöhte Cadmiumbelastungen ließen sich nicht feststellen. Die bleikontaminierte Halde einer vor 60 Jahren stillgelegten Zinkhütte wurde von anwohnenden Kindern als Spielgelände genutzt, außerdem wurde regelmäßig Haldenmaterial zum Teil unter erheblicher Staubentwicklung abtransportiert. Die betroffenen Kinder wiesen Blutbleispiegel bis zu 88 µg/dl auf. Kinder von beruflich schwermetallexponierten Vätern wiesen höhere Blei- und Cadmiumgehalte in Blut und Urin auf. Neuropsychologische Untersuchungen an 115 Schulkindern ergaben eine Korrelation zwischen Zahnbleigehalt und bestimmten testpsychologischen Parametern; bleibedingte Intelligenzdefizite konnten nicht festgestellt werden. Im Laufe der Jahre nahmen bei den Stolberger Kindern die Blutkonzentrationen von Blei und Cadmium deutlich ab; die Werte waren 1989 im Vergleich zu Kindern aus weniger belasteten Gebieten jedoch noch immer deutlich erhöht.

„Kieselrot“. Ausgangspunkt einer Dioxinkontamination war eine zwischen 1937 und 1945 in Marsberg (Westfalen) betriebene Kupferhütte. Die rötlich-braunen Laugenrückstände wurden auf einer benachbarten Reststoffhalde abgelagert. Eine ortsansässige Firma hatte bis Ende der 60er Jahre schätzungsweise 400.000 bis 800.000 Tonnen dieses Materials unter der Handelsbezeichnung „Marsberger-Kieselrot“ vermarktet. Es diente als Deckschicht für Sportplätze, Spielplätze und Gehwege. „Kieselrot“ wurde auf über tausend Sportplätzen verarbeitet (Tennenbeläge), besonders in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Hessen und Bremen. Die hohen PCDD/F-Gehalte der Kieselrotbeläge fielen zuerst in Bremen auf. In der Folge wurden 56 Marsberger Bürger, die offenbar besonders exponiert waren, hinsichtlich der PCDD/F-Konzentrationen im Blutfett, der korporalen Schwermetallbelastung und des Gesundheitszustandes untersucht, desgleichen eine ebenso große Vergleichsgruppe aus dem Kreis Steinfurt. Besondere Belastungen und Beanspruchungen konnten bei den „Kieselrot“-Exponierten nicht festgestellt werden. In einer weiteren Studie wurde untersucht, ob Personen,

die sich auf Kieselrot-Tennenflächen körperlich betätigten oder sich als Anwohner im Umfeld aufhielten, erhöhte PCDD/F-Gehalte im Blutfett aufwiesen. Auch hierbei konnte keine besondere Belastung festgestellt werden. In-vitro-Resorptionsverfügbarkeitsstudien mit Kieselrot (Simulation der Ingestion) ergaben nur geringe resorptionsverfügbare PCDD/F-Anteile (kleiner 2 %); durch Aufnahme über die Haut dürften ähnlich geringe Anteile in den Blutkreislauf gelangen.

Braubach (Rhein-Lahn-Kreis). Hier gab es eine mehr als hundertjährige Bleiverhüttung und -aufbereitung. Eine 1980 durchgeführte Untersuchung an Schulkindern und Erwachsenen ergab insbesondere bei den Kindern im Umfeld der Blei- und Silberhütte Braubach erhöhte Blutbleispiegel. Spätere Untersuchungen in den Jahren 1983 und 1990 (nach erfolgter Sanierung) ergaben deutlich niedrigere Werte, wobei Bewohner aus den belasteten Ortsteilen jedoch immer noch höhere Werte als Bewohner der nicht belasteten Ortsteile aufwiesen; Beanspruchungsparameter waren nicht auffällig verändert.

Rastatt (Metalle, PCDD/F). Aufgrund der Emissionen einer im Industriegebiet von Rastatt (Baden-Württemberg) gelegenen Metallhütte wurden 1981 und 1984 der Bevölkerung Blutblei- (und Cadmium-) Bestimmungen angeboten. Bei den 522 untersuchten Personen ließ sich keine „allgemeine Gefährdung“ nachweisen. Die Hütte stellte 1986 den Betrieb ein. Nachuntersuchungen bei einigen höher belasteten Kindern (aus einer Familie!) lassen sich aufgrund der geringen Fallzahl und angesichts zahlreicher Covarianten wohl kaum im Sinne eines emittentenbezogenen Belastungsrückgangs interpretieren.

Die Metallhütte verursachte aufgrund des pyrolytischen Verfahrens der Metallrückgewinnung eine PCDD/F-Kontamination des Betriebsgeländes und -umfeldes (besonders im Umkreis von 500 m). Neben dem Erdreich waren vor allem die Stäube von Dachböden des angrenzenden Wohngebietes kontaminiert. Parallel zu den sofort eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen wurden 450 Personen umweltmedizinisch untersucht und bei einer 222 Personen umfassenden Unterstichprobe PCDD/F-Gehalte im Blutfett bestimmt. Ein Zusammenhang zwischen Immissionssituation, Expositionsdauer, den PCDD/F-Konzentrationen im Blutfett und klinischen oder laborchemischen Parametern war nicht erkennbar. Die Untersucher schlossen aus ihren Ergebnissen, daß partikelgebundene Dioxine und Furane nur zu einer sehr geringen Belastung des Menschen führen.

2.5 Informations- und Kommunikationssysteme

Im 1994 publizierten gesundheitspolitischen Programm der deutschen Ärzteschaft wurde neben der Aufforderung zur interdisziplinären Zusammenarbeit bei umweltmedizinischen Problemen auch angeführt, daß für eine kompetente umweltmedizinische Betreuung die Einrichtung elektronischer Kommunikationssysteme zum Abfragen von Expertenwissen und zur umweltmedizinischen Gesundheitsberichterstattung notwendig ist. Häufig liegen die zu beurteilenden Fragestellungen in Bereichen, die nicht in den gängigen medizinischen oder toxikologischen Lehrbüchern, Nachschlagewerken etc. zu finden sind.

In dem sich abzeichnenden Wandel zur Informationsgesellschaft ist ein weiteres Problem darin zu sehen, daß zahlreiche Bürger/Patienten insbesondere im Bereich „Umwelt und Gesundheit“ durch die Massenmedien in einem teilweise hohen Ausmaß mit Fehlinformationen, wissenschaftlich nicht nachvollziehbaren Behauptungen über Kausalzusammenhänge oder extrem einseitigen Risikobeurteilungen konfrontiert werden. Die Verantwortung der in der Umweltmedizin tätigen Ärzte, Naturwissenschaftler, Verwaltungsbeamten, Ministerien und sonstigen Behörden bei der Informationsbeschaffung und Informationsvermittlung im Sinne einer fundierten Risikokommunikation ist folglich sehr groß.

Nachfolgend werden wichtige Datenbanken und elektronische Informations- und Kommunikationssysteme aufgeführt, um die Orientierung zu erleichtern.

2.5.1 Datenbanken

Der Zugriff auf Datenbanken erfolgt in der Regel über einen Nutzungsvertrag mit einem entsprechenden Datenbankanbieter (=Host). Zu den großen Hosts in der Bundesrepublik zählen Data-Star (Frankfurt/M.), DIALOG (Bielefeld), DIMDI (Köln) und STN International (Karlsruhe).

Als Kosten fallen für den Nutzer neben den Grundgebühren für den Nutzungsvertrag und den reinen Betriebszeitkosten für den Host-Rechner insbesondere die über den Host an den Datenbankhersteller abzuführenden Gelder für das Lesen und/oder Ausdrucken der gesuchten Informationen (Zitat-Gebühren) an.

Bei Datenbanken (Tabellen 4 und 5) können prinzipiell mehrere Typen unterschieden werden in:

- *Bibliographische Datenbanken* enthalten neben typischen Angaben wie Autor, Titel, Quelle, Jahr, etc. normalerweise auch mehrere Schlagworte und meist eine inhaltliche Kurzbeschreibung (Abstract) von Zeitschriftenartikeln, Monographien, Reports, Konferenzbeiträgen und Dissertationen (z.B.: MEDLINE, EMBASE etc.).
- *Faktendatenbanken* enthalten in einem einzigen „Dokument“ die gesammelten Informationen z.B. zu einer chemischen Substanz (Hersteller, Grenzwerte, LD₅₀ etc.). Der Ursprung der Daten wird dokumentiert. Die Datenbankhersteller verweisen normalerweise in einem Vorspann der Datenbank auf die mehr oder weniger große Zuverlässigkeit der Daten (z.B.: HSDB, ECDIN, CCRIS, etc.).
- *Volltextdatenbanken* enthalten die vollständigen Primärinformationen, z.B. aus Fachzeitschriften oder als Pressemitteilung. Sie können deshalb sehr umfangreich und mitunter auch sehr kostenintensiv sein. Ihr Verbreitungsgrad ist dementsprechend bisher sehr gering.

Tab. 4: Überblick über einige typische Faktendatenbanken

Datenbank	Name	Sachgebiet	Datenbestand
CCRIS	Chemical Carcinogenesis Research Information System	Fakten zur Kanzerogenität und Mutagenität chemischer Substanzen (kritische Bewertung der Ergebnisse, mit Quellenangabe)	7.227 chem. Substanzen <u>Aktualisierung:</u> vierteljährlich
ECDIN	Environmental Chemicals Data and Information Network	Fakten zu chemisch-physikalischen Eigenschaften, Gesundheitsrisiken, Toxikologie, Ökotoxikologie, Produktionsdaten, gesetzliche Regelungen	ca. 122.496 chem. Substanzen <u>Aktualisierung:</u> wird z.Z. nicht aktualisiert
RTECS	Registry of Toxic Effects of Chemical Substances	Fakten zur Toxizität chemischer Substanzen (mit Quellenangabe), gesetzliche Regelungen in den USA	136.697 chem. Substanzen <u>Aktualisierung:</u> vierteljährlich
SIGEDA	Siemens-Gefahrstoffdatenbank	Informationen zu gefährlichen Arbeitsstoffen und Zubereitungen, Toxikologie, Arbeitsmedizin, Notfälle, gesetzliche Regelungen	4.150 Stoffe und Zubereitungen <u>Aktualisierung:</u> k.A.

Tab. 5: Überblick über einige typische bibliographische Datenbanken

Datenbank	Name	Sachgebiet	Datenbestand
CURRENT CONTENTS / SCISEARCH		Alle Gebiete der Medizin, Naturwissenschaften, Technik	seit 1974 ca. 14,8 Mio. Dokumente; Zugang jährl. rd. 700.000 aus ca. 4.500 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> wöchentlich
EMBASE	Excerpta Medica DataBASE	Biochemie, Biotechnik, Gesundheitswesen, Pharmakologie, Toxikologie, Umwelt, Arbeitsmedizin und -hygiene, Arzneimittel, Gerichtsmedizin	seit 1974 ca. 6,5 Mio. Dokumente; jährlich 400.000 neue aus ca. 3.500 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> wöchentlich
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System On-line	Alle medizinischen Bereiche und Forschungsgebiete, Erziehungswissenschaften, Bevölkerungsentwicklung, Krankenhauswesen, Medizinische Berufe, Pharmakologie, Toxikologie, Veterinärmedizin	seit 1966 ca. 8,7 Mio. Dokumente; jährlich 400.000 neue aus ca. 3.800 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> wöchentlich
SOMED	Sozialmedizin	Informationen aus Sozialmedizin, Gesundheitswissenschaften und Public Health	seit 1978 ca. 306.580 Dokumente; jährlich 15.000 neue aus 700 Zeitschriften <u>Aktualisierung:</u> monatlich

Weitere, in der Praxis meist seltener gebrauchte Datenbanktypen sind: Forschungsdatenbanken (mit Hinweisen z.B. auf Forschungseinrichtungen, -berichte und -projekte), Firmen- und Produktdatenbanken (z.B. für die Suche nach Herstellern, Lieferanten oder Produkten). Die nachfolgend angeführten Datenbankbeispiele sind speziell unter dem Aspekt einer Verwendung bei umweltmedizinischen Fragestellungen ausgewählt worden. Die Notwendigkeit bzw. Inanspruchnahme solcher Systeme wird in der Praxis aber sehr stark von den Rahmenbedingungen der Tätigkeit abhängen (Niedergelassener Arzt, spezialisierte Klinikabteilung, Öffentlicher Gesundheitsdienst, wissenschaftliche Einrichtung etc.).

Die Nutzung der oben angeführten Datenbanken kann als klassische und seit vielen Jahren etablierte Methode der Informationsbeschaffung bezeichnet werden. Der Wunsch bzw. die Forderung nach Zugriffsmöglichkeiten auf Datenbanken muß allerdings auch kritisch hinterfragt werden, da eine sinnvolle und effektive Nutzung nicht ohne Probleme zu realisieren ist. Die Datenbanken unterscheiden sich nämlich nicht nur in ihren inhaltlichen Schwerpunkten und der Qualität der Rechercheergebnisse (z.B. Art und Anzahl der ausgewertete Zeitschriften bzw. Informationsquellen, kontrolliertes Vokabular etc.), sondern auch noch in der Tarifstruktur (z.B. Nachttarif, Kosten für Abstracts, Download-Kosten etc.). So erfordert es bereits einiges an Erfahrung, für die jeweilige Fragestellung den optimalen Anbieter (Preis-Leistungs-Verhältnis) zu erkennen. Nach erfolgreichen Recherchen kann dann das Problem der Beschaffung der Originalliteratur entstehen. Zusätzliche Probleme können sich bei der Bewertung der gefundenen Informationen ergeben. Die Informationen in Datenbanken sind nämlich meist nicht „qualitätsgesichert“, d.h. dem Nutzer der Datenbank obliegt grundsätzlich die Pflicht, sich anhand der Primärquellen von der Validität der gefundenen Informationen zu überzeugen. Schwierigkeiten können auch dadurch entstehen, daß die Informationen widersprüchlich sind oder deren Interpretation einen großen Spielraum zuläßt oder detailliertes Fachwissen erfordert (z.B. Mutagenitätsstest, immuntoxikologische Parameter etc.). Deshalb können nicht nur fehlende Zugriffsmöglichkeiten auf Informationen ein Problem sein, sondern auch die fachliche Bewältigung der Informationsflut.

2.5.2 Das Internet

Das weltweit größte, dezentral organisierte Datennetz „*Internet*“ ist ein dynamischer Zusammenschluß aus unzähligen kleineren Netzwerken und Rechnern mit bereits weltweit mehr als 50 Millionen Teilnehmern. In einer nahezu unüberschaubaren Vielfalt von Nachrichtengruppen und Diskussionsforen findet sich zu jedem Thema irgendwo weltweit ein Ansprechpartner. Das Internet verdankt seine immer größer werdende Popularität sicherlich der 1991 entwickelten multimedialen Benutzeroberfläche des „World Wide Web“ (WWW).

Da im Internet/WWW alle Daten gleichwertig behandelt werden, bringen Abfragen mit Hilfe sogenannter Suchmaschinen zu einem Schlagwort häufig Listen mit einer riesigen Zahl von Fundstellen, die für das Anliegen überwiegend irrelevant sind. Dazwischen kann sich aber irgendwo auch ein wichtiges Dokument verbergen. So finden sich Thesen eines Mittelstufenschülers zur Dioxinproblematik „gleichwertig“ neben Publikationen international anerkannter Experten, Pressemitteilungen

staatlicher Organisationen neben Werbeanzeigen zweifelhafter Sanierungsfirmen, Diskussionsbeiträge von Bürgerinitiativen etc. stehen neben amtlichen Verlautbarungen. Das Internet ist somit z.Z. noch weit davon entfernt, als zuverlässiger Informationspool zu dienen, da es neben zahlreichen „seriösen“ Informationsanbietern (einige Beispiele sind der Abbildung 5 zu entnehmen) eine sehr viel größere Zahl von Anbietern gibt, die zwar graphisch interessant gestaltete Web-Seiten zeigen, aber kaum etwas Wissenswertes mitzuteilen haben.

 Bundesinstitutionen	
 BMGesundheit	http://www.bmgesundheit.de/
 BM für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	http://www.bmu.de/
 Willkommen beim Umweltbundesamt	http://www.umweltbundesamt.de/
 Robert Koch-Institut	http://www.rki.de/
 Informationen aus dem BgVV	http://www.bgvv.de/
 Bundesamt für Strahlenschutz	http://www.bfs.de/
 Statistisches Bundesamt Wiesbaden	http://www.statistik-bund.de/
 DIMDI	http://www.dimdi.de/
 Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg	http://www.dkfz-heidelberg.de/home.htm
 Deutsches Ärzteblatt	http://www.aerzteblatt.de/
 Informationszentrale gegen Vergiftungen	http://www.meb.uni-bonn.de/giftzentrale/
 GSF - Willkommen	http://www.gsf.de/
 Homepage UMINFO	http://www.uminfo.de/
 WHO/Europe homepage	http://www.who.dk/
 National Jewish Medical and Research Center	http://www.njc.org/index_list.html
 HealthGate home page	http://www.healthgate.com/

Abb. 5: Beispielhafte Internet-Adressen in Form sog. Lesezeichen

In zunehmenden Maße werden Datennetze und Online-Dienste auch von den „Mediengiganten“ als neuer kommerzieller Bereich aufgebaut. Sowohl der zu einer Verlagsgesellschaft gehörende Health Online Service als auch der elektronischer Gesundheitsdienst der eigens hierfür gegründeten Gesundheitsgesellschaft bieten Gesundheitsinformationen an. Beide Systeme postulierten hohe Ansprüche bezüglich Qualität und Service, konnten aber jeder für sich alleine in den kalkulierten Zeiträumen nicht die erwarteten Erfolge verbuchen. Infolgedessen wurde ein gemeinsames Konzept für einen professionellen Online-Dienst für Ärzte erstellt, an dem seit Mai 1997 beide Unternehmen beteiligt sind. Die zukünftige Bedeutung dieser Kooperation für den ärztlichen Alltag ist derzeit nicht abzuschätzen. Auch hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten des von der Bundesärztekammer und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung initiierten Deutschen Gesundheitsnetzes (DGN) für die Beurteilung umweltbezogener Gesundheitsrisiken können zur Zeit noch keine Aussagen gemacht werden. Dies gilt ebenso für das unter der Schirmherrschaft des ehemaligen Bundesministeriums für Post und Telekommunikation etablierte Medical Network. Das sich durch extrem schnelle Veränderungen

auszeichnende Gebiet der Kommunikationstechnologien bringt es leider mit sich, daß immer wieder konzeptionell interessante und großdimensionierte Ansätze in der sich anschließenden praktischen Realisierung deutlich bescheidener beurteilt werden müssen.

2.5.3 Das Umweltmedizinische Mailbox-Projekt UmInfo

Um allen, die sich mit Fragen aus dem Bereich „Umwelt und Gesundheit“ beschäftigen, eine einfach zu handhabende, überall nutzbare und vor allem überschaubare Kommunikations- und Informationsstruktur zu bieten, wurde auf der Basis einer Mailbox-Software mit grafischer Benutzeroberfläche (FirstClass®) das Umweltmedizinische Informationsforum UmInfo unter aktiver Mitgestaltung seitens der Nutzer aufgebaut. Die Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU) in Osnabrück und das Robert Koch-Institut (RKI) in Berlin bildeten hierbei die konzeptionelle Basis. Für die Nutzung des Systems fallen nur die tageszeit- und entfernungsabhängigen Telefongebühren an. Derzeit wird DISU im Rahmen eines UFOPLAN-Vorhabens vom UBA finanziert.

Auf dem Mailbox-Rechner sind neben persönlichen „elektronischen Briefkästen“ zahlreiche „schwarze Bretter“ (Konferenzen) zum Abrufen von Volltextinformationen (Beurteilungskriterien, Hintergrundwerte, toxikologische Basisinformationen etc.) zum Erfahrungsaustausch bzw. kritischen Dialog mit den Kollegen, für Literaturtips und Veranstaltungshinweise etc. vorhanden (Abbildung 6).

Der Zugriff auf die Mailbox wird für jedes Mitglied über eine Benutzerkennung („User-ID“) und ein persönliches Paßwort geregelt, die ein „fremdes Eindringen“ erschweren. Jedem Nutzer können selektive Zugriffsrechte (Lese-, Schreibrechte etc.) eingeräumt werden. Weiterhin ist es möglich, Nutzergruppen eigene Kommunikationsebenen zur „internen Diskussion“ zur Verfügung zu stellen. In der Mailbox ist beispielsweise ein „schwarzes Brett“ *Gesundheitsämter* für die Kommunikation innerhalb des Öffentlichen Gesundheitsdienstes vorhanden. Auch Dermatologen und Kinder- und Jugendärzte haben jeweils ihre eigene Ebene in der Mailbox.

Inzwischen ist für die Mehrheit der Nutzer über 12 Regionalknotenrechner ein kostengünstiger Zugang zum City- oder Region 50 Tarif möglich. Parallel hierzu hat die DISU über das Internet einen *direkten* Zugang zum UMINFO realisiert. Hierbei wird die *technische* Infrastruktur des Internet zur Datenübertragung genutzt. Dies bietet den doppelten Vorteil, daß sich Teilnehmer bundesweit zum Ortstarif (allerdings über einen meist kostenpflichtigen Internet-Provider) in das UmInfo einwählen können und gleichzeitig die in FirstClass vorhandene hohe Datensicherheit gewährleistet bleibt.

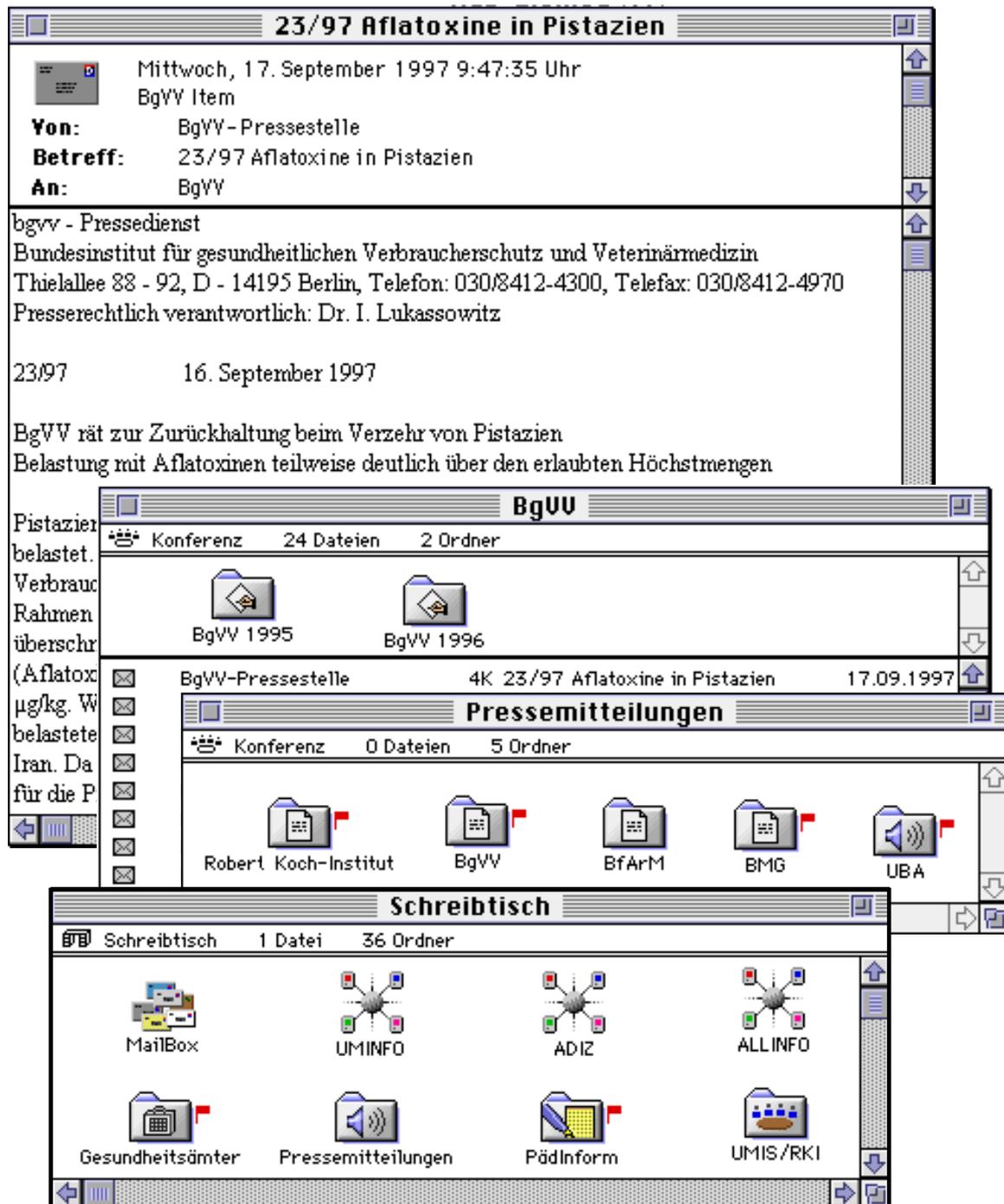


Abb. 6: Der Weg über Konferenzen und Inhaltsverzeichnisse zum Volltextdokument

2.5.4 „Offline-Systeme“

Die Datenbank CHEMIS: Für Altstoffe liegen in der wissenschaftlichen Literatur in vielen Fällen ausreichende Beschreibungen ihrer Eigenschaften und der z.T. sehr umfangreichen Untersuchungsergebnisse vor. Häufig wird aber vor allem bei Unfällen eine kurzgefaßte Beurteilung notwendig. Die

Angaben und Aussagen sollten dazu übersichtlich zusammengefaßt und dokumentiert sein, um somit eine schnelle Informationsmöglichkeit über die Gefährlichkeit von Altstoffen anzubieten. Hierzu wurde im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) im Zusammenwirken mit dem Umweltbundesamt das Chemikalien-Informationssystem CHEMIS als Datenbank für gesundheits- und umweltrelevante Stoffe eingerichtet, die in der Bundesrepublik in Verkehr gebracht werden. CHEMIS erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie versucht, einen zusammenfassenden Überblick über das Gefahrenpotential des jeweiligen Altstoffes aufzuzeigen und eine Abschätzung der Stoffeigenschaften zu ermöglichen. In der Datenbank sind neben physikalisch-chemischen Daten, (öko)toxikologischen Informationen, Vorschriften der Gefahrstoffverordnung etc. auch Angaben zur Verwendung, Handhabung und zu Maßnahmen zum Schutz bei Vergiftungen, Brand oder Leckagen zu den jeweiligen Stoffen enthalten. So haben beispielsweise Bundes- und Länderbehörden, Gesundheits- und Umweltämter sowie andere Stellen des Öffentlichen Dienstes die Möglichkeit, im akuten Fall auf der Basis dieser Information eine erste Einschätzung möglicher Gefahren für den Verbraucher und damit zum Schutz der allgemeinen Gesundheit vorzunehmen. Die Updates erfolgen in Form komprimierter Datensätze auf Diskette und als E-Mail.

Die Datenbank ULIDAT umfaßt Umweltfachliteratur, größtenteils mit inhaltlicher Kurzbeschreibung. Sie enthält mehr als 300.000 Literaturhinweise, darunter etwa 3.000 Zitate zum Thema Umwelt und Gesundheit. Sie wird monatlich um etwa 2500 neue Eintragungen erweitert.

Die Datenbank UFORDAT hat einen Datenbestand von 51.000 Forschungs- und Entwicklungsprojekten von 9.500 Forschungsinstitutionen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (Stand April 1998). Sie wird halbjährlich um je etwa 1000 neue Projektbeschreibungen ergänzt.

Die Datenbank URDB enthält seit 1982 das Deutsche (URBL) und das Europäische Umweltrecht (UREG), das Umweltvölkerrecht (URVO) und die Rechtsprechung zum Umweltschutz (URRS). Sie wird monatlich aktualisiert.

Die einschlägigen Informationen (z.Zt. 3000 aus ULIDAT, 2700 aus URDB und etwa 100 aus UFORDAT) sollten über UmInfo verfügbar gemacht werden.

Das Noxen-Informationssystem NIS: Das ursprünglich nur für den Öffentlichen Gesundheitsdienst in NRW konzipierte Noxen-Informationssystem NIS wird inzwischen bundesweit von zahlreichen Gesundheitsämtern genutzt und unter Beteiligung der Länder systematisch auf der Basis von Stofflisten und Arbeitsvereinbarungen inhaltlich weiter ausgebaut. Ein Beirat zum NIS unterstützt die Qualitätssicherung. Die Updates erfolgen etwa halbjährig auf CD-ROM durch das Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst (LÖGD) in Bielefeld.

Zur vollständigen Nutzung aller Datenbankmodule werden allerdings neben dem Computer mit CD-ROM-Station zusätzlich ein Modem einschließlich online-Zugangsberechtigung zum DIMDI und zahlreiche Druckwerke benötigt. Aufgrund der nicht unerheblichen Kosten für eine vollständige Ausrüstung wird das System von den meisten Gesundheitsämtern hauptsächlich als Faktendatenbank genutzt. In der stoffbezogenen Faktendatenbank sind u.a. Informationen zu Expositionsmöglichkeiten, zur Toxikologie und zu Grenz- und Richtwerten abrufbar. Physikalische und biologische "Problem-

felder” werden vom NIS nicht aufgegriffen. Trotz einer noch relativ geringen Anzahl von “bearbeiteten” Noxen stellt das NIS bereits ein wichtiges Grundgerüst für den umweltmedizinischen Alltag im Gesundheitsamt dar. Zur Zeit werden auch Kriterien und Modalitäten erarbeitet, die z.B. Ärzten mit der Zusatzbezeichnung Umweltmedizin ebenfalls die Nutzung des NIS ermöglichen sollen.

2.5.5 Gemeinsamer Zentraler Stoffdatenpool Bund / Länder (GSBL)

Gesicherte, aktuelle und umfassende Informationen über umweltrelevante Eigenschaften von Stoffen und Zubereitungen sind für alle Bereiche des Umweltschutzes und zur Gefahrenabwehr von großer Bedeutung. 1994 wurde von den Umweltministern der Länder und des Bundes eine Verwaltungsvereinbarung (VV GSBL) zum Aufbau und Betrieb eines gemeinsamen zentralen Stoffdatenpools beschlossen.

Der gemeinsame Datenpool entsteht durch Zusammenführung bestehender Datenbestände unter einheitlichen Registrierregeln für Stoffe bei abgestimmtem Datenmodell der Faktendaten. Neben Angaben zur genauen Identifizierung, zu Produktionsmengen, Eingruppierungen/Regelungen in diversen Bereichen (Arbeitsschutz, Immissionsschutz etc.) werden im Bereich Umwelt und Gesundheit Daten für folgende Merkmalsbereiche bereitgestellt:

- Umweltverhalten
- Ökotoxikologie
- Toxikologie
 - Toxikologie im Tierversuch
 - Arbeitsmedizin / Wirkung auf den Menschen.

Nutzer des GSBL sind u.a. Einrichtungen des Bundes, der Bundesländer und der Gemeinden sowie private Träger, sofern sie in öffentlichen Auftrag tätig sind.

Dem Bund-Länder-Arbeitskreis “Umweltinformationssysteme” (BLAK UIS) werden regelmäßig Berichte über den Fortschritt der Arbeiten vorgelegt.

Die Arbeiten für den GSBL werden vor allem durch Arbeitsgruppen, die vom Lenkungsausschuß eingesetzt werden, geleistet. Zwischen dem GSBL und anderen Erstellern von Stoffdatenbanken im öffentlich-rechtlichen Bereich findet eine enge Kooperation statt.

Sowohl das BgVV in seiner Verantwortung für das Datenbanksystem CHEMIS als auch ein Vertreter des NIS-Beirats (vgl. Kap. 2.5.4) nehmen regelmäßig an den Sitzungen des Lenkungsausschusses teil. Die Zusammenarbeit mit den für Arbeitsschutz zuständigen Stellen ist durch die Mitwirkung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin sowie eines Vertreters der Gefahrstoffdatenbank der Länder im Lenkungsausschuß ebenfalls sichergestellt.

3 Umwelt und Gesundheit

Gesundheitsrelevante Umweltprobleme

Die wesentlichsten die menschliche Gesundheit belastenden Umweltveränderungen ergeben sich unstrittig aus dem immensen Energiekonsum, aus dem Anspruch auf unbeschränkte Mobilität und aus der Industrialisierung der Lebensmittelproduktion (Intensivlandwirtschaft und Massentierhaltung) in der modernen Industriegesellschaft. In allen diesen drei Bereichen ist ein grundsätzliches Umdenken erforderlich, um der Menschheit für die Zukunft eine nachhaltige, aber auch gesundheitsförderliche Entwicklung zu ermöglichen. Diese wichtigen Fragen, ebenso wie biologische Risiken oder Risiken durch selbstverantwortliche, gesundheitsbeeinträchtigende Verhaltensweisen (z.B. Rauchen, Alkoholmißbrauch, Fehlernährung), sollen aber im Kontext dieses Sachstandberichts nicht aufgegriffen werden. Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich vielmehr auf eine Beschreibung der Gesundheitsprobleme durch Umweltbelastungen aus einer traditionellen, überwiegend medienbezogenen Sicht und streift die Ursachen dafür nur cursorisch. Es wird dabei in kurzer Form die gegenwärtige exogene Belastung der Bevölkerung in Deutschland mit Lärm und Strahlung, sowie über die Umweltmedien Luft, Wasser, Boden und Abfälle und über Lebensmittel und Bedarfsgegenstände dargestellt, deren gesundheitliche Bedeutung bewertet und notwendige, zugegebenermaßen oft nur palliative Maßnahmen und Empfehlungen formuliert.

3.1 Lärm

Lärm ist Schall, der stört und belästigt, das Wohlbefinden beeinträchtigt oder die Gesundheit schädigt. Zudem ist er der Umweltfaktor, von dem die Bürger nach eigener Einschätzung am stärksten belastet sind (häufigster Anlaß für umweltbezogene Bürgerinitiativen). Dennoch hat der Lärm in der öffentlichen Diskussion über „Gesundheit und Umwelt“ keinen herausragenden Stellenwert.

Der Mensch ist in seiner Umwelt zahlreichen akustischen Reizen ausgesetzt, die sich einerseits als physikalische Größe messen lassen, aber andererseits sehr differente subjektive Empfindungen hervorrufen. Alle physikalisch meßbaren Geräuschmerkmale zusammen bestimmen nur zu etwa einem Drittel die individuelle Störwirkung eines Geräusches. Die jeweilige Situation (körperliche Arbeit, konzentriertes Nachdenken, Schlaf), in der ein Mensch den Lärm erlebt, sowie seine persönlichen Eigenschaften und Einstellungen (Lärmempfindlichkeit, Einstellung zur Lärmquelle) oder das Gefühl, dem Lärm mehr oder weniger ausgeliefert zu sein, sind für die Lärmempfindung ebenso wichtig, wie meßtechnisch erfaßbare Geräuschdaten. Damit wird deutlich, daß das Zusammenspiel von Wahrnehmung und Wirkung von Geräuschen beim Menschen erheblichen Schwankungen unterliegt.

Lärm und Gesundheit

Innenohrschäden: Bei langjähriger Lärmbelastung mit 24-Stunden-Mittelungspegeln über 75 dB(A) beginnt das Risiko für lärmbedingte Innenohrschäden. Solche Belastungen werden in der Regel nicht allein durch Umweltlärm verursacht, sondern setzen eine langandauernde Exposition an entsprechenden Arbeitsplätzen oder ein exzessives Freizeitverhalten voraus.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen: Lärmbelastung kann im Sinne eines Stressors wirken, wobei sich die Streßreaktion nicht von der Wirkung anderer Stressoren unterscheidet, also unspezifisch ist. Lärm kann auch bei niedrigen Schallintensitäten Streßreaktionen auslösen, wenn z. B. Konzentration oder Schlaf gestört werden. Zu den streßauslösenden Belastungssituationen zählt u.a. der Straßenverkehrslärm. Unter Berücksichtigung von zahlreichen epidemiologischen Studien zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Herzinfarkt muß befürchtet werden, daß Straßenverkehrslärmbelastungen mit Mittelungspegeln außerhalb der Wohnungsfenster von mehr als 65 dB(A) am Tage zu einer Zunahme des Herzinfarkttrisikos um ca. 20 % führen.

Schlafstörungen: Geräuscheinwirkungen während des Schlafes können sich direkt auswirken als

- Änderung der Schlaftiefe mit und ohne Aufwachen
- Erschwerung und Verzögerung des Einschlafens oder Wiedereinschlafens
- Verkürzung der Tiefschlafzeit und der Gesamtschlafzeit
- vegetative Reaktionen, insbesondere erhöhte Freisetzung von Streßhormonen
- Minderung der empfundenen Schlafqualität.

Es ist nicht auszuschließen, daß bestimmte Symptome und vegetativ bedingte Krankheitserscheinungen als langfristige Folgen anhaltender Schlafstörungen ausgelöst oder verstärkt werden.

Kommunikationsstörungen: Lärm kann die Kommunikation, die ein entscheidendes Mittel zur Entfaltung der Persönlichkeit und zur Auseinandersetzung mit der sozialen Umwelt darstellt, erheblich beeinträchtigen und damit bei den Betroffenen zu Verärgerung, Gefährdung und Einengung der Persönlichkeitsentfaltung führen. Auch Anstrengungen zur Verringerung von Kommunikationsstörungen, wie lauterer Sprechen, konzentriertes Zuhören mit gesteigerter Aufmerksamkeit und Unterbrechung der Unterhaltung, tragen zur erlebten Belästigung bei und können Streßreaktionen hervorrufen. Bei Dauergeräuschen mit Pegeln von 65 dB(A) und mehr treten Beeinträchtigungen der Kommunikation auf, die nicht mehr akzeptabel sind.

Gesundheitlich relevante Lärmquellen

Straßen- und Schienenverkehrslärm: Die am weitesten verbreitete Lärmquelle ist der Straßenverkehrslärm. Trotz technischer und planerischer Lärminderungsmaßnahmen ist die Geräuschbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr in den letzten Jahren auf einem hohen Niveau geblieben. Etwa 16 % der Bevölkerung sind den vorliegenden Studien zufolge (Stand 1992) tagsüber Belastungen durch Straßenverkehrslärm von über 65 dB(A) ausgesetzt. Nachts sind 17 % der Bevölkerung verkehrslärmbedingten Mittelungspegeln von über 55 dB(A) ausgesetzt (s. Tabelle 6). Bei diesem Pegel können Schlafstörungen nur bei geschlossenen Fenstern in vertretbaren Grenzen gehalten

werden. Dem Schutz der Nachtruhe kommt aus präventivmedizinischen Gründen aber ein besonders hoher Stellenwert zu.

Fluglärm: Eine weitere wesentliche Lärmquelle ist der Flugverkehr. Nach Ergebnissen von Befragungen fühlten sich in den letzten zehn Jahren in den alten Bundesländern 10 bis 20 % der Bevölkerung durch Fluglärm belästigt. Beeinträchtigungen des psychischen Wohlbefindens und Streßwirkung auf das Herz-Kreislauf-System stehen dabei im Vordergrund. Die rückläufige Entwicklung des Anteils der Bürger, die sich stark belästigt fühlen, ist vor allem als Folge der Verringerung des militärischen Tieffluglärms seit September 1990 zu erklären. In den neuen Bundesländern sind die Belästigungsangaben insgesamt deutlich niedriger. Mit der Anhebung der Mindestflughöhe für Tiefflüge auf 300 m ist in Deutschland eine Gefährdung des Innenohres durch Tieffluglärm praktisch auszuschließen.

Tab. 6: Geräuschbelastung der Bevölkerung durch Straßen- und Schienenverkehr (Stand 1992) sowie Industrie und Gewerbe (Stand 1985), Gebiet der alten Bundesländer insgesamt

Mittelungspegel in dB(A)	Anteil der Bevölkerung in %					
	Straßenverkehr 1992		Schienenverkehr 1992		Industrie und Gewerbe 1985	
	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
> 45 - 50	16,5	17,7	12,4	13,9	22,0	1,3
> 50 - 55	15,8	14,7	14,4	12,5	12,0	0,8
> 55 - 60	17,9	9,8	10,6	7,0	5,0	0,4
> 60 - 65	15,6	4,3	6,3	3,2	2,0	0,1
> 65 - 70	9,1	2,9	2,3	1,1	0,4	0
> 70 - 75	5,2	0,2	0,8	0,3	0,2	0
> 75	1,5	-	0,1	0,1	0,1	0

Bestimmte Formen des Musikkonsums: Bei Konzerten in großen Hallen oder im Freien treten in Lautsprechernähe so hohe Schallintensitäten auf, daß bei empfindlichen Personen bereits bei einer Expositionsdauer von einigen Stunden bleibende Innenohrschäden auftreten können. Wesentlich häufiger bewirkt aber langfristig wiederholtes Hören von lauter Musik eine schleichende Innenohrschädigung, wobei erst nach mehreren Jahren bleibende Hörschwellenverschiebungen nachweisbar sind. Beim Musikhören mit Kopfhörern ist die Hörfähigung deutlich höher als bei Lautsprecherbeschallung. Eine Untersuchung der Hörfähigkeit von 1814 jungen Männern im Alter zwischen 16 und 24 Jahren ergab bei 24 % deutlich meßbare Beeinträchtigungen des Hörvermögens im Frequenzbe-

reich zwischen 3 und 6 kHz, bei denen sich lärmbedingte Gehörschäden am stärksten manifestieren. Das Risiko für diese Gehörschäden war bei Jugendlichen deutlich erhöht, die

- wöchentlich oder öfter Diskotheken besuchten und/oder
- bisher mehr als 500 Stunden lang (Walkman-) Musik in erheblicher Lautstärke gehört hatten.

Regelungen zum Lärmschutz enthalten unter anderem das Bundes-Immissionsschutzgesetz, das Fluglärmschutzgesetz, das Luftverkehrsgesetz, das Straßenverkehrsgesetz und das Baugesetzbuch einschließlich der auf diese Gesetze gestützten Rechtsverordnungen, sowie die Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften.

Empfehlungen

- Verminderung der Verkehrslärmbelastung auf gesundheitlich unbedenkliche Werte durch Erstellung und Umsetzung verkehrsträgerbezogener, abgestimmter Lärmreduzierungskonzepte, die die Möglichkeiten des technischen, planerischen, verkehrlichen und baulichen Schallschutzes bündeln (Maßnahmeoptionen: beispielsweise verkehrsberuhigte Zonen, Tempolimits, zeitgebundene Verkehrsbeschränkungen, Lärmreduzierung am Fahrzeug). Dabei besondere Berücksichtigung des Aspekts des Schutzes der Nachtruhe und der Lärmreduzierung insbesondere in stark belasteten Bereichen.
- Erstellung und Umsetzung eines Konzeptes zur Bekämpfung von Gehörschäden durch exzessive Formen des Musikkonsums, das neben Maßnahmen der Gesundheitserziehung und Verbraucheraufklärung gegebenenfalls auch regulatorische und technische Maßnahmen zur Lautstärkebegrenzung in Diskotheken und von Walkman-Geräten umfaßt.
- Information der Fachöffentlichkeit (insb. der Ärzte, Lehrer etc.) über die gesundheitliche Bedeutung der Lärmbelastung.
- Forschungsarbeiten zur Bedeutung des Lärms im Streßmodell, Kombinationswirkung mit anderen Noxen, soziale Wirkungen.

3.2 Luft

Die Luftverschmutzung steht im Ansehen der Bevölkerung als “Umweltsorge” an erster Stelle. Nahezu alle luftverunreinigenden Stoffe sind prinzipiell geeignet, die menschliche Gesundheit zu gefährden, z.T. schon in geringen oder sehr geringen Konzentrationen.

An der großen Oberfläche der Lungenbläschen, mit denen pro Tag etwa 10 bis 20 m³ Luft in Kontakt kommen, laufen Diffusions- und Resorptionsvorgänge ab, die die aufgenommenen Schadstoffe “systemisch” verfügbar machen. Ferner kann es zur Schädigung an der Oberfläche (Epithelschicht) der tieferen Atemwege kommen.

Luftverunreinigungen lassen sich unterteilen in solche, die in der Außenluft, der Innenraumluft und in der Luft am Arbeitsplatz auftreten. Die Luft am Arbeitsplatz soll hier nicht weiter behandelt werden.

Zu den gesundheitlichen Wirkungen von Luftschadstoffen auf die Atemwege wird auch auf Kapitel 2.1 verwiesen.

3.2.1 Außenluft

Lange Zeit wurde die mögliche Auswirkung der Luftqualität auf die menschliche Gesundheit fast ausschließlich auf die Außenluft bezogen; als Quellen der Luftverunreinigungen wurden vorwiegend Industrie, Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher angesehen. Das hatte zur Folge, daß die Emissionen besonders dieser Quellen zu Indikatoren der Luftverunreinigung erhoben und Meßnetze und gesetzliche Regelungen darauf ausgerichtet wurden.

So wurden im wesentlichen bis weit in die 70er Jahre vorwiegend die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Stickoxiden, Kohlenmonoxid und Staub in der Außenluft bestimmt. Erst mit den Fortschritten in der Analysetechnik und der Zunahme der Kenntnisse über die toxikologische Bedeutung anderer Luftverunreinigungen wurden auch weitere erfaßt, die häufig zwar in geringerer Konzentration auftreten, aber vielfach ein stark gesundheitsschädigendes Potential haben. Dazu gehören u.a. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Dioxine und Furane, Benzol und Ozon. Mit zunehmenden Erkenntnissen über die bedenkliche Verminderung der Ozonschicht und den möglichen Zusammenhang mit der Emission von Fluorchlorkohlenwasserstoffen sowie über die Erwärmung der Erdatmosphäre werden auch globale Effekte der Luftverunreinigungen als vordringliche Probleme erkannt (siehe Kapitel 3.11). Das auch als natürlicher Bestandteil der atmosphärischen Luft vorkommende Kohlendioxid wird als Indikator für das Risiko der weiteren Erderwärmung angesehen.

Langjährige Messungen belegen einen deutlichen Rückgang der Konzentrationen einiger "klassischer" Luftschadstoffe, wie z.B. SO₂, CO und Gesamtschwebstaub. Bei Blei, dessen Anteil in der Luft überwiegend verkehrsbedingt war, ist ein starker Rückgang zu verzeichnen, was zu einer deutlichen Verringerung der Blutbleispiegel in der Bevölkerung führte. Bei SO₂ und Staub ist in den alten Bundesländern der Rückgang der Immissionskonzentrationen so deutlich, daß Wintersmog-Episoden praktisch nicht mehr auftreten. Auch in den neuen Bundesländern läßt sich eine Abnahme von SO₂ und Staub beobachten, die auf Luftreinhaltemaßnahmen, aber auch auf die Stilllegung von Produktionsstätten zurückzuführen ist. Für Stickoxide (NO_x) fällt der Rückgang der Luftbelastung wesentlich bescheidener aus. Dies erklärt sich aus der Zunahme des Kfz-Verkehrs, die die Auswirkungen der Emissionsminderung durch technische Maßnahmen am Einzelfahrzeug und am Kraftstoff (Benzol-, Schwefelgehalt) bisher weitgehend ausgeglichen hat, trotz der zunehmenden Verbreitung "schadstoffarmer" Fahrzeuge (insbesondere durch Einführung der Katalysator-Technik).

Außenluft und Gesundheit (siehe auch Kap. 2.1)

Schwebstaub: Neuere epidemiologische Studien legen den Schluß nahe, daß keine Wirkungsschwelle für Schwebstaub angegeben werden kann, unterhalb derer keinerlei gesundheitlich nachteilige Effekte mehr auftreten (wie z.B. Auftreten und Verschlimmerung von Atemwegserkrankungen und -symptomen, vorzeitige Mortalität). Neben besonders sensiblen Personen (Asthmatiker, Personen mit sonstigen Atemwegserkrankungen, ältere Personen) ist deshalb auch die übrige Bevölkerung betroffen. Diese Beobachtungen gelten unabhängig davon, ob der gesamte Schwebstaub oder nur lungengängige Partikel bei der Expositions-Wirkungs-Betrachtung berücksichtigt werden. Es gibt jedoch viele ernst zu nehmende Hinweise, daß die Wirkung hauptsächlich von kleineren Partikeln ausgeht,

die in den bisherigen technischen Lösungen zur Verminderung der Partikelemission nicht ausreichend erfaßt worden sind. Viele Partikel - vor allem Ruß - haben die Eigenschaft, organische Verbindungen zu adsorbieren und diese dann verlangsamt, über einen längeren Zeitraum wieder abzugeben. Dieser Depoteffekt führt zu einer Wirkungsverstärkung.

Ozon/Sommersmog-Bestandteile: Ozon kommt auch als natürlicher Bestandteil der Luft vor. Es ist eine Luftverunreinigung, die sekundär unter der Einwirkung von Sonnenlicht durch komplexe Reaktionen anderer Luftverunreinigungen - vor allem Stickstoffoxide - und flüchtige organische Verbindungen (VOC) - mit dem Sauerstoff der Luft in Bodennähe entsteht. Die Ozon-Konzentration unterliegt starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Hauptanteil am Auftreten der Stickstoffoxide und der VOC, und davon abhängig des Ozons, haben dabei die Kraftfahrzeuge sowie die Lösemittelverwendung. In Deutschland sind die heutigen Ozonkonzentrationen in der bodennahen Luft deutlich höher als am Anfang dieses Jahrhunderts. In der Außenluft werden im Sommer für Zeiträume bis zu mehreren Stunden Ozonkonzentrationen von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an vielen deutschen Meßstellen erreicht; Werte über $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden selten gemessen, Konzentrationen über $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden in den vergangenen Jahren in Deutschland nicht mehr erreicht.

Das aus drei Sauerstoffatomen bestehende Ozon-Molekül (O_3) ist chemisch sehr reaktiv. Nach dem Einatmen reagiert es schnell an der Oberfläche der Atemwege und der Lungenbläschen. Die Betroffenen reagieren auch mit Reizerscheinungen an den Augen und Schleimhäuten. Bei Konzentrationen von $> 160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon in der Atemluft und gleichzeitiger schwerer körperlicher Belastung können Atembeschwerden und gleichzeitig eine reversible Verschlechterung der Lungenfunktion auftreten (geringere Atemvolumina). Auch mögliche Langzeitwirkungen ("vorzeitiges Altern der Lunge") werden als Folge chronischer Ozonexposition diskutiert. Als Risikogruppe müssen dabei Personen angesehen werden, die sich über lange Zeit im Freien stark körperlich betätigen, also nicht primär die ansonsten vorrangig betrachteten Risikogruppen, wie ältere Menschen oder Kranke. Ob Asthmatiker auf Ozon verstärkt reagieren, ist umstritten. Obwohl Ozon selbst nicht allergieauslösend wirkt, kann es aufgrund seiner Reizwirkung auf den Atemtrakt die Verschlimmerung von Atemwegsallergien (Asthma) fördern.

Der Verdacht auf eine krebserzeugende Wirkung von Ozon ergibt sich aus Befunden von Langzeitstudien an Mäusen, den Ergebnissen von Transformationstesten und den Befunden zur Genotoxizität. Untersuchungen an Ratten weisen ebenfalls auf ein krebserzeugendes Potential hin, sind aber entweder nicht eindeutig positiv oder methodisch umstritten. Ob Ozon auch für den Menschen krebserzeugend wirkt, ist umstritten. Entsprechende Befunde liegen nicht vor. In jedem Fall steht die irritative Wirkung im Vordergrund.

Im Hinblick auf die gesundheitlichen Beeinträchtigungen, die vom Ozon ausgehen, wurden bereits Anfang der 90er Jahre von der Umweltministerkonferenz Verhaltensempfehlungen für die Bevölkerung bei Überschreitung einer Konzentration von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (als 2-Stunden-Mittelwert) ausgesprochen. Die Verpflichtung, zur Information der Bevölkerung bei Überschreiten hoher Ozonkonzentrationen ist auch in der derzeit noch gültigen Ozonrichtlinie der EU (92/72/EWG) enthalten und durch die 22. BImSchV in nationales Recht umgesetzt worden. In den §§ 40a bis e des BImSchG ("Ozongel-

setz") sind Vorschriften für Fahrverbote bei Überschreitung bestimmter Ozonkonzentrationen verankert, die am 31.12.1999 außer Kraft treten werden. Die Europäische Kommission arbeitet derzeit im Rahmen der Gesetzgebung zur Luftqualität auch an neuen Vorschriften für Ozon („Ozon-Tochtrichtlinie“). In den revidierten Luftgüte-Leitwerten der WHO 1998 wird als Leitwert ein 8-Stunden-Mittelwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben.

Krebserzeugende Luftverunreinigungen: Zu den Substanzen in der Außenluft, die als Umweltkanzerogene gelten, zählen unter anderem polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Arsen, Asbest, Benzol, Cadmiumverbindungen, Dieselrußpartikel, Dioxine und N-Nitrosoverbindungen.

Im Auftrag des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) wurde 1992 ein umfassender Bericht über die Belastung der Atmosphäre in den alten Bundesländern mit kanzerogenen Luftverunreinigungen einschließlich einer toxikologischen Bewertung vorgelegt („Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen“, Hrsg. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1992). Die mittleren Konzentrationen kanzerogener Luftschadstoffe, wie sie einer neueren Zusammenstellung des LAI von 1996 entnommen werden können, sind in Abbildung 6 dargestellt. Daraus ergibt sich u.a. die nach wie vor hohe Belastung durch Benzol und Ruß in vorwiegend durch Kfz-Verkehr geprägten bzw. verkehrsnahen Gebieten. Anhand der Studie des LAI und der Ergebnisse neuer epidemiologischer Studien muß man davon ausgehen, daß Schadstoffe in der Außenluft - vor allem Verkehrsemissionen - ein nicht unerhebliches Krebsrisiko darstellen.

Dieselruß ist ebenso wie andere Stäube vergleichbarer Korngröße bei der Ratte in hohen Konzentrationen eindeutig krebserregend. Da jedoch andere Versuchstiere wie Maus und Hamster bei gleicher Exposition anders reagierten als die Ratte, ist die Übertragung dieser Befunde auf den Menschen strittig. In mehreren epidemiologischen Untersuchungen wurde allerdings bei Dieselrußexposition ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko beschrieben. Es bestehen jedoch noch erhebliche Unklarheiten bezüglich der kausalen Zuordnung und der Quantifizierung des Krebsrisikos.

Aus Untersuchungen am Arbeitsplatz ist seit langem bekannt, daß Benzol Leukämien verursachen kann. Eine 1997 veröffentlichte epidemiologische Studie an 75.000 chinesischen Arbeitern ergab, daß auch noch bei durchschnittlichen Benzol-Expositionen von unter 10 ppm (entspricht $32.400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eine signifikante Erhöhung des relativen Risikos für akute nichtlymphatische Leukämien gegeben ist. Als Quelle für Benzol kommt neben den Emissionen aus dem Kraftfahrzeugverkehr Tabakrauchen - sowohl aktiv als auch passiv - in Frage. Die Aufnahme von Benzol mit der Nahrung (direkt aus Lebensmitteln oder aus Verpackungsmaterial) spielt dagegen eine untergeordnete Rolle. Der größte Teil des eingeatmeten Benzols wird über die Atemluft wieder unverändert abgeatmet. Das im Körper verbleibende Benzol verteilt sich rasch, wird aufgrund seiner Fettlöslichkeit im Körperfett und in fettreichen Geweben angereichert und von dort langsam im Konzentrationsausgleich in den Blutkreislauf abgegeben. Ein kleinerer, aber für die hämatotoxischen und leukämogenen Wirkungen von Benzol entscheidender Teil wird in der Leber, aber auch im Knochenmark zu toxischen Metaboliten umgewandelt.

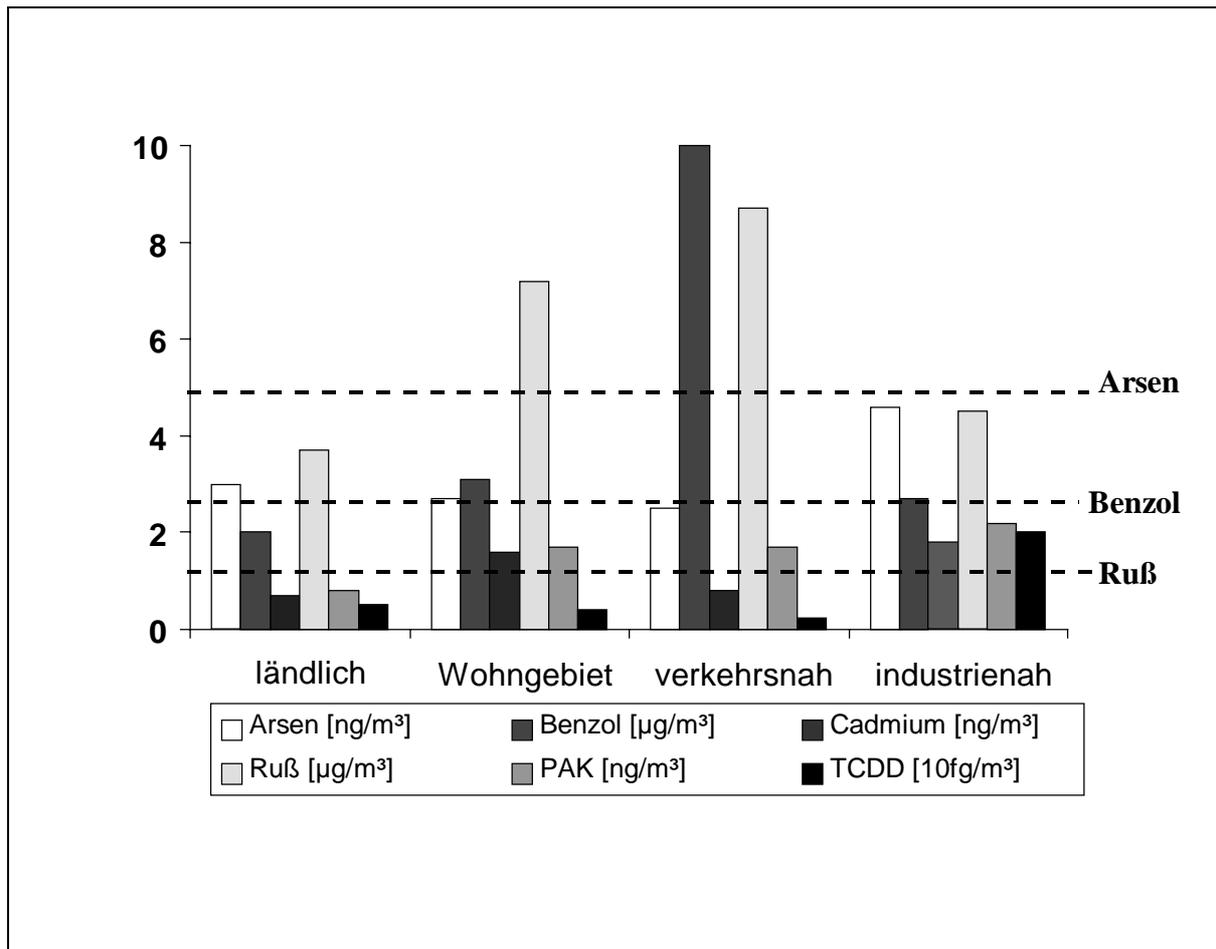


Abb. 6: Kanzerogene Luftschadstoffe - Immissionssituation in Deutschland 1989 - 1994 nach einer Zusammenstellung des Länderausschusses für Immissionsschutz, 1996 (die gestrichelten Linien stellen die vom LAI vorgegebenen Beurteilungsmaßstäbe für die entsprechenden Stoffe in der Außenluft dar. Sie werden für die verkehrsbedingten Schadstoffe Benzol und Ruß auch in reinen Wohngebieten häufig überschritten)

Der vom Länderausschuß für Immissionsschutz unter Annahme einer lebenslangen Belastung aufgestellte Beurteilungsmaßstab für Benzol von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an stark befahrenen Straßen oft erheblich überschritten. Die verkehrsbedingten Benzolemissionen sollten deshalb in den Ballungsgebieten weiter gesenkt werden. Die Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" fordert eine Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen durch langfristige Minderung des Kraftstoffverbrauchs. Eine solche Minderung ist nur durch Verringerung der Gesamtfahrleistung und durch Entwicklung von sparsameren Motoren möglich. Die Wirksamkeit des Katalysators, der im Betriebsoptimum den Benzolaußstoß wesentlich verringert, ist insbesondere in den Kaltphasen nur sehr begrenzt und wird durch die Zunahme des Verkehrsaufkommens teilweise kompensiert. Ein wichtiger Weg zur Risikoreduktion im Bereich der Abgasemission besteht auch in einer weiteren Reduzierung des Benzolanteils im Vergaserkraftstoff.

Das Bundeskabinett hat im Dezember 1996 eine Verordnung mit Konzentrationswerten für verkehrsbedingte Luftschadstoffe (u.a. auch Benzol) beschlossen (23. BImSchV). Bei Überschreitung dieser

Werte müssen verkehrsbeschränkende Maßnahmen geprüft werden, wobei jedoch die Verkehrsbedürfnisse und die städtebaulichen Belange angemessen zu berücksichtigen sind. Seit dem 01. März 1997 gilt für Benzol ein Konzentrationswert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ab 01. Juli 1998 wurde der Benzol-Wert auf $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ herabgesetzt.

Asbest: Die humankanzerogene Wirkung von Asbest wurde durch arbeitsmedizinische Studien eindeutig nachgewiesen. Nach der Chemikalienverbots-Verordnung ist das Inverkehrbringen von Asbest als Stoff, in Zubereitungen oder Erzeugnissen mit mehr als 0,1 Massen-% seit Ende 1994 verboten (Ausnahme: Diaphragmen). Faserfreisetzungen sind somit nur noch aus bereits verbauten Produkten möglich. Zur Vermeidung einer Faserstaubentwicklung bei Abbruch und Sanierungsarbeiten und somit zur Minimierung des Risikos schreibt die *Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 519* ("Asbest. Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten", Ausgabe März 1995) für den Arbeitsplatz vor, daß die Bearbeitung von Asbestzementerzeugnissen mit Arbeitsgeräten, die deren Oberfläche abtragen, wie z.B. Abschleifen, Hoch- oder Niederdruckreinigen oder Abbürsten, nicht zulässig ist. Im Privat- und Hobbybereich wird gegen diese Grundregel aus Unkenntnis der damit verbundenen Gefahren auch heute noch häufig verstoßen.

Dioxine: Bei jeder thermischen Behandlung (z.B. Verbrennung) von organischen Chlorverbindungen können polychlorierte Dioxine entstehen, von denen einige zu den gefährlichsten bekannten Umweltgiften zählen (siehe auch 3.9.2.2). Vor allem bei der Verbrennung chlorhaltiger Polymere in Abfallverwertungsanlagen ist dieses Problem evident. Zwischenzeitlich ist es jedoch gelungen, durch technische Maßnahmen die Emission von Dioxinverbindungen so weit zu reduzieren, daß nach gegenwärtigem Kenntnisstand eine direkte Gefährdung der Bevölkerung über den Luftpfad sehr gering sein dürfte.

Das zentrale rechtliche Instrument auf dem Gebiet der Luftreinhaltung ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz einschließlich der darauf gestützten Rechtsverordnungen, durch die auch die betreffenden EG-Richtlinien in nationales Recht umgesetzt werden.

3.2.2 Innenraumluft

Da sich der Mensch unter den heutigen Lebensbedingungen in Mitteleuropa größtenteils in Innenräumen aufhält, ist die Qualität der Innenraumluft für die inhalative Gesamtexposition von hoher Bedeutung. Die aus Energiespargründen sehr sinnvolle intensive Abdichtung der Fenster und Fugen behindert gleichzeitig den Austausch zwischen Innen- und Außenluft. Die Freisetzung von Schadstoffen in Innenräumen (aus Baustoffen, Haushaltschemikalien, durch Haushalts- und Handwerkstätigkeiten usw.) erhält dadurch eine wachsende Bedeutung. In Innenräumen können auch Emissionen geringer Stoffmengen zu Anreicherungen und damit zu vergleichsweise hohen Konzentrationen in der unmittelbar den Menschen umgebenden Luft führen. Im Vergleich zum Arbeitsplatz, an dem z.T. hohe Konzentrationen spezifischer Schadstoffe vorkommen, treten in Innenräumen im allgemeinen geringere Konzentrationen allerdings komplexer Stoffgemische auf. Höhere Konzentrationen können allerdings z.B. aus übermäßiger und unkritischer Anwendung von Haushaltsprodukten durch die Bewohner resultieren, aber auch von Handwerkern durch unsachgemäßes Arbeiten verursacht werden.

Der durch eine verbesserte Isolierung verringerte Luftwechsel führt oft auch zu einem Anstieg der Feuchte. Dies wiederum kann die Bedingungen für das Wachstum von Schimmelpilzen verbessern und auf diesem Weg zu gesundheitlichen Problemen beitragen. Im Gegensatz zum Arbeitsplatz sind im häuslichen Bereich Personen, zu denen gegebenenfalls auch Kranke, Ältere, Kleinkinder und Schwangere zählen, ohne professionelle Schutzmaßnahmen dauerhaft und ohne wesentliche "Erholungszeit" gegenüber Stoffen in der Atemluft exponiert. Da es sich in vielen Fällen um Expositionen bei relativ geringen Konzentrationen handelt, ist es oft schwer, einen Zusammenhang zwischen etwaigen Beschwerden und dem Aufenthalt in Innenräumen herzustellen.

Ein spezielles Problem stellen raumluftechnische Anlagen (z.B. Klimaanlage) dar, die neben Beschwerden über Zugluft oder ungünstige Temperatur und Luftfeuchte insbesondere die Verteilung von Schadstoffen, pathogenen Keimen (z.B. Legionellen) und Allergenen mit der Luft bewirken können. Eine regelmäßige Wartung der Anlagen trägt zur Verringerung von Risiken bei. Die in den letzten Jahren veränderte Innenraumluf-Situation wurde mit einer Reihe neuartiger Syndrome assoziiert, wobei ein Kausalzusammenhang mit Schadstoffen in der Innenraumluf jedoch nur bedingt gegeben ist (siehe Kapitel 2.1.6).

Vorschriften zur Verbesserung der Qualität in Innenräumen sind in verschiedenen Regelungen enthalten (z.B. Chemikaliengesetz, Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz, Pflanzenschutzgesetz, Immissionsschutzrecht und Baurecht). Ein eigenes Regelwerk für die Luftqualität in Innenräumen besteht nicht. Die im September 1992 veröffentlichte Konzeption der Bundesregierung zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen enthält umfangreiche Vorschläge für Maßnahmen in diesem Bereich. Über deren Umsetzung gibt ein im Februar 1996 vorgelegter Bericht (Bericht über den Stand der Umsetzung der Maßnahmenvorschläge der Konzeption der Bundesregierung zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen) Auskunft.

Künstliche Mineralfasern: Mineralwolle-Dämmstoffe bilden aufgrund ihrer weitverbreiteten Verwendung im Bauwesen die Gruppe mineralfaserhaltiger Produkte, mit der die Bevölkerung am ehesten in Kontakt kommt. Faserstäube aus eingebauten Mineralwolle-Dämmstoffen, die aus den bisher handelsüblichen Glaswolle- und Steinwolle-Erzeugnissen bestehen, sind nach dem in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 905 veröffentlichten Bewertungsschema in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung in der Regel als krebserzeugend einzustufen. Das von solchen eingebauten Mineralwolle-Produkten ausgehende Risiko wird weiterhin bestimmt durch die Zahl der tatsächlich freigesetzten Fasern. Aufgrund der im Rahmen eines Forschungsvorhabens festgestellten Faserfreisetzung in Gebäuden kann hierzu folgendes festgestellt werden:

Die Konzentration kritischer Produktfasern ist infolge einer Faserfreisetzung in Gebäuden bei Verwendung von Mineralwolle-Erzeugnissen in der Nutzungsphase

- *in der Regel nicht erhöht*, wenn ordnungsgemäß durchgeführte Wärmedämmungen vorliegen (Dämmstoff an der Außenwand; zweischaliges Mauerwerk mit innenliegender Dämmschicht; Anwendung im Innenraum bzw. Dachbereich hinter einer dichten Verkleidung aus Dampfsperre und z.B. Gipskarton oder Holzpaneel oder vergleichbaren Konstruktionen),

- *in der Regel mäßig erhöht*, wenn die Mineralwolle-Erzeugnisse so eingebaut sind, daß sie im Luftaustausch mit dem Innenraum stehen. Dieser Fall liegt vornehmlich bei Akustikdecken ohne einen funktionsfähigen Rieselschutz vor,
- *im Einzelfall deutlich erhöht* bis zu einigen tausend Fasern pro m³, z.B. bei bautechnischen Mängeln bzw. Konstruktionen, die nicht dem Stand der Technik entsprechen, oder vorübergehend bei baulichen Eingriffen an Bauteilen, die Mineralwolle-Produkte enthalten.

Von „Sanierungs- und Entsorgungsaktionen“ ordnungsgemäß eingebauter Materialien ist in der Regel dringend abzuraten. Eine Prüfung und gegebenenfalls Abstellung oder Beseitigung der bautechnischen Mängel sollte in den letztgenannten Fällen unabhängig von der Faserbelastung im Interesse eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes vorgenommen werden.

Bei Neubauten und nachträglichen Maßnahmen zur Wärme- bzw. Schalldämmung in Altbauten sollten generell Konstruktionen zum Einsatz gelangen, die dem aktuellen Stand der Bautechnik entsprechen und eine mögliche Verunreinigung des Innenraumes mit lungengängigen Fasern ausschließen.

Die Erkenntnisse über die krebserzeugende Wirkung der herkömmlichen Mineralfasern haben zu einer Fortentwicklung der Gefahrstoffverordnung (durch die 3. Verordnung zur Änderung der Gefahrstoffverordnung vom 12. Juni 1998) geführt, die die Herstellung und Verwendung krebserzeugender künstlicher Mineralfasern strikten Beschränkungen unterwirft. Die betroffene Industrie hat im Vorgriff auf diese rechtlichen Regelungen Ersatzprodukte entwickelt, die durch Veränderung der chemischen Zusammensetzung besser biolöslich und damit ungefährlich sind.

Formaldehyd: Holzwerkstoffe bzw. Produkte aus Holzwerkstoffen, wie z.B. Möbel, Türen, Paneele, sind neben dem Tabakrauch die wichtigste Quelle von Formaldehyd in Innenräumen. Als Holzwerkstoffe werden Spanplatten, beschichtete Spanplatten, Tischlerplatten, Furnierplatten, Faserplatten u.a. bezeichnet. Die Freisetzung von Formaldehyd ist auf solche Spanplatten und andere Holzwerkstoffe beschränkt, die aufgrund der kostengünstigeren Herstellung Klebstoffe auf der Basis von Harnstoff-Formaldehydharzen enthalten. Emissionen entstehen kurzfristig durch den Restgehalt von freiem Formaldehyd in der Spanplatte neuer Produktion und langfristig durch fortgesetzte Abspaltung von Formaldehyd aus dem Bindemittel. Die Abspaltung wird durch hohe Luftfeuchtigkeit und hohe Raumtemperaturen begünstigt.

Im gemeinsamen Formaldehydbericht des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes wurde bereits 1984 empfohlen, für die Formaldehydbelastungen durch unbeschichtete Spanplatten einen Emissionswert (unter standardisierten Bedingungen) von 0,05 ppm anzustreben. Diese Empfehlung wird seit 1992 durch die Vergabe des Umweltzeichens für „emissionsarme Holzwerkstoffplatten“ und „formaldehydarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen“ umgesetzt.

In der Chemikalienverbotsverordnung ist festgelegt, daß „Holzwerkstoffe nicht in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn die durch den Holzwerkstoff verursachte Ausgleichskonzentration des Formaldehyds in der Raumluft eines Prüfraums 0,1 ppm überschreitet. Die Ausgleichskonzentration ist nach einem Prüfverfahren zu messen, das dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht“.

Innenraumbelastungen durch Formaldehyd können in erster Linie zu konzentrationsabhängigen Schleimhautreizungen führen. Zusätzlich steht Formaldehyd unter dem Verdacht, ein krebserzeugendes Potential zu besitzen.. Die seit langem gut bekannte Toxikologie des Formaldehyds hatte dazu geführt, daß 1977 vom Bundesgesundheitsamt ein Orientierungswert für die Innenraumluft von 0,1 ppm (0,12 mg/m³) empfohlen wurde. Auch empfindliche Personen sollten hierdurch vor subjektiven Reizwirkungen geschützt werden. Besonders empfindliche Personen können Formaldehyd allerdings geruchlich bereits bei Konzentrationen unterhalb des Orientierungswertes wahrnehmen. Der Orientierungswert des BGA steht im Einklang mit den 1987 von der WHO in den *Air Quality Guidelines for Europe* publizierten Empfehlungen, wonach zur Vermeidung von Beschwerden bei empfindlichen Personen die Formaldehydkonzentrationen in Innenräumen nichtindustrieller Gebäude unter 0,1 mg/m³ liegen sollen.

Weitere formaldehydabspaltende Erzeugnisse wie Ortschaften, Parkettversiegelungen, Spanplattenmobiliar, Lacke und Farben, Textilien können, insbesondere in Kombination mit ungünstigen Raumverhältnissen (z.B. unzureichendem Luftwechsel, hoher Passivrauchbelastung), zu Überschreitungen des Richtwertes führen. Die Auswertungen der Umwelt-Surveys zeigen für alte und neue Bundesländer unterschiedliche Überschreitungshäufigkeiten (Abb. 7).

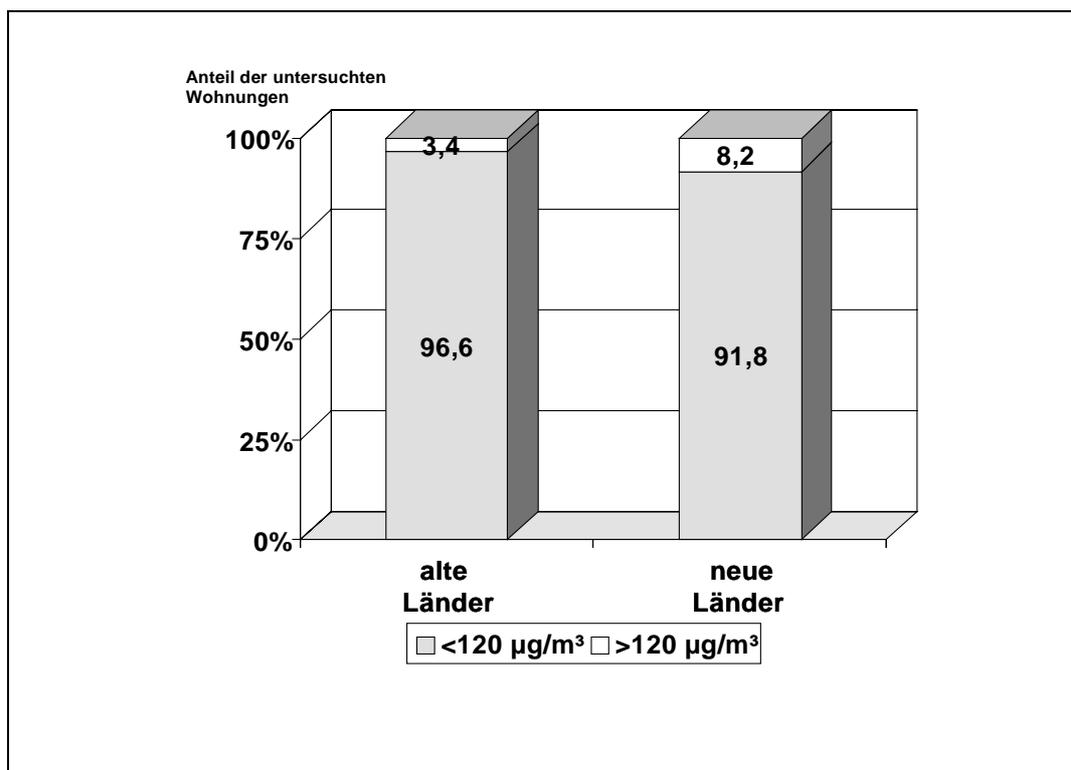


Abb. 7: Formaldehyd in der Innenraumluft - Ergebnisse des Umweltsurveys (Angaben in % der untersuchten Wohnungen, bei denen die Konzentration von 120 µg/m³ über- bzw. unterschritten wurde)

Das Problematisieren von Formaldehydkonzentrationen in der Innenraumluft erfolgt leider häufig noch nicht unter adäquater Berücksichtigung der Quelle „Tabakrauch“. Aufgrund der über den Nebenstromrauch von jeder Zigarette freigesetzten Menge von etwa 1 - 2 mg Formaldehyd können bereits durch das Rauchen von mehreren Zigaretten pro Stunde in einem 50 m³ Raum Formaldehydkonzentrationen oberhalb des z.Z. gültigen Richtwertes von 0,12 mg HCHO/m³ entstehen.

Grundsätzlich sollte jegliche unvermeidbare Einbringung von Chemikalien in Wohn- und Freizeiträume minimiert werden. Durch die Auswahl emissionsarmer Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände kann ein deutlicher Einfluß auf die Formaldehydkonzentration in der Innenraumluft ausgeübt werden.

Tabakrauch: Nach wie vor ist der Anteil der rauchenden Bevölkerung in der Bundesrepublik unerfreulich hoch. Die Zahlen aus den „Nationalen Gesundheitssurveys“ zeigen, daß in den unteren sozialen Schichten und in den Großstädten besonders viel geraucht wird. Da 1996 in der Bundesrepublik Deutschland täglich rund 373 Millionen Zigaretten geraucht wurden und 17,5 Millionen Nichtraucher in häuslicher Gemeinschaft mit einem oder mehreren Rauchern lebten, stellt der Tabakrauch insbesondere in Kombination mit weiteren negativen Einflußgrößen wie „kleine Wohnung“, „schlechtes Lüftungsverhalten“ etc. eines der zentralen gesundheitlichen Problemfelder der Innenraumluftqualität dar. Besonders gravierend ist hierbei, daß der Anteil der tabakrauchexponierten Kinder unter 15 Jahren mit über 50 % der höchste aller Bevölkerungsgruppen ist (Daten des Mikrozensus, 1995).

Ein großer Teil der vielen hundert partikel- oder gasförmigen chemischen Verbindungen des Tabakrauchs ist für den Menschen gesundheitsschädlich; zahlreiche Verbindungen sind krebserzeugend oder stehen in dem begründeten Verdacht, ein krebserzeugendes Potential zu besitzen. Da viele Stoffe im sog. Nebenstromrauch glimmender Zigaretten in höherer Konzentration enthalten sind als in der „Zugphase“ des Rauchens (= Hauptstromrauch), kann es trotz des Verdünnungseffektes in der Raumluft bei Passivrauchexponierten zu gesundheitsrelevanten Belastungen kommen. Dies wird beispielsweise durch den Nachweis von Stoffwechselprodukten des Nikotins in Blut, Urin und Speichel bei Nichtrauchern belegt.

Das Ausmaß der gesundheitlichen Beeinträchtigungen hängt vom Umfang der Exposition und der Empfindlichkeit besonderer Risikogruppen (Asthmatiker, Säuglinge etc.) ab. Bei kurzfristiger Exposition treten vor allem Reizwirkungen auf Augen-, Nasen- und Rachenschleimhäute, Schwindel und Kopfschmerzen auf. Bei chronischer Exposition weisen epidemiologische Studien auf Zusammenhänge mit dem Auftreten bzw. der Verschlechterung von Atemwegserkrankungen hin:

- Erkrankungssymptome der Atemwege wie Husten, Giemen, Rasselgeräusche etc. kommen gehäuft bei Kindern rauchender Eltern vor.
- Kinder rauchender Eltern zeigen eine erhöhte Infektanfälligkeit, neigen gehäuft zu pulmonalen Komplikationen bei Atemwegsinfekten und sind hierdurch besonders prädisponiert für spätere chronisch obstruktive Lungenerkrankungen.

- Bei asthmakranken Kindern steht die Häufigkeit und die Schwere der Anfälle im Zusammenhang mit dem Rauchverhalten der Eltern. Auch die Quote der Neuerkrankungen scheint unter Passivrauchbelastung anzusteigen.
- Eine signifikante Zunahme der Häufigkeit von Mittelohrentzündungen kann bei passivrauchbelasteten Kindern nachgewiesen werden.
- Es wird ferner diskutiert, daß es unter einer Passivrauchbelastung zu einer erhöhten Rate an Früh-, Fehl- und Totgeburten kommt, eine höhere perinatale Sterblichkeit vorliegt und auch das Risiko für plötzlichen Kindstod erhöht ist.

Die Mehrzahl der zahlreichen bis heute vorliegenden epidemiologischen Studien ergab inzwischen einen mehr oder weniger deutlichen Zusammenhang zwischen Passivrauchen und Lungenkrebs. Das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) schätzt, daß in der Bundesrepublik Deutschland jährlich etwa 400 Lungenkrebstodesfälle bei Nichtrauchern auf Passivrauchen zurückzuführen sind.

Durch langjährige Passivrauchexposition scheint auch das Risiko, von einer koronaren Herzerkrankung betroffen zu werden, im Mittel um 25 bis 30 % erhöht zu sein.

In ihrer Gesamtheit reichen die vorliegenden Kenntnisse über die Schadstoffaufnahme durch Passivrauchen zur Begründung gesetzlicher und administrativer Maßnahmen aus. Die Risiken durch Tabakrauch in der Innenraumluft sind unnötig und vermeidbar.

Flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds, VOC): VOC werden aus einer Vielzahl von Produkten emittiert, so z.B. aus Baumaterialien, Ausstattungsmaterialien, Lacken, Farben, Kleber, Haushalts- und Hobbyprodukten. Im Rahmen der Studie „Messung und Analyse von Umweltbelastungsfaktoren in der Bundesrepublik Deutschland 1985/86“ (1. Umwelt-Survey) wurden in 479 Wohnräumen von ausgesuchten Haushalten auch die VOC-Konzentrationen ermittelt. Der Mittelwert der Summe aller identifizierten organischen Verbindungen lag bei ungefähr 0,4 mg/m³, wobei sich der Bereich von 0,1 bis 2,7 mg/m³ erstreckte. Auch andere Studien bestätigen diese Ergebnisse, wobei die Konzentrationen der Einzelstoffe in der Regel unter 50 µg/m³ - meist sogar unter 5 µg/m³ - liegen. Jedoch können besonders in Neubauten oder nach Renovierungen wesentlich höhere Konzentrationen auftreten. Da bei Vorliegen erhöhter VOC-Konzentrationen zumindest mit Beschwerden über Geruchswahrnehmungen und akuten Reizerscheinungen an Schleimhäuten von Nase, Augen und Rachen gerechnet werden muß, sollten alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, VOC-Emissionen zu minimieren. In diese Anstrengungen sind auch schwerer flüchtige organische Verbindungen, die z. B. als Weichmacher für Kunststoff Anwendung finden, einzubeziehen. Solche Verbindungen werden insbesondere an Staub adsorbiert und können mit diesem aufgenommen werden (zu weiteren Innenraumluftverunreinigungen s.a. Kapitel 3.8.1 und 3.8.2).

Empfehlungen

Außenluft

- Reduktion verkehrsbedingter Immissionen (Maßnahmeoptionen sind beispielsweise verkehrslenkende Maßnahmen, Städteplanung mit dem Ziel der Verkehrsreduzierung, Tempolimits, deutliche-

re Begünstigung emissionsarmer Kraftfahrzeuge und des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs)

- Vorrangige Verminderung der Dauerbelastung; sekundär Bekämpfung der Spitzenkonzentrationen
- Erfassen gesundheitlicher Wirkungen bei Einführung neuer Technologien
- Förderung des zügigen Ersatzes alter Hausfeuerungsanlagen durch moderne Systeme insbesondere in den neuen Bundesländern
- Weitere Forschungsarbeiten über Wirkungsschwellen, insbesondere von Stäuben mit geringem Teilchendurchmesser
- Untersuchung der Wirkung biologischer Luftverunreinigungen
- Untersuchung von Kombinationswirkungen

Innenraumlufte (siehe auch Maßnahmenvorschläge der Innenraumlufte-Konzeption

- Minderung der Passivrauchbelastung
- Verminderung potentiell gesundheitsschädlicher Emissionen aus Baumaterialien, Möbeln, Einrichtungsgegenständen und anderen häufig im Innenraum verwendeten Stoffen (z.B. Holzschutzmittel, Insektizide, Flammschutzmittel, Weichmacher) (Optionen: Prüfung und Bewertung der gesundheitlichen Wirkungen von Bauprodukten, Einführung gesundheitsbezogener Kennzeichnungssysteme für den Verbraucher)
- Maßnahmen zur Minderung der mikrobiellen Kontamination (Schimmelpilze)
- Beurteilung von Lüftungssystemen bezüglich der möglichen gesundheitlichen Auswirkungen, vor allem bei Langzeitbetrieb
- Weitere Untersuchungen über allergene Luftschadstoffe
- Qualitätssicherung für die umweltmedizinische/baubiologische Beratung des Verbrauchers
- Bewertung potentieller nachteiliger Einflüsse der Niedrigenergiebauweise auf die Innenraumluftequalität

3.3 Strahlung

Strahlung wird im Kontext dieses Programms in ionisierende, nichtionisierende und UV-Strahlung unterteilt. Bei der ionisierenden Strahlung wird die Kernenergie nicht thematisiert, da die aus dem Normalbetrieb deutscher Kernkraftwerke resultierende Strahlung nach aller Erkenntnis kein prioritäres umweltmedizinisches Problem darstellt. Die Vermeidbarkeit von Störfällen und ihren Folgen, die ungeklärte Entsorgungsproblematik mit der Verlagerung der Probleme auf zukünftige Generationen und damit die Frage nach der Akzeptabilität von Kerntechnik überhaupt ist in Deutschland über viele Jahre äußerst kontrovers diskutiert. Im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit kann

diese Diskussion nicht aufgegriffen werden. Die jetzige Bundesregierung hat in ihrem Regierungsprogramm den Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen.

3.3.1 Ionisierende Strahlung

Ionisierende Strahlung wird durch Aktivitäten des Menschen „künstlich“ erzeugt, ist aber auch ein natürlicher Bestandteil der Umwelt. Zur Exposition des Menschen tragen maßgeblich die Inhalation des natürlichen radioaktiven Gases Radon, die Ingestion natürlicher Radionuklide mit den Lebensmitteln sowie die terrestrische und die kosmische Strahlung bei. Aus der Anwendung ionisierender Strahlen in Medizin, Forschung und Technik resultiert eine zusätzliche Strahlenexposition, die wesentlich vom jeweiligen Verwendungszweck abhängt. Außerdem kann berufliche Tätigkeit (z.B. Phosphatdünger-Herstellung, Uranbergbau) zu einer Strahlenexposition führen. Im allgemeinen bleibt diese berufliche Exposition jedoch im Streubereich geographischer Unterschiede der natürlichen Strahlung. Die mittlere effektive Äquivalentdosis der Bevölkerung in Deutschland durch alle (künstliche und natürliche) Strahlenquellen, die zur Zeit bei ca. 4 mSv pro Jahr liegt, setzt sich wie in Tabelle 7 aufgeführt zusammen.

Tab. 7: Mittlere Strahlenbelastung in Deutschland aus natürlichen und künstlichen Quellen

Quelle	Äquivalentdosis [mSv]
terrestrische Strahlung	0,4
kosmische Strahlung (Meereshöhe)	0,3
Inhalation von Radon-Folgeprodukten	1,4
Ingestion natürlicher radioaktiver Stoffe	0,3
Fall-out Kernwaffenversuche	<0,01
Anwendung Strahlenquellen d. Technik	<0,01
berufl. Strahlenexposition	<0,01
Anwendung Strahlung in Medizin	1,5

Für den Strahlenschutz sind zwei Wirkungsarten der Strahlung von besonderer Bedeutung:

- die deterministische Strahlenwirkung beruht auf der Fehlfunktion oder dem Verlust der Gewebefunktion in den Organen und ist hauptsächlich durch Zellverlust bedingt. Nachdem eine Schwellendosis überschritten wurde, nimmt ihre Wirkung mit der Dosis zu. Die Schwellendosen liegen jedoch so hoch, daß deterministische Strahlenwirkungen nur bei einem Unfall erwartet werden können.
- die stochastische Strahlenwirkung manifestiert sich erst Jahre und Jahrzehnte nach einer Einwirkung. Zur stochastischen Strahlenwirkung zählen die Induktion von Leukämie, Krebs und vererbaren Schäden. Es wird hierbei davon ausgegangen, daß die Wahrscheinlichkeit für die Induktion bösartiger Neubildungen und vererbbarer Schäden proportional mit der Dosis zunimmt und keine Schwellendosis besteht.

Bei Bestrahlung von Schwangeren besteht zusätzlich das Risiko einer fruchtschädigenden Wirkung (Induktion von Fehlbildungen bei den Nachkommen), die von der Dosis und dem Zeitpunkt der Exposition abhängt. Teratogene Strahlenwirkungen manifestieren sich u.a. als Fehlbildungen, geistige

Retardierungen und frühkindliche Leukämien, wobei die Exposition in der 8. bis 15. Schwangerschaftswoche besonders relevant ist.

Ionisierende Strahlung und Gesundheit

Epidemiologische Studien zum Strahlenrisiko: Da sich die von der Strahlung ausgelösten Krebserkrankungen und genetischen Schäden nicht von den spontan entstandenen unterscheiden lassen, können sie nur durch statistische Sicherung der relativen Häufung bei Bestrahlten gegenüber Nichtbestrahlten wahrscheinlich gemacht werden. Untersuchungen, in denen es gelungen ist, bei bestrahlten Menschen epidemiologisch Erbschäden nachzuweisen, liegen bisher nicht vor. Für genetische Strahlenschäden gibt es somit bisher keine streng gesicherten, am Menschen gewonnenen Erkenntnisse. Selbst in Hiroshima und Nagasaki konnte bisher bei Nachkommen der Überlebenden der Atombombenexplosion keine erhöhte Rate vererbbarer Erkrankungen festgestellt werden. Daß ionisierende Strahlen genetische Schäden und Krebs auslösen, ist dagegen am Tier eindeutig belegt. Die Abschätzungen des genetischen Strahlenrisikos für den Menschen stammen daher aus experimentellen Untersuchungen an Mäusen. Hinsichtlich des strahlenbedingten Leukämie- und Krebsrisikos basieren die Abschätzungen hingegen vorwiegend auf den Auswertungen von Daten, die im Rahmen von epidemiologischen Untersuchungen an japanischen Atombomben-Überlebenden erhoben wurden. Weitere epidemiologische Untersuchungen zum strahlenbedingten Krebsrisiko wurden bei Patienten, die zur Diagnostik und Therapie bestrahlt wurden, bei beruflich strahlenexponierten Personen sowie bei Personen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen durchgeführt.

In den vergangenen Jahren wurden mehrfach Berichte über Strahleneffekte bei Personengruppen publiziert, die niedrigen Strahlendosen ausgesetzt waren und bei denen vermehrt Leukämie, Krebs, teratogene oder genetische Schäden beobachtet wurden. Einige Studien beziehen sich auf Personen, die in der Umgebung kerntechnischer Anlagen leben, aus medizinischen Gründen bestrahlt wurden oder in Gebieten mit relativ hoher natürlicher Strahlung wohnen. Die meisten dieser Studien sind kritisch zu betrachten, da sie methodische Schwächen aufweisen. Insgesamt haben epidemiologische Studien im Bereich kleiner Dosen, obwohl sie für den Strahlenschutz eine große Bedeutung haben können, wenig zu den quantitativen Risikoabschätzungen beigetragen.

Von den Risikofaktoren der Umwelt gehört die ionisierende Strahlung zu denjenigen, die am besten untersucht sind. Deterministische Strahlenwirkungen wie Erythem, Beeinträchtigung der Blutbildung, Linsentrübungen sind nur bei hohen Dosen, wie sie in Unfallsituationen auftreten, von Bedeutung. Ob im Bereich niedriger Dosen (unter 100 mSv) zusätzliche Leukämien, Krebserkrankungen und genetischer Schäden auftreten, läßt sich nicht mit Sicherheit ausschließen. Bei Schwangeren ist möglicherweise zudem mit teratogenen Strahlenwirkungen zu rechnen. Auf der Grundlage zahlreicher epidemiologischer Studien kann abgeschätzt werden, daß rund zwei bis vier Prozent aller tödlich verlaufenden Krebserkrankungen durch natürliche Strahlung verursacht werden; der Anteil der durch die Technik bedingten tödlichen Krebserkrankungen liegt weit unter einem Prozent.

Radon: Als wesentlicher Faktor aus der Gesamt-Strahlen-Belastung des Menschen wird hier das Radon behandelt. Die geologische Formation der Erdkruste enthält in unterschiedlichen Konzentrationen natürliches radioaktives Uran und Thorium. Beide Radionuklide bilden bei ihrem Zerfall gasförmiges Radon, das direkt aus den obersten Erdschichten in die Außenluft oder in Gebäude entweicht und sich in geschlossenen Räumen anreichern kann. Für die Radonkonzentration in Gebäuden ist die Exhalation aus Baustoffen i.a. von untergeordneter Bedeutung.

Radon zerfällt unter Aussendung von Alpha-Strahlen in kurzlebige radioaktive Zerfallsprodukte (Schwermetalle), die in den Atemtrakt des Menschen gelangen und dort die empfindliche Schleimhaut der Bronchien und Lungen bestrahlen. Die mittlere effektive Dosis durch Radon und seine Zerfallsprodukte liegt für die Bevölkerung Deutschlands im Mittel bei 1,4 mSv pro Jahr und liefert damit den Hauptbeitrag zur durchschnittlichen gesamten natürlichen Strahlenexposition. An Hand zahlreicher epidemiologischer Studien ist der dadurch bedingte Anteil an der gesamten Lungenkrebs-Sterblichkeit auf bis zu 10 Prozent geschätzt worden.

Um die Exposition der Bevölkerung durch Radon und seine Zerfallsprodukte zu ermitteln, wurden in den Jahren 1978 bis 1984 in den alten Bundesländern in jeder 5.000. Wohnung die Radonkonzentrationen bestimmt. In ca. 1 bis 2 Prozent der Wohnungen wird der von der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) definierte Normalbereich (bis 250 Bq/m³) überschritten. Der Mittelwert von rund 50 Bq/m³ in den Wohnungen ist um den Faktor 3 höher als die natürliche Radonkonzentration in der Außenluft. In den neuen Bundesländern wurden ergänzend in den Jahren 1991 bis 1993 in ca. 1.500 zufällig ausgewählten Wohnungen Radon-Langzeitmessungen durchgeführt. Die Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentrationen entspricht im wesentlichen der in den alten Bundesländern, jedoch mit dem Unterschied, daß in einzelnen Gebieten aufgrund des besonderen Einflusses spezieller Radonquellen (Bergbau, Halden etc.) Wohnungen mit erhöhten Konzentrationen häufiger vorkommen. In Einzelfällen wurden Spitzenwerte von mehr als 100.000 Bq/m³ Radon festgestellt. Deutliche regionale Unterschiede ergeben sich auch aus den verschiedenen geologischen Verhältnissen in Deutschland. Bei Bergleuten, die unter Tage langanhaltend einer hohen Konzentration von Radon und seiner Zerfallsprodukten ausgesetzt waren, wurden gehäuft Lungenkrebs und andere Krebsformen festgestellt. Die direkte Übertragung der an Bergleuten gewonnenen Befunde auf die Gesamtbevölkerung ist jedoch aus methodischen Gründen nicht statthaft, weil

- in der Bevölkerung auch Frauen und Kinder exponiert werden, bei den Bergarbeiter-Studien jedoch nur Männer erfaßt sind, die außerdem bei der Einstellung gesünder als der Durchschnitt der Bevölkerung waren;
- sich die physiologischen Bedingungen für Beschäftigte im Bergbau von denen in Wohnungen für die Bevölkerung stark unterscheiden (z.B. Atemrate, Feuchtigkeit der Luft etc.);
- im Bergbau nicht nur der Risikofaktor Radon, sondern zusätzlich Stäube, Explosionsgase etc. vorlagen und damit nicht ausgeschlossen werden kann, daß Lungenkrebs die Folge eines synergistischen Effektes ist. So gibt es Hinweise auf einen synergistische Effekt von Rauchen und Strahlenexposition bei der Lungenkrebsentstehung.

Die Unsicherheiten in der Risikoabschätzung für die Bevölkerung und in der Bewertung der sozioökonomischen Aspekte drückt sich in der unterschiedlichen Höhe der Radonkonzentration aus, die von den verschiedenen nationalen und internationalen Strahlenschutzorganisationen als Grenze für eine Sanierung von Gebäuden festgelegt wurde (Tabelle 8). Die Werte reichen von 150 Bq/m³ (EPA, USA) bis 1.000 Bq/m³ (Schweiz). Außerdem unterscheiden sich die Werte in ihrem Charakter als Empfehlung, Eingreifrichtwert, gesetzlicher Grenzwert etc..

Tab. 8: Empfohlene Richtwerte für die Radonkonzentration (jährliche Durchschnittswerte) in Wohnungen aus verschiedenen Ländern (Angaben in Bq/m³)

Land	Bestehende Wohnungen	Neubauten
Deutschland	250	250
England	200	200
Frankreich	-	-
Österreich	400	200
Kanada	800	-
Schweden	400	200
Schweiz	1000	-
USA	150	150

Empfehlungen zur Begrenzung der Radon-Exposition der Bevölkerung wurden unter anderem von der Strahlenschutzkommission 1988 und 1994 veröffentlicht („Strahlengrundsätze zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Gebäuden“) sowie 1990 von der Kommission der Europäischen Union („Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexposition innerhalb von Gebäuden“; 90/143/Euratom).

Auf der Grundlage der Euratom-Richtlinie zur „Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen“ (1996) wird derzeit die Strahlenschutzverordnung novelliert.

3.3.2 Nichtionisierende Strahlung

Unter dem Begriff „nichtionisierende Strahlung“ werden elektromagnetische Felder und optische Strahlung im Energiebereich < 12.4 eV (d.h. mit Wellenlängen > 100nm) zusammengefaßt. Expositionen in diesem Bereich ist der Mensch seit jeher durch seine Umwelt ausgesetzt (statisches Magnetfeld der Erde, ultraviolette Strahlung der Sonne). In den letzten Jahrzehnten hat eine rasante technische Entwicklung dazu geführt, daß zunehmend nichtionisierende Strahlung aus nahezu allen Energiebereichen in unserer Umwelt auftreten. Diese Einwirkungen können bei ausreichender Intensität

gesundheitliche Auswirkungen haben. Die besondere Besorgnis der Bevölkerung gilt möglichen bislang nicht nachgewiesenen Wirkungen schwacher Felder, die z.B. von Energieversorgungseinrichtungen und modernen Telekommunikationsanlagen ausgehen können. Aufgrund der unterschiedlichen Wirkungen in verschiedenen Energiebereichen wird die nichtionisierende Strahlung in entsprechende Teilbereiche (niederfrequente und hochfrequente Felder, optische Strahlung) eingeteilt.

3.3.2.1 Elektromagnetische Felder

Die Frage, ob sich elektrische und magnetische Felder, die stets in der Umgebung elektrischer Leitungen auftreten, auf die Gesundheit insbesondere der Bewohner privater Haushalte bzw. der Anwohner von Hochspannungsleitungen auswirken, wird seit etwa 1980 stärker diskutiert. Im Nachgang zur technischen Entwicklung werden nunmehr Schutzkonzepte entwickelt, die auch für die Zukunft Bestand haben sollen.

Geradezu stürmisch entwickeln sich Nachrichtenübertragungen und Funktechnik in der Gegenwart. Ganz gezielt werden dazu hochfrequente elektromagnetische Felder erzeugt und ihre Eigenschaften ausgenutzt. Eine wichtige Aufgabe des Strahlenschutzes besteht hier bereits im Vorfeld der technischen Entwicklung, noch bevor ihre flächendeckende Ausbreitung erfolgt ist. Die Grenzwerte müssen so festgelegt werden, daß niemand durch die Anwendung moderner Kommunikationsmittel gesundheitlichen Schaden erleidet.

Aus dem Blickwinkel des Strahlenschutzes sind die verschiedenen Typen nichtionisierender Strahlung, ihre Eigenschaften und unterschiedlichen Wirkungen jeweils gesondert zu betrachten. Zur Unterscheidung der verschiedenen Strahlungsarten dienen ihre Wellenlänge und ihre Frequenz - das heißt, die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde. Strahlungsarten mit hoher Frequenz sind energiereich.

Niederfrequente Felder: Elektrischer Strom wird über weite Wege vom Kraftwerk über verschiedene Verteilernetze bis in die Haushalte transportiert. Stets treten beim Transport elektrischer Energie in der Umgebung von Hochspannungsleitungen elektrische und magnetische Felder auf. Je höher dabei die Übertragungsspannung ist, desto höher ist die elektrische Feldstärke, die sich zwischen Leiterseil und dem Untergrund ausbilden kann. In der Umgebung der Hochspannungsleitungen verringert sich das elektrische Feld rasch mit jedem Meter Entfernung von den Leiterseilen. Bei Freileitungen nimmt die Feldstärke mit zunehmendem Abstand der Leiterteile zum Boden ab.

Bäume, Sträucher, Unebenheiten im Gelände oder Häuser verzerren das elektrische Feld unter Hochspannungsleitungen. Spitzenwerte sind deshalb nur an einigen Stellen anzutreffen. In unmittelbarer Nähe von Hochspannungsleitungen wird der Grenzwert für die elektrische Feldstärke von 5 kV/m nicht in jedem Einzelfall eingehalten. Beispiele dafür sind dort anzutreffen, wo die Freileitungen in kleinräumigen Bereichen am stärksten durchhängen. Diese Bereiche sind in der Regel nicht bebaut. Nur Messungen vor Ort liefern jedoch Klarheit darüber, wie hoch die elektrische Feldstärke im Ein-

zelfall tatsächlich ist. Wissenswert in diesem Zusammenhang: Das Baumaterial der Hauswände schirmt bis zu 90 Prozent des von außen wirkenden Feldes nach innen ab.

Die magnetischen Flußdichten in der Umgebung von Hochspannungsleitungen und Transformatorstationen sind dann am höchsten, wenn der meiste Strom verbraucht wird - zu den Spitzenzeiten des Energieverbrauchs. Selbst dabei treten jedoch äußerst selten Magnetfelder auf, die in die Nähe des in der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) festgelegten Grenzwertes (100 μ F) gelangen. Auch die magnetischen Flußdichten verringern sich deutlich mit jedem Meter Entfernung von den Hochspannungsleitungen.

In der Öffentlichkeit werden eine Vielzahl von direkten und indirekten Wirkungen der niederfrequenten Felder auf den Menschen diskutiert. Dabei stehen langfristige Wirkungen wie ein denkbares krebserzeugendes Potential im Vordergrund. Epidemiologische Untersuchungen deuten allenfalls auf ein geringes Krebsrisiko hin. Ein Mechanismus für die Krebsentstehung bzw. Förderung der Krebsentstehung ist bisher nicht nachgewiesen worden. Bei Laborversuchen konnte ein Wirkungsmechanismus nicht nachgewiesen werden. Indirekte Effekte, z.B. bei Annäherung an große leitfähige Gegenstände (z.B. ein Auto) in einem starken Feld, können über eine Funkenentladung zu Belästigungen bis hin zu ernsthaften gesundheitlichen Beeinflussungen, dem elektrischen Schlag, der den Tod zur Folge haben kann, führen. Diese Art der indirekten Wechselwirkung hat im Einzelfall ein weitaus höheres Gefährdungspotential als die direkte Exposition im Alltag.

Offene Fragen aus wissenschaftlichen Untersuchungen geben dennoch Anlaß, über weitere Maßnahmen nachzudenken. Aus experimentellen Untersuchungen - vor allem an Tieren und Zellkulturen - gibt es Hinweise auf biologische Wirkungen bei speziellen Feldbedingungen. Akute Gesundheitsgefahren sind jedoch beim Einwirken schwacher Magnetfelder für den Menschen nicht zu befürchten. Untersucht wird derzeit vorrangig, ob Spätfolgen bei Dauereinwirkungen möglich sind. Es wurde diskutiert - und bedarf noch nachvollziehbarer experimenteller Untersuchungen - ob schwache Magnetfelder den Verlauf von Krebserkrankungen beeinflussen können.

Um diese Fragen endgültig zu klären, wird weiter geforscht. Nach Sichtung aller vorliegenden Befunde und Studien kamen die anerkannten internationalen Strahlenschutzgremien bisher zu dem Schluß, daß ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Krebserkrankungen und niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung nicht erwiesen ist.

Hochfrequente elektromagnetische Felder: Die modernen Techniken der Informationsübertragung, der Funknavigation und der Funküberwachung stellen die Hauptquellen der umweltrelevanten hochfrequenten elektromagnetischen Felder dar. Dabei wird die Eigenschaft hochfrequenter Strahlung, Energie in teilweise weit entfernte Gebiete mit Lichtgeschwindigkeit zu übertragen, für die Nachrichtenübermittlung ausgenutzt, z.B. für Rundfunk, Fernsehen, Mobilfunk. Im elektromagnetischen Spektrum ist der hochfrequente Strahlungsbereich zwischen etwa 100 Kilohertz (kHz) und 300 Gigahertz (GHz) angesiedelt.

Rundfunk und Fernsehsender verursachen in der Umwelt im Mittel nur geringe Expositionen. Feldverzerrungen durch metallische Objekte verursachen im Einzelfall lokal erhöhte Feldstärken. Diese Effekte sollen soweit wie möglich bei der Genehmigung von Sendeanlagen berücksichtigt werden. Die Strahlenexposition durch Radarsysteme, die sehr starke Hochfrequenz-Felder erzeugen, ist aufgrund der Rotation der Antenne und der pulsformigen Abstrahlung meist nur gering.

Im Haushalt stellen Mikrowellenherde die häufigste Quelle hochfrequenter Strahlung dar. Obwohl die Betriebsleistungen sehr hoch sind (bis über 1 kW), tritt wegen der sehr effizienten Abschirmung nur eine geringe Leckstrahlung aus den Geräten aus. Bildschirme geben ein breites Spektrum elektromagnetischer Strahlung ab; im Arbeitsabstand liegen aber alle Strahlenwerte unter den Grenzwerten. In den letzten Jahren ist als neue Quelle der digitale Mobilfunk hinzugekommen.

Wesentliche Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder ist die Gewebeerwärmung, der der Organismus mit einer ganzen Reihe von Reaktionen entgegenwirken kann, u.a. mit Schwitzen und erhöhter Durchblutung. Eine lange anhaltende Erwärmung der Augen kann zu grauem Star und anderen Augenerkrankungen führen. Diese Wirkungen sind bei den allgemein vorherrschenden Feldstärken, denen die Bevölkerung ausgesetzt ist, jedoch nicht zu erwarten.

Breiten Raum in den Diskussionen über mögliche gesundheitliche Auswirkungen nehmen neben den oben beschriebenen thermischen Wirkungen die sogenannten nichtthermischen Effekte ein, insbesondere wenn es sich um gepulste Felder handelt. Sowohl Wirkungen auf einzelne Zellen als auch auf die Umgebung von Zellwänden sind bekannt. Bevor diese aber wirksam werden, setzt z.B. im Bereich der Fernseh- und Mobilfunkfrequenzen bereits die Wärmewirkung ein. Die Pulsenergie ist begrenzt, um mögliche negative Effekte zu vermeiden. Weitere Untersuchungen zu möglichen negativen Effekten werden durchgeführt.

Epidemiologische Untersuchungen haben bisher keine Hinweise auf gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder gezeigt. Untersuchungen, die eine Beeinflussung von Gehirnstromaktivitäten durch elektromagnetische Felder gezeigt haben, konnten durch Überprüfungen nicht bestätigt werden.

Schutzempfehlungen wurden von der Strahlenschutzkommission („Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung“ von 1995 und „Schutz der Bevölkerung bei Exposition durch elektromagnetische Felder (bis 300 GHz)“ von 1998) sowie von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierenden Strahlen (ICNIRP) „Richtlinien für die Begrenzung der Exposition durch zeitlich veränderte elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (bis 300 GHz)“, 1998, herausgegeben neben verschiedenen Veröffentlichungen der Weltgesundheitsorganisation.

3.3.2.2 UV-Strahlung

UV-Strahlung ist der energiereichste Teil der optischen Strahlung und umfaßt die Wellenlängenbereiche UV-A von 400 bis 315 nm, UV-B von 315 bis 280 nm und UV-C von 280 nm bis 100 nm. Die

sich im Gefolge der UV-Strahlung einstellenden photochemischen Veränderungen sind z.B. am genetischen Material, der DNS, zumeist destruktiv und können im UV-C- und UV-B-Bereich schon durch geringe Intensitäten induziert werden. Es kann dadurch zu Mutationen und letztlich auch zur Krebsentstehung kommen.

Natürliche UV-Strahlung: Die Sonne ist die wichtigste UV-Strahlenquelle. Obwohl von ihr im Vergleich zu künstlichen Strahlenquellen nicht die höchste Intensität ausgeht, ist diese jedoch in Bodennähe immer noch ausreichend hoch, um auch negative Einflüsse auf die Gesundheit des Menschen und auch auf Ökosysteme auszuüben. Eine Verdünnung der Ozonschicht und eine damit verbundene Zunahme der solaren UV-Strahlung würde diesen Einfluß weiter erhöhen. Demzufolge ist die solare UV-Strahlung ein wichtiger, ständig zu überwachender Umweltparameter und einer kontinuierlichen strahlenhygienischen und ökologischen Bewertung zu unterziehen. Die in Bodennähe auftretende solare UV-Strahlung ist von vielen Einflußgrößen abhängig. Die wichtigsten sind: Sonnenstand, Gesamtzongehalt der Atmosphäre, Bewölkung, Konzentration der Luftverunreinigungen, Albedo (Rückstreu- und Reflexionsvermögen) und Höhe über NN. Nur die UV-A-Strahlung gelangt fast vollständig zur Erdoberfläche.

Artifizielle UV-Strahlung: Die mit künstlichen UV-Strahlungsquellen erzeugten photochemischen Prozesse werden größtenteils für technische (Desinfektion, Lackhärtung u.a.), medizinische (Behandlung von Schuppenflechte, Rheuma u.a.) und kosmetische (Hautbräunung; Solarien) Zwecke genutzt. Artifizielle UV-Strahlungsquellen können so hohe biologisch wirksame UV-Intensitäten abstrahlen, daß z.B. Erytheme (Hautrötungen) schon nach Bestrahlungszeiten von unterhalb 1 Minute auftreten können.

UV-Strahlung und Gesundheit (s.a. Kap. 3.11.3)

Die Exposition des Menschen durch Sonnenstrahlung kann zu akuten und chronischen Wirkungen auf die Gesundheit führen, wovon hauptsächlich Haut, Augen und Immunsystem betroffen sind. Vordringliche Gesundheitsprobleme im Zusammenhang mit der UV-Exposition sind Hautkrebs und Katarakt (grauer Star), wobei Hautkrebs die weitaus schwerwiegendste Spätfolge der UV-Bestrahlung ist. Möglicherweise lassen sich zwei Wege der Photokarzinogenese unterscheiden. Einerseits kann die kumulative Wirkung einer lebenslänglichen UV-Exposition von Bedeutung sein (Basalzell- und Plattenepithelkarzinom), andererseits kann aber auch eine zeitlich begrenzte (frühkindliche) exzessive Bestrahlung karzinogen wirken (evtl. maligne Melanome).

Die Empfindlichkeit der menschlichen Haut gegenüber der UV-Strahlung ist individuell verschieden. Durch Hornschichtverdickung und Pigmentierung kann sich die Haut in gewissen Grenzen gegenüber der UV-Strahlung schützen. Dieser Schutz hat nach 10-12-tägiger Bestrahlung, jeweils unterhalb der minimalen erythemalen Dosis, seine höchste Wirkung erreicht. Im Vergleich zu Erwachsenen ist die Haut von Kindern empfindlicher und reagiert entsprechend stärker. Auch einige Erkrankungen führen zu erhöhter UV-Empfindlichkeit der Haut.

In der Bundesrepublik Deutschland erkranken ca. 100.000 Menschen/Jahr an Hautkrebs, davon ca. 10 % an malignen Melanomen. Diese haben zwar eine weitaus geringere Prävalenz als Nicht-Melanom-Krebsarten, sind aber die hauptsächliche Todesursache durch bösartige Neubildungen der Haut bei Menschen mit weißer Hautfarbe. Die Tendenz ist steigend und spiegelt einen weltweit beobachteten Trend wider. Als wesentliche Ursache wird das geänderte Sozial- und Freizeitverhalten der Bevölkerung in den letzten Jahrzehnten angesehen. Ein weiterer gesundheitlicher Aspekt resultiert aus der Erhöhung der UV-Belastung infolge des Abbaus der Ozonschicht. In Hochrechnungen wird unter der Voraussetzung einer 1%igen Abnahme der Gesamtozonschicht eine Zunahme des UV-induzierten Hautkrebses von 1 % für das maligne Melanom und von 3 % für das Basalzell- und Plattenepithelkarzinom prognostiziert.

Anders als die Haut, die sich teilweise an die UV-Bestrahlung anpassen kann, hat das Auge keinen vergleichbaren Abwehrmechanismus. Bezüglich der UV-Exposition spielt die Reflexion durch den Erdboden für die Augen die wichtigste Rolle, wie das Phänomen der Schneeblindheit zeigt. Die von Grasböden rückgestreute UV-Strahlung beträgt ca. 5 %, die von Sandböden bis zu 20 % und die von verschneiten Böden bis zu 90 %. In Laboruntersuchungen wurden UV-induzierte katarakterzeugende Effekte nachgewiesen, was insofern von Bedeutung ist, als die Katarakt weltweit die häufigste Ursache von Erblindungen ist. In epidemiologischen Studien konnte diese Beziehung bisher allerdings nicht verifiziert werden.

Hinsichtlich der Wirkung von UV-Strahlung auf das Immunsystem liegen nur vorläufige Daten vor.

Empfehlungen zu einem wirksamen Schutz gegen erhöhte UV-Strahlung haben unter anderem das Bundesamt für Strahlenschutz, die Strahlenschutzkommission („Praktische Verhaltensempfehlungen zum Schutz vor Hautkrebs“ 1990; „Schutz des Menschen bei Sonnenbestrahlung und bei Anwendung von UV-Bestrahlungsgeräten“ 1993, „Praktische Anwendung des UV-Index“ 1996, „Schutz des Menschen vor UV-Strahlung“ 1997) und das Internationale Komitee zum Schutz vor Nicht-ionisierenden Strahlen ICNIRP („Empfehlung zum globalen solaren UV-Index“ 1995) herausgegeben.

Empfehlungen

Ionisierende Strahlung

Minimierung der zivilisatorisch bedingten ionisierenden Strahlung

- Analyse neuester Forschungsergebnisse über die gesundheitlichen Wirkungen von Radon und ggf. Anpassung der Richtlinien zur Verminderung der Radonbelastung in Bauten

Nichtionisierende Strahlung

- Weitere Forschung zu
 - der gesundheitlichen Wirkung moderner Emittenten (Mobilfunk)
 - Dosis-Wirkungs-Beziehungen über das gesamte Frequenzspektrum
 - Kombinationswirkungen mit anderen Schadstoffen

UV - Strahlung

- Einflußnahme auf das Freizeitverhalten der Bevölkerung (Aufklärung, Erziehung).
- Weitere Verbesserung des physikalischen und chemischen Schutzes von Haut und Augen (Vermeidung zu starker UV-Strahlung, Schutz durch Bekleidung, gute Sonnenbrillen und UV-Schutzfaktoren in Sonnenschutzmittel).

3.4 Wasser

3.4.1 Grundwasser

„Grundwasser ist unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird“ (DIN 4049).

Rund zwei Drittel des Trinkwassers werden in Deutschland direkt (Brunnen, Quellen) aus Grundwasser gewonnen. Der wesentliche Grund hierfür ist dessen sehr gute Beschaffenheit, die bedingt ist durch schützende geologische Barrieren, durch die Filterwirkung des Untergrundes, die meist lange Aufenthaltszeit des Grundwassers im Untergrund und die Passage durch die oberflächennahe, biologisch aktive Bodenschicht, die sich vorteilhaft auf den Abbau bestimmter Stoffe bzw. die Zurückhaltung pathogener Keime auswirkt. Vielfältige Vorgänge sind bei der Grundwasserneubildung und -bewegung durch seinen Leiter wirksam und führen insgesamt zu einer weitgehenden Reinigung. Natürliches, am Wasserkreislauf ungehindert teilnehmendes und anthropogen unverändertes Grundwasser ist daher in der Regel rein, frei von Schadstoffen, pathogenen Keimen und Viren und entspricht schon im Naturzustand meist den gesetzlichen Anforderungen an die Trinkwasserqualität. Es kann daher häufig direkt oder nach geringer Aufbereitung (z.B. Enteisung) der Trinkwasserversorgung zugeführt werden. Eine hohe Grundwasserqualität ist aber auch für andere Schutzgüter von großer Bedeutung (z. B. Qualität der Oberflächengewässer und deren Ökosysteme; Pflanzen, deren Wurzeln in das Grundwasser reichen; Ökosysteme der Grundwasserleiter).

Die Erfassung der natürlichen Grundwasserqualität wird zunehmend schwieriger. Bereits heute existiert eine Reihe großflächig auftretender anthropogener Einflüsse, die eine Erfassung der wirklich geogenen Konzentrationsbereiche problematisch machen. In der Zukunft ist mit einer Verschlechterung der Situation zu rechnen, da die Schadstoff-Fahnen vieler kontaminierter Standorte heute noch nicht erkannt oder saniert sind und sich deshalb weiter ausbreiten und da immer noch in großem Maße grundwassergefährdende Landwirtschaftskemikalien ausgebracht werden. Schließlich muß eine ubiquitäre Veränderung der Grundwasserqualität vor dem Hintergrund steigender Schadstoffemissionen in die Atmosphäre, steigenden Depositionsraten und einem Fortschreiten der Versauerung insbesondere in den Waldböden befürchtet werden. Die Böden können auf unabsehbare Zeit ihre Eigenschaft verlieren, Stoffe zu sorbieren, und damit ihre wichtigste Schutzfunktion für das Grundwasser, nämlich die Filterfunktion für Schadstoffe. Je später die Erfassung der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit in Angriff genommen wird, desto problematischer wird deshalb die Formulierung geeigneter Qualitätsstandards sein.

Bei der Minimierung von Schadstoffquellen für das Grundwasser sind, insbesondere indem die Entstehung neuer Schadstoffquellen verhindert werden konnte, einige Fortschritte erzielt worden. Dies gilt für den Bereich der Abfallablagerung sowie das Lagern von und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Außerdem gelten mit der Düngeverordnung seit 1996 bundeseinheitliche Regelungen für eine pflanzenbedarfs- und standortgerechte Düngung und damit für die Reduzierung insbesondere der Nitrateinträge in das Grundwasser.

Grundwasser und Gesundheit

Über Quell-, Roh-, Trink-, Mineral-, Heil-, Bade- und Oberflächenwasser bestehen vielfältige direkte und indirekte Expositionsmöglichkeiten. Gesundheitliche Probleme können auftreten, wenn Stoffe oder Keime im Grundwasser gesundheitsrelevante Konzentrationsbereiche erreichen, wofür ganz überwiegend anthropogene Ursachen verantwortlich sind. Infolge menschlicher Aktivitäten wird die normalerweise hervorragende Qualität von Grundwässern zunehmend beeinträchtigt. Die derzeitigen Hauptursachen der Qualitätsveränderungen werden in drei wesentliche Bereiche unterteilt:

- kleinflächige („punktförmige“) Quellen (Altablagerungen und andere Abfallablagerungen, kontaminierte Betriebsgelände und Altstandorte, Rüstungsaltslasten, Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, Kanalleckagen),
- großflächige Schadstoffquellen, insbesondere aus der Landwirtschaft (Düngung, Klärschlammausbringung, Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel)
- atmosphärischer Schadstoffeintrag über den Niederschlag (saurer Regen, organische Schadstoffe, nicht vernachlässigbare Mengen eutrophierender Nährstoffe in den Gewässern).

Besonders gefährdet durch Qualitätsveränderungen des Grundwassers sind Bürger, die ihr Trinkwasser durch Eigenversorgung gewinnen, da wegen einer nur geringen Überwachungsdichte Qualitätsveränderungen oft erst spät erkannt werden.

Die wichtigsten Grundlagen zum Schutz des Grundwassers bilden auf europäischer Ebene die „Richtlinie des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe 80/68/EWG“, die durch die Grundwasserverordnung umgesetzt wurde, sowie auf nationaler Ebene das Wasserhaushaltsgesetz; weitere Regelungen sind z.B. im Pflanzenschutzgesetz, der Gülleverordnung und im Bundesbodenschutzgesetz sowie im Landesrecht verankert. Neue Regelungen im Rahmen der Europäischen Union werden in Zukunft zu beachten sein.

3.4.2 Trinkwasser

Die Gewährleistung eines hohen Qualitätsstandards des Trinkwassers ist von besonderer Relevanz, da jeder Bürger täglich eine vergleichsweise große Menge Trinkwasser aufnimmt und mit einer noch weit größeren bei der Körperhygiene und im Haushalt in Kontakt kommt, so daß gegebenenfalls Schadstoffe und mikrobielle Verunreinigungen auf diesem Wege rasch verbreitet werden können („Explosivepidemien“). Trinkwasser ist in Deutschland für alle nicht nur in ausreichender, sondern in

der jeweils gewünschten Menge verfügbar. Die täglich mit der Nahrung aufgenommenen Trinkwassermengen weisen sehr große individuelle Unterschiede auf, was auch für die Bewertung der möglichen Schadstoffexposition von Bedeutung ist. Die mittlere täglich aufgenommene Menge beträgt 920 ml Leitungswasser; 5 % der erwachsenen deutschen Bevölkerung trinken mehr als 1880 ml und 2 % mehr als 2450 ml. Neben der oralen Exposition besteht beim Trinkwasser auch die Möglichkeit der Exposition über die Haut und die Schleimhäute sowie auf dem Inhalationsweg.

Trinkwasser und Gesundheit

Rechtsvorschriften und technische Entwicklung hatten und haben das Ergebnis, daß chemische Noxen im Trinkwasser nicht oder nur in sehr geringen Mengen vorkommen und so kaum Gesundheitsrisiken verursacht werden. Bei den mikrobiellen Belastungen des Trinkwassers ist dagegen eine zunehmende Diversität der Keime festzustellen, die beim Verbraucher (am Wasserhahn) eine Rolle spielen. Damit entstehen sowohl für die Überwachung als auch die Aufbereitung neue Anforderungen. Die Beurteilung der Bedeutung von Mikroorganismen im Trinkwasser und die Wirksamkeit der Vorbeugungsmaßnahmen und -strategien bedürfen einer Überprüfung.

Die jüngere Vergangenheit - d.h. die Zeit nach der Wiedervereinigung - brachte zusätzliche Probleme. Bei Untersuchungen der Trinkwasserbeschaffenheit in den neuen Bundesländern wurde ermittelt, daß 1989 800.000 Menschen (rund 5 % der Bevölkerung) Wasser mit mehr als 50 mg Nitrat pro Liter Wasser erhielten; Ende 1995 waren es noch 104.000 (0,65 %). Im Hinblick auf Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel gab es nur wenige belastete Trinkwässer; die Untersuchungen wurden jedoch nicht flächendeckend durchgeführt. Aufgrund des stark rückläufigen Wasserverbrauchs konnten die meisten der belasteten Brunnen geschlossen werden. Die 1995 und 1996 noch aufgetretenen Überschreitungen der zulässigen Höchstkonzentrationen waren hinsichtlich möglicher Gesundheitsrisiken ohne Bedeutung.

Anders ist dagegen die Situation bei zivilen und militärischen Altlasten zu bewerten. Bei den zivilen Altlasten bestehen die Probleme insbesondere in den großräumigen industriellen Ballungsgebieten wie Bitterfeld, Leuna-Merseburg usw.. Bei den rund 4000 Liegenschaften mit einer geschätzten Gesamtfläche von 0,5 Mio. ha in militärischer Verwaltung sind nach jahrelangem, häufig unsachgemäßen und in Bezug auf den Umweltschutz fahrlässigen Umgang mit Treibstoffen, Kampfmitteln und anderen Einsatzstoffen oder deren wilder Ablagerung Schadstoffe in erheblichen Mengen in die Umwelt gelangt. Daraus resultiert auch eine Gefährdung der Rohwasserressourcen. Bis Ende 1996 konnte über die Hälfte der Liegenschaften in militärischer Verwaltung bewertet werden. Über die Liegenschaften des MfS liegen keine Daten vor. Bei weniger als 1 % der bewerteten Liegenschaften waren unmittelbare Gefährdungen von Rohwasser für die Trinkwasserversorgung zu vermuten bzw. bereits nachgewiesen, so daß geeignete Sofortmaßnahmen eingeleitet wurden. Gesundheitsgefahren durch den Genuß kontaminierten Trinkwassers werden mittels verschärfter Kontroll- und Sicherungsmaßnahmen für das Roh- und Trinkwasser derzeit ausgeschlossen. Bei einem Teil der verbleibenden Liegenschaften besteht weiterhin Klärungsbedarf.

In umfangreichen Studien über die Exposition der deutschen Bevölkerung (1985/86 u. 1990/91 in den alten Bundesländern, 1991/92 in den neuen Bundesländern; siehe Kapitel 2.4) sind folgende wesentliche Ergebnisse erzielt (s. Tabelle 9) worden:

- Trinkwasser der deutschen Haushalte (Spontanprobe) enthält mittlere Konzentrationen von Blei (0,71 µg/l), Cadmium (0,061 µg/l), Eisen (56 µg/l), Kupfer (63 µg/l) und Zink (227 µg/l). Die entsprechenden Gehalte in der Stagnationsprobe sind deutlich höher. Bezogen auf den WHO-Leitwert für Blei in Trinkwasser (10 µg/l) wird bei der erwachsenen Bevölkerung Deutschlands in 5,5 % (Spontanprobe) bzw. 7,7 % (Stagnationsprobe) eine Überschreitung festgestellt (alte Bundesländer: Überschreitung in 3 bzw. 4,2 %; neue Bundesländer: Überschreitung in 14,8 % bzw. 20,8 %).
- In den neuen Bundesländern lagen bis 1992 höhere Eisen- und Zinkgehalte, tendenziell höhere Cadmiumgehalte und - wie oben dargestellt - vor allem höhere Bleigehalte im Trinkwasser vor. Der mittlere Kupfergehalt ist in den alten Bundesländern vergleichsweise höher. Mit fortschreitender Sanierung des Wohnungsbestandes ist auch eine Angleichung der Befunde zu erwarten.

Tab. 9: Prozentuale Überschreitungen der Grenz- bzw. Richtwerte der Trinkwasserverordnung im häuslichen Trinkwasser der 25- bis 69jährigen deutschen Bevölkerung: Zeitlicher und regionaler Vergleich. (Die Werte in den neuen Ländern gleichen sich mit fortschreitender Sanierung des Wohnungsbestands an diejenigen der alten Länder an.)

	Grenz-/ Richtwerte in mg/l	1. Umwelt- Survey West 1985/86	2. Umwelt- Survey West 1990/91	Umwelt- Survey Ost 1991/92
Blei				
Spontanprobe	0,04	1,3 %	0,1 %	5,9 %
Stagnationsprobe	0,04	1,8 %	0,8 %	7,7 %
Cadmium				
Spontanprobe	0,005	0,0 %	0,1 %	0,5 %
Stagnationsprobe	0,005	0,1 %	0,2 %	0,7 %
Eisen				
Spontanprobe	0,2	6,8 %	9,3 %	25,4 %
Stagnationsprobe	0,2	18,5 %	18,7 %	41,9 %
Kupfer				
Stagnationsprobe	3	0,5 %	0,6 %	0,4 %
Zink				
Stagnationsprobe	5	1,2 %	0,6 %	8,1 %
Calcium	400	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Magnesium	50	0,0 %	0,0 %	6,0 %
Natrium	150	0,5 %	0,9 %	0,0 %

Bezugsbevölkerung (Mikrozensus 1991):
 insgesamt: 25-69jährige 45 196 000
 neue Länder: 25-69jährige 9 356 000
 alte Länder: 25-69jährige 35 841 000

Aus dem vorliegenden Material der Umwelt-Surveys kann für die alten Bundesländer abgeleitet werden, daß die mittleren Blei- und Cadmiumgehalte im häuslichen Trinkwasser der Bevölkerung für den genannten Zeitraum sowohl in Bezug auf die Spontan- als auch auf die Stagnationsprobe abgenommen haben. Bei Eisen und Kupfer ist hingegen eine Zunahme festzustellen. Für Zink liegt keine eindeutige Veränderung vor. Der Rückgang der Blei- und Cadmiumgehalte kann auf den Austausch der früher noch verwendeten Bleirohre und der blei- und cadmiumhaltigen verzinkten Eisenrohre sowie den Ersatz cadmiumhaltiger Lötverbindungen zurückzuführen sein. In den letzten Jahren wurden Bleirohre durch verzinkte Eisenrohre und vor allem Kupferrohre ersetzt. Nach deren Neuinstallation wurden in den ersten Betriebsmonaten bis -jahren, insbesondere nach nächtlicher Stagnation, den Richtwert der TrinkwV überschreitende Kupferkonzentrationen beobachtet. In Bezug auf die mittleren Calcium- und Natriumgehalte kann eine Zunahme für den betrachteten Zeitraum festgestellt werden.

Die beobachteten Überschreitungen der Grenz- bzw. Richtwerte sind unter gesundheitlichen Aspekten im Falle von Blei, Cadmium und Kupfer von besonderer Bedeutung. Es muß jedoch bezweifelt werden, ob insbesondere für Blei die nach demoskopischen Gesichtspunkten durchgeführte Beprobung die Entwicklung hinreichend widerspiegelt. Aus einer im Auftrag der Kommission im Februar 1995 vorgelegten Studie geht hervor, daß im Norden und Westen Deutschlands noch etwa 500.000 und im Osten etwa 400.000 Bleihausanschlußleitungen, das sind 7 bzw. 26 % der jeweils vorhandenen Anschlüsse, bestehen. Außerdem sind danach im Norden und Westen in 1,5 und im Osten in 1,2 Millionen Haushalten, das sind 10 bzw. 24 % der dortigen Haushalte, Bleileitungen installiert. In diesen Fällen nimmt der Verbraucher gesundheitlich bedenkliche Mengen an Blei über das Trinkwasser auf, wobei Kinder und Schüler naturgemäß besonders gefährdet sind. Eine besondere Risikogruppe stellen mit rehydratisierter Milch ernährte Säuglinge dar. Die Kosten für das Auswechseln der Bleileitungen werden in der Begründung zur Novellierung der EG-Trinkwasserrichtlinie für Deutschland mit 3,3 Mrd. ECU angegeben.

Kupfergehalte im Trinkwasser über 3 mg/l sind zwar für den größten Teil der Bevölkerung gesundheitlich unbedenklich, werden aber im Zusammenhang mit dem Auftreten von frühkindlicher Leberzirrhose als Folge einer chronischen Kupferintoxikation und in Verbindung mit genetischen Faktoren diskutiert, wenn saures Brunnenwasser über Kupferinstallationen zugeführt wird und für die Zubereitung von Säuglingsnahrung benutzt wird. Erhöhte Eisenwerte führen zu Trübungen und Färbung des Wassers, die seine Qualität in ästhetischer und technischer Hinsicht beeinträchtigen, nicht jedoch von gesundheitlicher Bedeutung sind. Ähnliches gilt für erhöhte Zinkgehalte.

Über die mikrobielle Belastung der Trinkwässer stehen vergleichbare Erhebungen nicht zur Verfügung. Da auch keine systematische Erfassung wasserbürtiger Infektionskrankheiten erfolgt, können nur die veröffentlichten, räumlich eng begrenzten Studien herangezogen werden. Danach muß vor allem in älteren und komplexen Versorgungssystemen für erwärmtes Trinkwasser mit dem Auftreten von Legionellen und Legionellose einschließlic Todesfällen bei den versorgten Bürgern gerechnet werden. Hausinstallationen in Einfamilienhäusern waren bisher von Legionellen im Warmwassersystem praktisch nicht betroffen.

In Deutschland (Bundesrepublik und ehemalige DDR) sind in der Vergangenheit außerdem Ruhr (*Shigella sonnei*) und Typhus erwiesenermaßen als durch Trinkwasser vermittelte Infektionskrankheiten aufgetreten. Nach Erfahrungen aus anderen hoch industrialisierten Ländern muß auch die Möglichkeit des Auftretens vielfältiger weiterer Infektionskrankheiten bzw. ihrer Erreger in Betracht gezogen werden: Viren (Hepatitis A, Hepatitis E, Erkrankungen durch Adeno-, Entero- und Rotaviren), Parasiten (*Cryptosporidium parvum*-Oocysten, *Giardia intestinalis*-Cysten, *Toxoplasma*), Chole-ravibrien, *Salmonella*-Arten, Shigellen, neuere Problemkeime (*Campylobacter*-Arten, pathogene *E. coli* einschließlich EHEC, *Pseudomonas aeruginosa*).

Trinkwasserassoziierte Gesundheitsrisiken spielen für die Gesamtmorbidität aufgrund des hohen Standes der Trinkwasserhygiene in Deutschland nur eine untergeordnete Rolle. Man kann davon ausgehen, daß die Einhaltung der Überwachungsvorschriften und -methoden hinreichend gewährleistet ist und jede unzulässige Veränderung der Wasserqualität so frühzeitig erkannt wird, daß Gesundheitsgefahren abgewendet werden können. In allen bekannt gewordenen Fällen einer trinkwasserbürtigen Epidemie oder Infektion wie auch bei Gesundheitsbeeinträchtigungen infolge chemischer Kontamination war mindestens eine der Ursachen eine Verletzung trinkwasserhygienischer Vorschriften. Dennoch sollten bei der insgesamt positiven Bewertung der trinkwasserhygienischen Situation zwei Aspekte berücksichtigt werden:

- Es gibt je nach Noxe unterschiedliche Bevölkerungsanteile, die aufgrund besonderer Bedingungen empfindlicher sein können als die Gesamtbevölkerung.
- Es besteht kein Erfassungssystem, mit dessen Hilfe wasserbürtige Erkrankungen gezielt gesucht und registriert werden können. Bei den Infektionskrankheiten ist erst oberhalb einer bestimmten Schwelle aufgrund des Seuchengesetzes mit einer Erfassung zu rechnen. Für Erkrankungen durch chemische Noxen gibt es keine systematische Erfassung.

Hinsichtlich des Trinkwasserschutzes gelten insbesondere die einschlägigen Bestimmungen im Wasserhaushaltsgesetz und in den Landeswassergesetzen. Regelungen und Qualitätsziele zur Überwachung und Sicherung der Trinkwasserqualität sind in der Trinkwasserverordnung sowie in Vorschriften des Bundesseuchengesetzes und des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes enthalten. Als technisches Regelwerk ist hier insbesondere die DIN 2000 zu nennen.

3.4.3 Badewasser

Badewasser im hier besprochenen Sinne ist das Wasser in Badebecken und Gewässern, das in der Regel von vielen Personen gleichzeitig genutzt wird. Bezüglich der Expositionsmöglichkeiten bestehen vor allem quantitative Unterschiede zum Trinkwasser.

Badewasser und Gesundheit

Badebeckenwasser kann prinzipiell zur Übertragung von Infektionskrankheiten auf ähnliche Weise beitragen wie Trinkwasser. Das trifft vor allem dann zu, wenn die für eine Erkrankung notwendigen

Infektionsdosen niedrig sind (z.B. Shigella-, EHEC- oder Cryptosporidieninfektionen) oder eine aerogene Übertragung (keimhaltige Aerosole) möglich ist. Auch bestimmte chemische Noxen treten im Trinkwasser und im Badewasser auf, wenngleich das Ausmaß der Exposition unterschiedlich ist, da die orale Aufnahme im Badewasser niedriger, die aerogene dagegen höher ist. Von Badebeckenwasser und Wasser aus Badegewässern können jedoch auch Risiken ausgehen, die beim Trinkwasser nicht gegeben sind:

- Anreicherung von Stoffen bei im Kreislauf geführten Wasser
- gleichzeitige Nutzung des Wassers durch viele Badegäste kann unter bestimmten Voraussetzungen auch bei intakter und ordnungsgemäß funktionierender Aufbereitung zur Übertragung von Infektionskrankheit führen
- durch besondere ökologische Bedingungen für die Mikroorganismen
- durch besondere Expositionsbedingungen.

Sowohl in Badebeckenwässern als auch in Badegewässern steigt das Infektionsrisiko mit der Aufenthaltsdauer im Wasser, mit der Häufigkeit der Badewasserbenutzung und der Anzahl der Badenden. Das Infektionsrisiko sinkt bei einer allgemein guten Qualität des Badewassers, was in Beckenbädern durch entsprechende Aufbereitungsmaßnahmen erreicht wird. Die Qualität der Badegewässer hängt vor allem vom Gesamtzustand des jeweiligen Gewässers ab. Lediglich bei kleinen Binnengewässern kann auch die Zahl der Badenden von Bedeutung sein.

Badewasser ist durch Umwelt-Surveys bisher nicht erfaßt worden. Studien zur Exposition beschränken sich auf Modellprojekte. Eine Synopsis solcher Studien existiert bisher nicht. Jedoch wird für Badebeckenwässer an einer solchen Zusammenstellung derzeit gearbeitet. Badegewässer werden regelmäßig gemäß EG-Badegewässer-Richtlinie (76/160/EWG) flächendeckend überwacht. Für die Badesaison 1997 ließ sich u.a. feststellen:

- die Probenahmehäufigkeit an den deutschen Badegewässern hat im Vergleich zu den vergangenen Jahren stark zugenommen (1995 erfüllten 35,4 % der Badegebiete nicht die Mindestanforderungen der RL hinsichtlich der Probenahmehäufigkeit; 1996: 22,9 %, 1997: 2,8 %); auch die Zahl der Badegebiete (Küste und Binnenland), die die Mindestanforderungen der Richtlinie hinsichtlich der Einhaltung der Werte und Leitwerte zur Badewasserqualität nicht erfüllten, hat sich deutlich verringert (1995: 11,9 % (entspricht 271 Badegebieten); 1996: 11,7 % (entspricht 264 Badegebieten); 1997: 7,3 % (entspricht 155 Badegebieten))
- Überschreitungen der RL-Anforderungen bestehen vor allem bei der Konzentration an gesamtcoliformen und fäkalcoliformen Bakterien und im geringeren Umfang bei der Konzentration an Mineralölen, Tensiden und Phenolen.

Gründe für diese Überschreitungen sind große Wasservogelbestände, Hochwasser nach starken Regenfällen, Untergrundbeschaffenheit (Schlamm, Sand, Lehm) sowie die hohe Zahl an Badegästen.

Im Vergleich zu den Vorjahren zeichnet sich, wie oben dargestellt, sowohl an der Küste als auch im Binnenland eine Verbesserung der Gewässerqualität ab. Ein Bezug zwischen dem Gesundheitszustand der Bevölkerung und den oben angeführten Daten zur Badegewässerqualität kann nicht hergestellt werden. Es gibt jedoch international und aus Deutschland eine Reihe epidemiologischer Studien über

badewasserbedingte Gesundheitsstörungen, wobei Atemwegserkrankungen, Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes, Leber-, Augen-, Ohren- und Hauterkrankungen im Vordergrund stehen. Zu den wichtigsten schwimmbadassoziierten Infektionserregern zählen *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella*-Arten, atypische Mykobakterien, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, Cryptosporidien, Viren, Amoeben und *Vibrio vulnificus*. Legionellose können hypothetisch auch über das Leitungsnetz in Bädern verbreitet werden (Infektionsgefahren bestünden dann z. B. an Duschen, Whirlpools).

Eine Verbesserung der Badegewässer-Qualität in Deutschland, die sich in der Gesamtbilanz bemerkbar macht, ist insbesondere auf die Angleichung der Wasserqualität in den Gewässern der neuen Bundesländer zurückzuführen. Diese beruht auf verminderten Einleitungen, Verbesserungen bei der Abwasserbehandlung und Einschränkungen der Nutzung von Badegewässern für andere Zwecke (z.B. Fischzucht).

Zur Qualität der Badewässer in Badebecken liegen keine aussagefähigen Erhebungen vor, auch hier ist jedoch von Qualitätsangleichungen in den neuen Ländern auszugehen. Die Erfassung von Krankheiten, die mit dem Badebeckenwasser in Verbindung stehen, erfolgt - ebenso wie beim Trinkwasser - zumeist zufällig. Ein Bezug zum Badebeckenwasser wird nicht immer erkannt. Beim Badenbeckenwasser steht im Vergleich zum Trinkwasser die gesundheitliche Gefährdung durch übertragbare Krankheiten im Vordergrund, da es technisch nicht möglich ist, den Eintrag von Krankheitserregern in das Badebeckenwasser vollständig zu verhindern. Im Zuge der notwendigen Aufbereitung der dadurch entstehenden organischen Belastung kann es zu relevanten Kontaminationen des Wassers durch Desinfektionsnebenprodukte kommen. Da der größte Teil des Wassers rezirkuliert wird, muß auch mit der Anreicherung von Stoffen gerechnet werden, die im Zuge des Aufbereitungsprozesses in Verbindung mit den vorgeschriebenen Frischwasserergänzungen nicht ausreichend kompensiert werden. Aus diesen Gründen wird auch bei optimalen Bedingungen ein bestimmtes Risiko der Infektion und/oder chemischen Exposition für Badende bestehen bleiben. Schließlich können sich bei Whirlpools, Fontänen und anderen Zusatzeinrichtungen neue Probleme infolge höherer Temperaturen, Aerosolbildung und Führung des Wassers in kleinen Kreisläufen ergeben.

Regelungen hinsichtlich der Anforderungen an Badegewässer enthalten insbesondere die EG-Richtlinie des Rates über die Qualität der Badegewässer von 1975 hinsichtlich der Anforderungen an Badebeckenwasser, das Bundesseuchengesetz, die Vorschriften bezüglich der Aufgaben des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (insb. die 3. Durchführungsverordnung zum Gesetz über die Vereinheitlichung des Gesundheitswesens) sowie die DIN 19643 (bezüglich Schwimm- und Badebeckenwasser). Eine Verordnung über Schwimm- und Badebeckenwasser befindet sich derzeit in Erarbeitung.

3.4.4 Abwasser

Abwasser ist durch häuslichen, gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen und sonstigen Gebrauch in seinen natürlichen Eigenschaften verändertes Wasser sowie jedes in die Kanalisation gelangende Wasser.

Abwasser und Gesundheit

In der biologischen Stufe der Abwasseraufbereitung wird der größte Teil der organischen Verbindungen durch Bakterien entweder bis zu einer bestimmten Stufe abgebaut, mineralisiert oder für den Aufbau neuer Zellsubstanz verwendet. Der Abbau gelöster organischer Stoffe ist in der Regel konzentrationsabhängig. Bei sehr niedrigen Konzentrationen gelöster organischer Verbindungen sinkt die Abbaugeschwindigkeit so stark ab, daß innerhalb der begrenzten Aufenthaltszeit in der Kläranlage und der niedrigen Klärschlammkonzentration des Abwassers in der biologischen Stufe diese Verbindungen nur noch in geringem Maße abgebaut werden. Nicht oder nur partiell abgebaute Stoffe gelangen in die Gewässer und können in ungünstigen Fällen über Nahrungsketten oder die Aufnahme von Trinkwasser den Menschen erreichen.

Eine Routinekontrolle der Einzelsubstanzen bzw. der neu gebildeten Stoffe im Abwasser findet nicht statt. Schädliche Wirkungen auf die menschliche Gesundheit sind nur in wenigen Fällen dokumentiert. Problematisch sind vor allem Arzneimittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte (z.B. Clofibrin) in sehr geringen Konzentrationen, die auch im Grund- und Trinkwasser nachweisbar sind. Die sichere Zuordnung von Schadwirkungen zu bestimmten Abwässern und Einzelstoffen sowie deren Erfassung, Bewertung und Verminderung ist, wenn überhaupt, nur sehr zeit- und kostenaufwendig möglich. Zur Routinemessung und Überwachung eignen sich diese Verfahren nicht.

Abwasser enthält eine Vielzahl von Krankheitserregern in zum Teil hohen Konzentrationen. Kläranlagen reduzieren deren Menge nur unzureichend. Ein Erkrankungsrisiko (z.B. für Badende) besteht daher insbesondere in der Nähe von Abwassereinleitungen, da belastete Gewässer für Badende nicht als solche erkennbar sind (keine Kennzeichnung, keine Hinweise auf Kläranlagen bzw. Abwassereinleitungen). Mischwasserüberläufe und Regenwassereinleitungen können ebenfalls erhebliche Mengen an Krankheitserregern in Gewässer einschwemmen. Hinsichtlich der Ausbreitungswege von Krankheitserregern mit dem Abwasser bestehen nur geringe oder keine Kenntnisse. Ein weiteres Gefährdungspotential ergibt sich aus der Problematik, daß Krankheitserreger im Kläranlagenablauf durch Gentransfer in den Abwasserbehandlungsanlagen Antibiotikaresistenzen entwickeln können.

Kommunale Kläranlagen reinigen das Abwasser aus Haushalten, Gewerbe und Industrie mechanisch und biologisch, z.T. auch chemisch. Feststoffabscheidung mittels Sedimentation und biologische Reinigung erfolgen ganz überwiegend in hydraulisch offenen Becken. Mit der Sedimentation wird keine Rückhaltung von nicht oder nur partiell abgebauten gelösten organischen und anorganischen Stoffen, Schwebstoffen und von nicht abgesetzten Fällschlammflocken erreicht. Mit dieser Anlagenkonfiguration ist die Elimination von gelösten Stoffen in niedrigen Konzentrationen und von Krankheitserregern prinzipiell nicht in ausreichendem Maße erreichbar.

Anforderungen an die Beschaffenheit von Abwasser werden auf der Grundlage des Wasserhaushaltsgesetzes festgelegt. Gesundheitliche Anforderungen an die Beseitigung von Abwasser enthält das Bundes-Seuchengesetz.

Empfehlungen

Grundwasser

Ziel: Flächendeckende Erhaltung dieser wichtigsten Trinkwasserressource in seiner natürlichen Qualität

- Systematische Erfassung und Abgrenzung der gesamten Einzugsgebiete und Weiterentwicklung von umsetzbaren und kostengünstigen Schutzmaßnahmen.
- Systematische Erfassung punktueller Kontaminationsquellen und Untersuchung bezüglich ihrer Grundwassergefährdung.
- Standortspezifische Erfassung und numerische Modellierung von Sickerwasseremissionen und Bewertung des Stofftransports.
- Kein Neubau potentiell grundwassergefährdender Einrichtungen (Industriebetriebe, Abfallablagerungen) in Trinkwassereinzugsgebieten bzw. nachhaltige Verbesserung der Vermeidungstechniken.
- Kontrolle der fachgerechten, standortspezifischen und pflanzenbedarfsgerechten Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, d.h. Berücksichtigung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes, konsequente Einhaltung von gesetzlichen Vorgaben, Kooperation von Landwirtschaft mit Wasserversorgungswirtschaft.
- Verstärkung der Aufklärungsarbeit, daß z.B. die vorbeugende Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln einen Verstoß gegen das Pflanzenschutzgesetz darstellt oder zum Verbleib von Restmengen und Transportbehältern.
- Flächendeckende Kartierung der Grundwasserverletzlichkeit.
- Verringerung der Luftverunreinigungen auch unter dem Aspekt der Grundwasserqualität.

Trinkwasser

- Verstärkung der flächendeckenden Kontrolle und Untersuchungen einschließlich der Einzugsgebiete.
- Beibehaltung der hohen deutschen Qualitätsstandards für Trinkwasser
- Berücksichtigung der zunehmenden Diversivität der Keime, woraus sowohl für die Überwachung der Trinkwasserqualität als auch an trinkwasserbezogenen Ressourcenschutz neue Anforderungen entstehen.
- Verfolgung des Auftretens „moderner“ Infektionserreger im Trinkwasser, von denen einige in Biofilmen des Verteilungsnetzes wachsen; Nachweis der Beteiligung zumindest eines Teils dieser Erreger am Krankheitsgeschehen, da die Gefahr der Auslösung trinkwasserbürtiger Ausbrüche von Infektionskrankheiten keineswegs beseitigt und durch eine nicht voraussagbare Dynamik gekennzeichnet ist.

- Aufbau eines epidemiologischen Überwachungssystems und Kontrolle der Rohrnetze bezüglich der Biofilmbildung.
- Meldesystem für tatsächliche oder drohende Grenzwertüberschreitungen.
- Öffentlichkeitsarbeit zur Verdeutlichung der „Lebensmittelqualität“ des Trinkwassers.
- Verbesserung der Akzeptanz von Trinkwasser für den direkten Verzehr.

Badewasser

- Einführung des Standes der Technik bei allen Bädern im Hinblick auf Durchströmung und Aufbereitung.
- Begleitende Studien zur Ermittlung der zusätzlichen Gesundheitsrisiken durch die steigende Zahl von Spaßbädern, Whirlpools, Fontänen in Schwimmbädern etc..
- Verbesserung der Kontrollen und Untersuchungen und des Zugangsrechts von Behörden zu privat betriebenen Schwimmbädern.

Abwasser

- Programm zur Wiederherstellung der ökologischen und gesundheitlichen Qualität der Seen und Flüsse.
- Verstärkung der Forschung und Entwicklung zur Mikrofiltration von Abwasser in Bezug auf Krankheitserreger.
- Verminderung des Eintrags schwer abbaubarer, ökotoxischer Stoffe, einschließlich Arzneimittel, insbesondere östrogen wirksamer Stoffe.
- Entwicklung und verstärkter Einsatz von Abwasserbehandlungssystemen mit Barrierecharakter, um gesundheits- und umweltrelevante Stoffe in niedrigen Konzentrationen entfernen zu können.
- Erhöhung der seuchenhygienischen Sicherheit traditioneller und neuer Abwasserbehandlungstechnologien.

3.5 Boden und Altlasten

Der Bundestag hat mit Zustimmung des Bundesrates im Februar 1998 das Bundesbodenschutzgesetz beschlossen. Das Gesetz regelt unter anderem Pflichten zur Vermeidung und Abwehr von Bodenbelastungen sowie zur Sanierung von Böden und Altlasten. Gehen von Bodenbelastungen Gefahren für den Menschen oder die Umwelt aus, so liegen schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten vor, die zu sanieren sind.

3.5.1 Boden

Die in der Bundesrepublik Deutschland bestehende dichte Besiedlung, intensive Infrastruktur und industrielle Nutzung ist mit einer hohen Belastung natürlicher Ressourcen verbunden; insbesondere dient der Boden vielfach als Senke für Schadstoffe. Ein weiteres Problemfeld mit dringend notwendiger Trendwende ist der Landschaftsverbrauch.

Bodenkontaminationen können aus Altlasten, diffusem Eintrag von Luftverunreinigungen, Einsatz von Stoffen im Rahmen der Bodenbewirtschaftung bzw. -nutzung oder aus einem Eintrag durch Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen resultieren. Auch an sich nützliche Nährstoffe können zu Schadstoffen werden, wenn sie im Übermaß in den Boden gelangen (wie Stickstoff, Phosphor). Insgesamt wird in die Böden als Senke für anthropogen bedingte Stoffkreisläufe eine breite Palette zu großen Teilen unbekannter Stoffe eingetragen. Die Schadwirkung eines Stoffes im Boden hängt neben der Art des Schadstoffes und seiner Konzentration ganz wesentlich von den Bodeneigenschaften und den Ausprägungen der Bodenfunktionen ab. Vorrangige Pfade der Beeinträchtigung sind bezogen auf die Schutzgüter

- menschliche Gesundheit: Ingestion, Inhalation, dermalen Kontakt
- Nahrungspflanzen: systemische Stoffaufnahme über die Wurzeln, Anhaftung von verunreinigtem Bodenmaterial bei der Ernte von Pflanzen oder beim Weidegang von Nutztieren
- Grundwasser: Nutzung als Trinkwasser und dessen Gefährdung
- Bodenorganismen: direkte Aufnahme, Abbau, Metabolisierung.

Von einer Beeinträchtigung durch Schadstoffeinträge kann generell gesprochen werden, wenn die Bodenfunktionen selbst nachhaltig gestört werden oder ein nicht tolerierbarer Austrag stattfindet. Bodenschutz beinhaltet daher insbesondere den Schutz der natürlichen Bodenfunktionen als Lebensraum, Filter, Puffer und Regelgröße beim Ab- und Umbau von Stoffen im Naturhaushalt.

Das Bundes-Bodenschutzgesetz ermächtigt die Bundesregierung zum Erlass einer Bodenschutz- und Altlastenverordnung, in der u.a. Prüfwerte festgelegt werden können. Bei Überschreitung dieser Prüfwerte ist unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen, ob Gefahren für Schutzgüter bestehen, d.h. eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt. Im Auftrag des Bundesumweltministeriums wurde deshalb unter fachlicher Begleitung des Umweltbundesamtes ein System zur einzelfallspezifischen Gefährdungsabschätzung von Altlasten und bestehenden Bodenverunreinigungen (UMS-System) entwickelt. Das UMS-System ermöglicht die pfadübergreifende Risikobeurteilung der Exposition der Schutzgüter Umwelt und Mensch mit Schadstoffen auf Basis humantoxikologisch begründeter Orientierungswerte sowie die Simulation des Schadstofftransfers in der ungesättigten Bodenzone zur Beurteilung möglicher Beeinträchtigungen des Grundwassers.

3.5.2 Altlasten

Bisher sind durch die hierfür zuständigen Landesbehörden ca. 190.000 Flächen als altlastenverdächtig erfaßt. Es wird geschätzt, daß die Gesamtzahl der altlastenverdächtigen Flächen bei etwa 240.000 liegt. Diese Zahlen kennzeichnen das Ausmaß des Problems nur unvollständig, weil noch nicht ausreichend bekannt ist, bei welchem Anteil der Flächen es sich tatsächlich um Altlasten handelt und qualitative Aspekte nicht erfaßt sind. Tatsächlich sind kleine Flächen mit einer überschaubaren Kontamination (z.B. nur mit einem Stoff) zu unterscheiden von großen Altlastflächen mit einer Vielzahl ehemaliger altlast-relevanter Nutzungen, Vielstoffgemischen und der Ausbreitung der Stoffe in Grundwasser, Atmosphäre und biologischen Materialien.

Altlasten und Gesundheit

Zur Bewertung einer Schadstoffexposition durch verunreinigten Boden müssen toxikologisch begründete Werte für die duldbare tägliche Aufnahmemenge des betrachteten Schadstoffes herangezogen werden. Diese Werte müssen so gewählt werden, daß bei lebenslanger Exposition keine nachteiligen Wirkungen auftreten. Bei Kanzerogenen ohne Wirkungsschwelle darf der Orientierungswert eine durch Konvention festzusetzende Zunahme der Tumorinzidenz nicht überschreiten, wobei die sehr unterschiedliche medizinische und gesundheitspolitische Bedeutung der verschiedenen Tumorarten zu berücksichtigen ist.

Bei der Ableitung aufnahmepfadspezifischer, nutzungsbezogener und toxikologisch begründeter Werte muß auch festgestellt werden, wieviel der duldbaren resorbierten Aufnahmemenge bereits durch andere Hintergrundbelastungen (Luft, Wasser, Lebensmittel) ausgeschöpft ist. Bei Altlastenflächen darf die Exposition die Differenz aus derjenigen resorbierbaren Aufnahmemenge, bei der Gefahren noch auszuschließen sind, und der Hintergrundbelastung - insbesondere über Lebensmittel und Atemluft - nicht überschreiten.

Empfehlungen

Boden

- Verbesserung der Datenlage zu stofflichen Einträgen in Böden über Luft, Klärschlamm, Kompost und Düngemittel sowie deren Auswirkungen auf die Böden.
- Einführung einer systematischen Kopplung der Luft-Meßnetze mit bodenrelevanten Meßgrößen (Deposition) und den Meßergebnissen der Boden-Dauerbeobachtung.
- Schaffung einer Datenbank mit Angaben zu Hintergrundwerten für Böden (differenzierte Angabe zu relevanten Schadstoffen, die auch Substrat, Nutzung und Lage berücksichtigen).
- Untersuchungen zu methodischen Fragen der Übertragbarkeit von Daten aus Labor- und Freilandversuchen auf die Beurteilung realer Belastungssituationen und bei Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit.

- Entwicklung von Bodenwerten im Sinne des Bodenschutzgesetzes.
- Weiterentwicklung nutzungsbezogener Bewertungskriterien für Bodenbelastungen.

Altlasten

- Festlegung einheitlicher Kriterien bei der Durchführung toxikologischer Studien zur Ermittlung der duldbaren täglichen Aufnahmemenge.
- Methodische Weiterentwicklung der Beurteilungsmaßstäbe bei der Gefährdungsabschätzung im Hinblick auf Transparenz und Einvernehmlichkeit.
- Erfassung, gesundheitliche Bewertung und ggf. Sanierung von Altlaststandorten, sofern nicht bereits durchgeführt.

3.6 Siedlungshygiene

3.6.1 Abfallbeseitigung

In der geschichtlichen Entwicklung der Siedlungshygiene ist die geregelte Erfassung und Beseitigung von Siedlungsabfällen eine wichtige Errungenschaft, die entscheidend zur Hebung der Wohnqualität und Senkung des Infektionsrisikos beigetragen hat. Von den insgesamt rund 250 Millionen Tonnen Abfällen, die jährlich in Deutschland anfallen, sind etwa 30-40 Millionen Tonnen Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle. Im Bereich der Abfallbeseitigung existieren bislang nur wenige Vorsorge-maßnahmen zum gesundheitlichen Schutz des Menschen, und es ist nur relativ wenig über das Risiko beim Umgang mit Siedlungsabfällen von der Einsammlung über die Verwertung bis zur Entsorgung bekannt. Jedoch ist ein von der Bevölkerung allgemein akzeptierter und problemfreier Betrieb der Abfallbehandlungsanlagen (Wertstoffsortieranlagen, thermische Abfallbehandlung, Deponien usw.) unmittelbar verknüpft mit der Einhaltung und Umsetzung hygienischer Vorsorgemaßnahmen.

Abfall und Gesundheit

Für Menschen, die in der Nähe von Abfallbehandlungs- und Entsorgungsanlagen wohnen, ist von Bedeutung, daß nach dem BImSchG die Anlagen so errichtet und betrieben werden müssen, daß erhebliche Belästigungen nicht hervorgerufen werden können und Vorsorge gegen schädliche Umwelteinflüsse getroffen wird. Von zentraler Bedeutung ist damit die Frage nach der Erheblichkeit und Objektivierbarkeit einer Belästigung. Während Geruchsbelastungen meßtechnisch relativ einfach mit standardisierten Verfahren erfaßt werden können, ist dies für Keim- und/oder Toxinbelastungen und deren Ausbreitung nicht der Fall. Für die Genehmigungspraxis von Abfallbehandlungsanlagen bedeutet dies, daß das rechtliche Instrumentarium sehr unterschiedlich ausgelegt wird. Es zeigt sich immer mehr, daß eine Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber jeglichen Abfallbehandlungsanlagen dadurch in Frage gestellt ist, daß Anlagen an Standorten errichtet und betrieben werden, die dem BImSchG nicht entsprechen.

In dänischen Untersuchungen wird darauf hingewiesen, daß das relative gesundheitliche Risiko von Arbeitnehmern in der Abfallwirtschaft im Hinblick auf allergische Atemwegserkrankungen, Infektionen, neurologische Beschwerden und Erkrankungen des Magen-Darm-Bereichs signifikant höher ist als bei der gesamten Arbeitnehmerschaft. Als Ursache hierfür werden hohe Expositionen gegenüber Mikroorganismen und Toxinen angesehen. Die Luftkeimkonzentrationen unterliegt starken Schwankungen (zwischen 10^1 - 10^7 koloniebildende Einheiten/m³) in Abhängigkeit von Zeit und Ort der Probenahme.

Die Gesundheitsrisiken beim Umgang mit Siedlungsabfällen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Infektionserkrankungen, die durch den Austrag von Bakterien vor allem aus Rohmüll verursacht werden
- relativ seltene Infektionserkrankungen durch fakultativ pathogene Pilze (z.B. *Aspergillus fumigatus*)
- durch Endotoxine gramnegativer Enterobakterien verursachte entzündliche, grippeähnliche Erkrankungen
- allergische Erkrankungen der Atemwege, für die u.a. Expositionshäufigkeit, Konzentration und Beschaffenheit der inhalierten Allergene von Bedeutung sind.

Ein kritisches und noch unvollkommen untersuchtes Problem im Zusammenhang mit Müll oder Abfall ist die mögliche allergene Belastung.

Die Fachtagung „Gesundheitliche Risiken durch Keimemissionen bei der Einsammlung, beim Transport und bei der Verarbeitung häuslicher Abfälle“ und der Workshop „Methoden der Sammlung und des Nachweises luftgetragener Bakterien und Pilze sowie deren Endo- und Exotoxine“, welche im März 1998 in München durchgeführt wurden, kamen demgegenüber, bezogen auf Deutschland, hinsichtlich des gesundheitlichen Risikos von Arbeitnehmern in der Abfallwirtschaft zu folgenden Ergebnissen:

- Die Auswirkungen der mikrobiellen Keimemissionen auf die Gesundheit von Müllwerkern in Deutschland sind als gering zu bezeichnen;
- es liegen keine eindeutigen Befunde vor, wonach das Personal vermehrt anfällig ist gegenüber allergischen Erkrankungen (u.U. durch erhöhte Antikörpertiter im Blut);
- es besteht nach wie vor erheblicher Standardisierungs- und Normierungsbedarf bei Luftkeim- und Toxinuntersuchungsverfahren (z.B. keine Vergleichsmöglichkeiten bei verschiedenen Meßmethoden, große Schwankungen bei den Messungen; ubiquitäres Vorkommen von relevanten Mikroorganismen); Anmerkung: im Bereich Arbeitsschutz gibt es mittlerweile erste Empfehlungen zu Meßmethoden und Lüftungstechnische Orientierungswerte für die Durchführung von Arbeitsplatzuntersuchungen;
- die bisherigen Untersuchungsergebnisse berücksichtigen nicht die Auswirkungen einer Langzeiteexposition auf die menschliche Gesundheit;

- obwohl die Arbeitsplätze in den Abfallentsorgungsanlagen grundsätzlich nicht mit einem erhöhten Erkrankungsrisiko in Verbindung gebracht werden können, sind mögliche Einflüsse auf die Gesundheit der Anwohner von Abfallbehandlungsanlagen weitgehend unbekannt und erfordern weitere Untersuchungen.

3.6.2 Hygieneschädlinge im Siedlungsbereich

Dieser Bereich beinhaltet in Bezug auf den Themenkreis „Umwelt und Gesundheit“ zwei Problemfelder:

- die Gefahren durch die Schädlinge an sich und
- die durch deren chemische Bekämpfung.

Chemische Produkte werden in erheblichem Umfang auch in Innenräumen zur gezielten Bekämpfung bestimmter Schadorganismen, wie Insekten, Milben, Zecken und Nagetiere, eingesetzt. Derzeit gibt es keinen Wirkstoff, der ausschließlich auf die jeweiligen Zielorganismen wirkt und für andere Lebewesen grundsätzlich unbedenklich ist. Die schädlingsabtötende Wirkung der eingesetzten Produkte hat daher zur Folge, daß sie unter bestimmten Bedingungen auch Menschen, Haustiere und Umwelt gefährden kann.

Schädlinge/Bekämpfungsmittel und Gesundheit

Gefahren durch Schädlinge: Von Schädlingen können Gefahren unterschiedlicher Art ausgehen, wie Übertragung und Verschleppung von Krankheitserregern, Verursachung von Allergien, Schädigung durch Toxinbildner, psychische Beeinträchtigungen einschließlich Wahnvorstellungen („Insektensyndrom“), Verunreinigung und Verderb von Lebensmitteln, Zerstörung von Pflanzen und Materialien, Verursachung technischer Defekte.

Insbesondere innerhalb von Einrichtungen, die für Keimanreicherungen und -verbreitungen besonders günstige Bedingungen bieten, wie Krankenhäuser, Sammelunterkünfte, Gemeinschaftseinrichtungen, Lebensmittel- und Tierhaltungsbetriebe, kann es durch Massenentwicklung bestimmter tierischer Organismen zur direkten Verbreitung und Übertragung von Krankheitserregern oder indirekt über Lebens- und Futtermittel kommen.

Gefahren durch die Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln: Die breite Palette chemischer, bisher nicht zulassungspflichtiger Bekämpfungsmittel, unterschiedlich formuliert für verschiedene Ausbringungsarten auf der Basis von Wirkstoffen gegen Insekten, Milben und Nagetiere (Organophosphate, Organochlorverbindungen, Carbamate, Pyrethroide, Wuchsregulatoren verschiedener Klassenzugehörigkeit, makrolytische Laktone etc.) zeigt, daß ein Grundproblem bereits darin besteht, aus den auf dem Markt befindlichen Substanzen das für den speziellen Fall richtige Mittel auszuwählen und korrekt anzuwenden. Dies gilt insbesondere für Laien, aber auch für ungelernete Kräfte in der Gebäudereinigung sowie Schädlingsbekämpfer ohne Sachkundenachweis. Die falsche Ausbringung

eines bei sachgemäßer und kompetenter Anwendung relativ harmlosen Produktes, z. B. durch überhöhte Dosierung oder durch die Wahl des falschen Sprüh-, Stäube- oder Nebelgerätes, kann durch Verdriftung und Inhalation zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen. Gefahren resultieren dann aus unnötig hoher Freisetzung der Wirkstoffe aus behandelten Oberflächen auf die Haut, in die Atemluft, die Kleidung sowie auf Lebensmittel, Bedarfs- und Gebrauchsgegenstände.

Bei nicht fachgerechtem Einsatz dieser Stoffe kann es ferner zu Resistenzbildungen kommen, deren Folgen erst im Verlauf von Jahren als Problem für die Menschen sichtbar werden.

Derzeit gibt es vielfältige rechtliche Regelungen in diesem Bereich, die jedoch i.d.R. nur Teilaspekte des Problems erfassen und erhebliche Regelungslücken enthalten (Arzneimittelgesetz; Bundes-Seuchengesetz; Tierseuchengesetz; Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz etc.).

Eine Besserung dieser Situation ist erst zu erwarten, wenn die Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.2.1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten in nationalen Regelungen umgesetzt ist und alle Mitgliedsstaaten ein einheitliches Zulassungssystem für solche Produkte einführen müssen.

Empfehlungen

Abfallbeseitigung

- Standardisierung und Normierung bzw. Entwicklung geeigneter Verfahren zur Messung von Keim- und/oder Toxinbelastungen.
- Entwicklung von Verfahren zur genaueren Bestimmung des von Abfallbehandlungs- und Abfallverwertungsanlagen ausgehenden mikrobiellen Risikopotentials.
- Erarbeitung von Grenz-, Richt- und Empfehlungswerten für mikrobiologische Belastungen durch Abfallbehandlungs- und Abfallverwertungsanlagen.
- Förderung von Maßnahmen zur Verwertung des Hausmülls und hausmüllähnlichen Gewerbeabfalls und dabei besonders der Kompostierung (ggf. Vergärung) getrennt erfaßter Bioabfälle.
- Prüfung neuer Methoden der Erfassung biologischer Veränderungen beim Menschen durch mikrobielle Aerosole und Toxine als einen Parameter für epidemiologische Studien.

Schädlinge und deren Bekämpfung

- Stärkere Ausschöpfung aller Möglichkeiten zur Einschränkung der Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln in bestimmten Bereichen sowie bezüglich der Abgabe an Laien auf gesetzlicher Ebene.
- Intensivierung der Fortbildung der Gewerbetreibenden sowie der Aus- und Fortbildung der Kontrolleure der auf Landesebene zuständigen Aufsichtsbehörden.
- Beseitigung des Mangels an praxiserprobten, hygienisch unbedenklichen, alternativen Mitteln sowie der Erfahrungsdefizite in deren Anwendung, kombiniert mit herkömmlichen Mitteln im Sinne einer „Integrierten Schädlingsbekämpfung“.

- Begrenzung der Zunahme der Anwendung von bestimmten Bekämpfungsmitteln auf der Basis der Erforschung der einer Massenentfaltung zugrundeliegenden Parameter mit dem Ziel, diese lokal so zu verändern, daß Massenentwicklungen bzw. Krankheitsüberträger- und -erregerentfaltungen ausbleiben.
- Resistenzmonitoring zur regulativen Einflußnahme auf Anwendungsgebiete bestimmter Wirkstoffe, Mittel und Verfahren sowie das Management bestimmter Bekämpfungsmethoden.
- Strukturierung der Vorgehensweise (Bewertung der Belastungen, Möglichkeiten der Dekontamination etc.) bei Verbleib von Bekämpfungsmittelrückständen in Innenräumen
- Aufklärung der Bevölkerung zur differenzierten Unterscheidung zwischen schädlichen und harmlosen Tierarten hinsichtlich der Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen.
- Erarbeitung von Kriterien für eine gesundheitsfördernde Stadt- und Bauplanung und Förderung entsprechender Maßnahmen.

3.7 Lebensmittel und Bedarfsgegenstände

3.7.1 Lebensmittel

Zusammensetzung, Inhalts- und Zusatzstoffe sowie Verunreinigungen und insbesondere die verzehrte Menge der Lebensmittel üben einen bestimmenden Einfluß auf Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen aus. Jeder hat es zum Teil selbst in der Hand, durch die Gestaltung seiner Ernährung Einfluß auf seine Gesundheit und auch mittelbar auf die Agrarwirtschaft und damit auf die Umwelt zu nehmen. In Deutschland sind derzeit nicht die Zusatzstoffe und gesundheitlich unerwünschten Stoffe das vorrangige Problem, sondern ein falsches Ernährungsverhalten, das „zu viel, zu fett, zu süß“. Dies ist nur durch Erziehung und Aufklärung zu beeinflussen.

Zusatzstoffe sind jene Substanzen, die einem Lebensmittel zur Verbesserung seiner Eigenschaften absichtlich zugesetzt werden. Typische Vertreter sind Antioxidantien, Farbstoffe, Konservierungsstoffe, Emulgatoren und Süßstoffe.

Rückstände sind die im Endprodukt noch vorhandenen, unerwünschten Substanzen und deren Metabolite, die vorwiegend aus technologischen und ertragssteigernden Gründen bei der Gewinnung von Lebensmitteln eingesetzt werden. Typische Vertreter sind Pflanzenschutz- und Tierarzneimittel.

Verunreinigungen (Kontaminanten) sind die im Endprodukt noch vorhandenen, unerwünschten Substanzen, die das Lebensmittel im Laufe seiner Herstellung aus der Umwelt aufnimmt. Typische Vertreter sind Schwermetalle und polychlorierte Biphenyle.

Lebensmittel und Gesundheit

Zur richtigen Einordnung des von Schadstoffen in Lebensmitteln unter Umständen ausgehenden Risikos sollte nicht übersehen werden, daß andere Ernährungsrisiken eine weitaus größere Rolle spielen. Die größte Gefahr für die Gesundheit geht von falschem Ernährungsverhalten im Sinne von Überernährung, einseitiger Ernährung und Alkoholmißbrauch aus. Zweitwichtigstes Risiko stellen Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen durch pathogene Mikroorganismen dar. Auf das Problem der in der Öffentlichkeit immer wieder geäußerten Befürchtungen über Gesundheitsgefahren durch gentechnisch hergestellte Lebensmittel wird hier nicht näher eingegangen, da es sich hierbei nicht primär um ein Umweltproblem handelt. Eine Kennzeichnung solcher Produkte wird jedoch für sinnvoll gehalten.

Der moderne Verbraucherschutz fordert bereits weit im Vorfeld bekannter Gesundheitsschäden präventive Maßnahmen. Die Belastung von Lebensmitteln mit Fremdstoffen sollte überall dort, wo Verdacht auf mögliche Gefahren besteht, auf ein unvermeidliches Mindestmaß herabgesetzt werden. Dies betrifft insbesondere die Schwermetallgehalte und den Nitratgehalt von Lebensmitteln ebenso wie Kontaminationen z.B. mit polychlorierten Biphenylen und anderen persistenten Organochlor-Verbindungen, vor allem aber sind Maßnahmen zur Minimierung des Gehaltes in Lebensmitteln bei Stoffen angezeigt, die ein krebserzeugendes Potential besitzen.

Ein wichtiges Instrument der Begrenzung von Schadstoffbelastungen ist die Festsetzung von Höchst-mengen oder Richtwerten.

Das Lebensmittel-Monitoring stellt ein ständiges Meß- und Beobachtungssystem über den Stand der Belastungen der Lebensmittel dar (s. Monitoring-Systeme). Als Beispiel seien hier zwei Untersuchungsreihen dargestellt, die in der Bundesrepublik durchgeführt werden.

- Lebensmittel-Monitoring, ausgewertet von der „*Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien*“

Ziel des bundesweiten Monitoring ist es, aussagekräftige Daten über die Belastung von Lebensmitteln mit gesundheitlich unerwünschten Stoffen für das Gesamtgebiet der Bundesrepublik zu erhalten. Nach Entwicklung eines solchen Monitoring-Systems im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde es mit dem zweiten Gesetz zur Änderung des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes auf eine rechtliche Grundlage gestellt. Danach stellt es ein ständiges System wiederholter Beobachtungen, Messungen und Bewertungen von Gehalten an gesundheitlich unerwünschten Stoffen in und auf Lebensmitteln dar und wird als eigenständige Aufgabe im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Länder durchgeführt. Das Lebensmittelmonitoring in der Bundesrepublik steht im internationalen Vergleich auf einem hohen Niveau. Der jährliche Probenahmeplan umfaßt ca. 20 Lebensmittel, von denen etwa je 240 Einzelproben zu ziehen und auf die im Monitoringplan festgelegten Stoffe zu untersuchen sind. Für diese 20 Lebensmittel ergibt sich somit ein Gesamtstichprobenumfang von ca. 4800 Proben. Diese nach statistischen und sachlichen Überlegungen ermittelten Stichprobenumfänge befinden sich weitgehend im Einklang mit der verfügbaren Kapazität der Lebensmittel-Untersuchungseinrichtungen der Länder. Aus den ersten Monitoringergebnissen lassen sich folgende vorläufige Schlußfolgerungen ableiten:

- Die Monitoringergebnisse haben bestätigt, daß der Gehalt an gesundheitlich unerwünschten Stoffen in den untersuchten Lebensmitteln grundsätzlich gering ist; dabei gilt gleichwohl, daß die Lebensmittel der hauptsächliche Eintragspfad für die Belastung des Menschen mit Organochlorverbindungen, anderen Pestiziden und Schwermetallen sind.
- Einige Gemüse wiesen hohe Nitratgehalte auf, die aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes vermieden werden sollten. Daher sollten alle Anstrengungen zur Nitratreduktion unternommen werden.
- Nationaler Rückstandskontrollplan erstellt von der „Zentralstelle zur Koordinierung und Erfassung von Rückstandskontrollen in Lebensmitteln tierischer Herkunft“

Durch die weite Verbreitung pharmakologisch wirksamer Substanzen in der modernen Tierproduktion sind umfangreiche Rückstandskontrollmaßnahmen im Rahmen des vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes unerlässlich geworden. In Deutschland werden derartige Aufgaben durch verschiedene Überwachungssysteme wahrgenommen. Die wichtigsten Kontrollen erfolgen durch die amtliche Fleischhygieneüberwachung auf dem Schlachthof, die amtliche Lebensmittelüberwachung und Eigenkontrolle der Betriebe.

Die amtliche Lebensmittelüberwachung erfolgt vorwiegend auf der Basis des Nationalen Rückstandskontrollplanes, der jährlich auf der Grundlage einer Rechtsvorschrift der Europäischen Union von der Zentralstelle erstellt wird. Die Durchführung der amtlichen Rückstandsüberwachung obliegt den Bundesländern.

Die Ergebnisse der Untersuchungen nach Nationalem Rückstandskontrollplan werden von der Zentralstelle erfaßt.

Im europäischen Ausland (Spanien, Frankreich, Italien) wurden in den vergangenen Jahren immer wieder Vergiftungsfälle bei Verbrauchern nach Verzehr von hoch mit Clenbuterol belastetem Fleisch oder Lebern beobachtet. In Deutschland sind bisher keine solchen Intoxikationen bekannt geworden und sind aufgrund der festgestellten Rückstandskonzentrationen auch nicht zu erwarten. Inzwischen ist die Anwendung von Clenbuterol bei lebensmittelliefernden Tieren durch die Europäische Union weitgehend verboten worden.

Im Hinblick auf Rückstandsbelastungen bestehen weiterhin folgende Probleme:

- Die Resistenzentwicklung von Mikroorganismen, die u.a. durch die Anwendung von antimikrobiell wirksamen Substanzen in der Tierproduktion gefördert wird;
- Unsicherheiten bezüglich möglicher Zusammenhänge zwischen allergischen Beschwerden und Rückstandsbelastungen in Lebensmitteln. Der Nachweis evtl. bestehender Kausalzusammenhänge ist äußerst schwierig
- mögliche Langzeitwirkungen niedriger Dosen pharmakologisch wirksamer Substanzen.

Rechtliche Regelung werden aufgrund des Lebensmittel und Bedarfsgegenstände-Gesetzes getroffen. Darüber hinaus gilt in weiten Bereichen bereits EU-harmonisiertes Recht.

3.7.2 Frauenmilch

Stoffe, die in Frauenmilch von Natur aus nicht vorkommen, sind - ob mit oder ohne Risikopotential - als Verunreinigungen zu betrachten und daher unerwünscht. Zu solchen Stoffen zählen neben Genussmitteln, Arzneimitteln und Lebensmittelverunreinigungen auch Verbindungen, die aus der Kontamination der Umwelt oder aus Kosmetika herrühren. Durch gesundheitsbewußtes Verhalten der Mutter können einige dieser Rückstände vermieden werden, dies ist jedoch bei schwer abbaubaren und häufig ubiquitär vorkommenden „Umweltchemikalien“ zum Teil nicht möglich. Die fettreiche Frauenmilch bietet insbesondere lipophilen und langlebigen Verbindungen gute Speicher- und Anreicherungsbedingungen und da der Mensch das Endglied der Nahrungskette darstellt, finden sich in Frauenmilch höhere Rückstandskonzentrationen als in fetthaltigen Lebensmitteln tierischer Herkunft (z.B. Kuhmilch).

Frauenmilch und Gesundheit

Zu den in der Frauenmilch vorhandenen Rückständen gehören insbesondere persistente Organochlorverbindungen (siehe Kapitel 3.9.2), wie z.B. bestimmte Pestizide, polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF). Neben den genannten Organochlorverbindungen wurden in der Frauenmilch z.B. auch Rückstände von Nitromoschusverbindungen nachgewiesen. Das sind synthetische Duftstoffe, die in Kosmetika und Körperpflegemitteln, aber auch in Wasch- und Reinigungsmitteln enthalten sind. Im Gegensatz zu den genannten Organochlorverbindungen wird für diese Verbindungen angenommen, daß die Resorption über die Haut den wichtigsten Aufnahmeweg darstellt.

Angesichts dieser, in der Frauenmilch auftretenden, chemischen Rückstände wird immer wieder die Frage nach mit dem Stillen möglicherweise verbundenen gesundheitlichen Risiken für den Säugling gestellt. 1984 hatte die „Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) Befunde über Rückstände und Verunreinigungen in Frauenmilch zusammengestellt und eine gesundheitliche Bewertung der Organochlorpestizide und PCB vorgenommen. Danach wurde, unabhängig von der Höhe der Belastung der Frauenmilch, ein uneingeschränktes Stillen in den ersten 4 Lebensmonaten empfohlen. Müttern, die länger stillen wollten, wurde empfohlen, die Rückstandsgehalte in ihrer Milch bestimmen zu lassen und davon Ausmaß und Dauer des weiteren Stillens abhängig zu machen.

Seither sind in der Bundesrepublik Deutschland Frauenmilchuntersuchungen in großem Umfang durchgeführt worden. Eine Auswertung der Rückstandsdaten von 25.000 Frauenmilchproben aus dem Zeitraum 1987 bis 1994 zeigt im Vergleich zu den Daten der DFG-Studie von 1979/81 als Folge gesetzlicher Regelungen, Anwendungsbeschränkungen, freiwilliger Anwendungsverzichte, technischer Maßnahmen etc. für alle Organochlorpestizide einen deutlichen Rückgang der Belastung. Für die Verbindungen α -HCH und Dieldrin liegen die meisten Analysenwerte seit einigen Jahren bereits im Bereich bzw. unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Vergleicht man die Gehalte in Frauenmilch aus den neuen Bundesländern mit denen aus den alten Bundesländern (1990/91), so finden sich bei den meisten Verbindungen sehr ähnliche Werte. Auffallend ist jedoch der in den neuen Bundesländern etwa doppelt so hohe Wert an DDT-Rückständen. Dieser Wert liegt in einem Bereich, der in den alten Bundesländern in den Jahren 1982 - 84 gemessen wurde. Im Gegensatz zu dem seit 1972 in der BRD geltenden strengen DDT-Verbot, wurden in der ehemaligen DDR bis ca. 1988 DDT-haltige Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt. Umgekehrt fällt auch auf, daß die 1990 ermittelten PCB-Gehalte in den neuen Bundesländern nur etwa halb so hoch waren wie in den alten Bundesländern. Längerfristig ist von einer Angleichung der Rückstandssituation auszugehen. Ein fallender Trend ist inzwischen auch bei den in der Bundesrepublik Deutschland vorliegenden ca. 2000 Frauenmilchwerten von Dioxinen und Furanen (die Gehalte werden in TCDD-Toxizitätsäquivalenten angegeben) abzulesen. Während zunächst die Gehalte auf relativ konstantem Niveau blieben, ist seit Ende der 80-er Jahre die Rückstandskonzentration auf etwa die Hälfte gesunken (Abbildung 8). Für die Gehalte der erst seit wenigen Jahren bestimmten Nitromoschusverbindungen in Frauenmilch (bisher etwa 4.700 untersuchte Proben) lassen sich zur Zeit noch keine Trendausagen machen. Es bleibt abzuwarten, inwieweit der freiwillige Verzicht vieler deutscher und europäischer Waschmittel- und Kosmetikhersteller auf die Anwendung von Moschus-Xylol und das auf EU-Ebene ausgesprochene Verbot der Verwendung von Moschus-Ambrette Auswirkungen auf die Gehalte in der Frauenmilch haben.

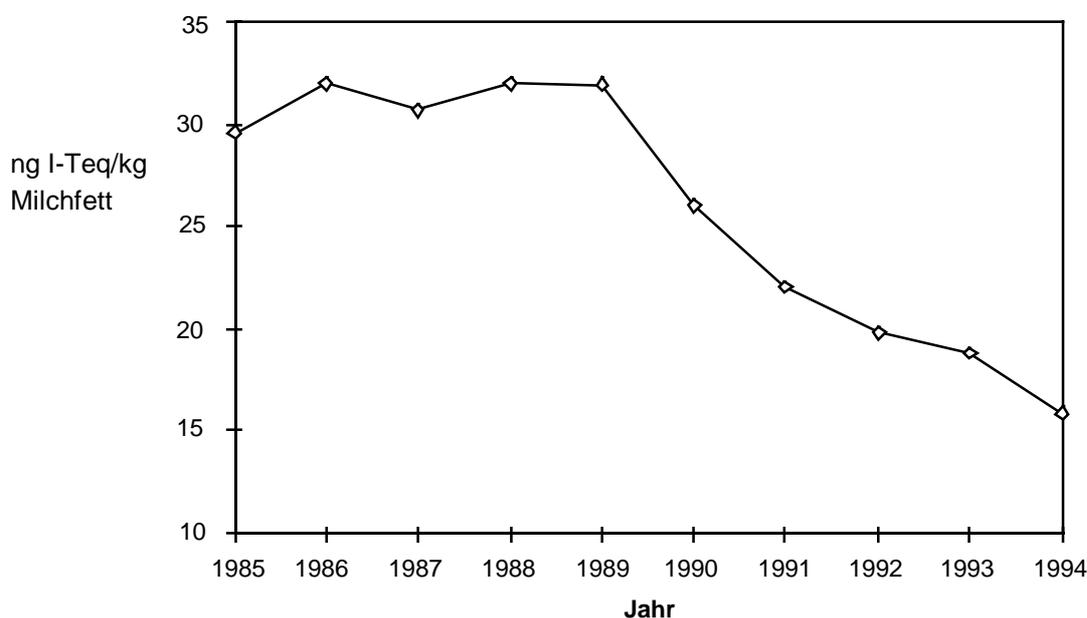


Abb. 8: Zeitlicher Trend der Gehalte (gewichtete Mittelwerte) an PCDD/PCDF in Frauenmilch der Bundesrepublik Deutschland für die Jahre 1985 - 94 (N=1957)

Aufgrund der getroffenen Maßnahmen zur Schadstoffminimierung sind die Rückstände an persistenten Organochlorverbindungen in der Frauenmilch in den vergangenen Jahren erheblich zurückgegangen:

- bei Organochlorpestiziden um 50-80 %
- bei PCB und Dioxinen um 50 %.

Die Nationale Stillkommission sieht heute, mehr als 10 Jahre nach der o. g. Stillempfehlung der Senatskommission der DFG aufgrund der derzeitigen Rückstandssituation keinen Anlaß mehr für irgendwelche Einschränkungen des Stillens.

Ungeachtet der rückläufigen Gehalte relevanter Rückstände gilt aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge und des für vermeidbare Fremdstoffe gebotenen Minimierungsprinzips die Forderung, auch weiterhin geeignete Maßnahmen zur Minimierung der Rückstände aller Fremdstoffe in Frauenmilch zu ergreifen.

3.7.3 Bedarfsgegenstände

Bedarfsgegenstände sind - auf eine Kurzform gebracht - Erzeugnisse im Nahbereich des Menschen, z.B. Eß-, Trink- und Kochgeschirr und andere Gegenstände, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen, Reinigungsmittel für Haushalt und Lebensmittelbetriebe, Spielwaren und Scherzartikel, Bekleidungsgegenstände, Armbänder und vieles andere mehr. Die Abgrenzung der Bedarfsgegenstände von anderen Erzeugnissen und Gegenständen aus dem Nahbereich des Menschen ist für die Öffentlichkeit nicht immer nachvollziehbar. So zählen Fleckenentferner zu den Reinigungs- und Pflegemitteln und damit zu den Bedarfsgegenständen, während Farbverdünner und der gesamte Bereich der Hobbyartikel nicht dazu zählen. Für sie gelten die allgemeinen Verbote des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes zum Schutz der Gesundheit. Spezielle Vorschriften für Bedarfsgegenstände, die im Rahmen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes getroffen wurden, enthält die Bedarfsgegenständeverordnung. Es ist z.B. für Ohrstecker, die nach dem Ohrlochstechen verwendet werden, die Verwendung von Nickel verboten, um Allergien gegen Nickel bei Verbrauchern zu vermeiden. Vergiftungen durch Ledersprays haben dazu geführt, daß bei diesen Erzeugnissen ausführliche Warnhinweise anzubringen sind. Gefährliche Mengen Blei und Cadmium abgebendes Keramikgeschirr darf in der Europäischen Union nicht verkauft werden, wird aber hin und wieder von Verbrauchern aus dem Urlaub aus Drittländern mitgebracht. Zu nennen sind auch häusliche Vergiftungsfälle durch Wasch- und Reinigungsmittel.

Bedarfsgegenstände und Gesundheit

Im folgenden wird beispielhaft auf Bekleidungstextilien eingegangen.

Das Gefährdungspotential von Farbstoffen und anderen Ausrüstungs- und Hilfsmitteln in textilen Bedarfsgegenständen läßt sich nur schwer abschätzen. Daher ist 1992 im ehemaligen Bundesgesundheitsamt, jetzt Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, ein Arbeitskreis „Gesundheitliche Bewertung“ der Arbeitsgruppe „Textilien“ gegründet worden, der die Aufgabe hat, hierüber generelle Aussagen zu erarbeiten. Für diesen Arbeitskreis sind die Ergebnisse eines Forschungsprojektes, das vom Bundesministerium für Gesundheit gefördert wird, von besonderer Bedeutung. Mit dem Vorhaben „Freisetzung von Textilhilfsmitteln und -farbstoffen aus textilen Bedarfsgegenständen und Übergang auf die Haut“ werden die verschiedenen Einflüsse textilinterner (z.B. Färbereihilfsmittel), textiler Parameter (Reibung, Temperatur, Schweiß) und die Bedeutung der Mikroflora auf der Haut beim Übergang von Chemikalien aus Textilien auf den Menschen untersucht.

Unabhängig davon kam der Arbeitskreis zu dem Ergebnis, daß insbesondere der Carrier (Färbeschleuniger) Trichlorbenzol und bestimmte allergieauslösende Dispersionsfarbstoffe in körpernahen Bekleidungstextilien nachteilige gesundheitliche Auswirkungen für den Verbraucher haben können. Nach einer Studie des Informationsverbundes Dermatologische Kliniken (IVDK), in der 2050 Patienten mit nicht berufsbedingter Dermatoase ausgewertet wurden, sind 1,8 % der Fälle Textilien zuzuordnen. Die Bundesregierung hat die Europäische Kommission aufgefordert, im Hinblick auf die internationalen Verflechtungen in der Textilwirtschaft und auf die Warenströme in der Europäischen Union eine entsprechende Gemeinschaftsregelung für die genannten Stoffe vorzusehen. Darüber hinaus befaßt sich die Europäische Kommission bereits mit einer gemeinschaftlichen Vorschrift für Azofarbstoffe mit krebserzeugendem Potential in Bekleidungsgegenständen. Auch hier hatte die Bundesregierung die Europäische Kommission um Vorschriften auf EU-Ebene gebeten. In Deutschland ist ein solches Verbot zum gesundheitlichen Verbraucherschutz bereits erlassen worden.

Empfehlungen

Lebensmittel

Ziel: Förderung aller Maßnahmen zur Begrenzung und Verminderung von Rückständen in Lebensmitteln und des Eintrags von Kontaminanten in die Umwelt.

- Ergänzung nationaler Regelungen durch die Festsetzung von Höchstgehalten für Umweltschadstoffe nach der Verordnung (EWG) 315/93 des Rates vom 8. Februar 1993.
- Aufklärung darüber, daß derzeit die größte Gefahr für die Gesundheit von falschem Ernährungsverhalten (Überernährung, einseitige Ernährung, Alkoholmißbrauch) ausgeht; zweitwichtigstes Risiko stellen Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen durch pathogene Mikroorganismen dar. Risiken durch Schadstoffe in Lebensmitteln haben demgegenüber eine untergeordnete Bedeutung.
- Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel.

- Förderung des Verzehrs und der Verarbeitung von jahreszeittypischen Lebensmitteln aus der Region.

Frauenmilch

- Für die weitere Beobachtung, Verfolgung und Beurteilung der Rückstandssituation sollten zukünftig Untersuchungen von repräsentativ erhobenen Frauenmilchproben im Rahmen von koordinierten Monitoring-Programmen in den Bundesländern durchgeführt werden.
- Aufbau einer Frauenmilch- und Dioxin-Humandatenbank, in der alle bundesweiten Untersuchungen zu Rückständen in Frauenmilch erfaßt werden.

Bedarfsgegenstände (Textilien)

- Verbot oder zumindest Kennzeichnung von Dispersionsfarbstoffen mit nachweislich sensibilisierendem Potential.
- Verbot oder freiwilliger Verzicht der Industrie auf die Verwendung von 1,2,4-Trichlorbenzol als Färbebeschleuniger.
- Anwendung der strengen nationalen Bewertungskriterien auch für Importe.

3.8 Ausgewählte Produkte

3.8.1 Bauprodukte

Bauprodukte im Sinne des Bauproduktengesetzes sind neben Baustoffen und Bauteilen auch Ausstattungsmaterialien wie z.B. Farben, Lacke etc.

Im Hinblick auf gesundheitliche Aspekte dominiert das Emissionsverhalten der Produkte in der Nutzungs- und Herstellungsphase. Bauprodukte können wesentlich an der Belastung der Innenraumluft - meist als kontinuierliche Flächenquellen - beteiligt sein, ohne daß Anwohner dies beeinflussen können.

Bauprodukte und Gesundheit

Den gesetzlichen Rahmen gibt die EU-Bauproduktenrichtlinie vor; zur konkreten Umsetzung wird u.a. die Bewertung der 'Brauchbarkeit' bzgl. der gesundheitlichen Auswirkung gefordert. Da dies nicht zum klassischen know-how der Bauaufsicht gehört, hat die Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder (ARGEBAU) die Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und -beamten der Länder (AGLMB) um Unterstützung bei der gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten gebeten. Die AGLMB hat hierzu Ende 1996 die Gründung eines Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) beschlossen, dessen Geschäftsführung im Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundes-

amts angesiedelt wurde. Dieser Ausschuß, in dem das Referat „Gesundheits- und Umweltschutz“ des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) ebenfalls vertreten ist, soll die Bewertung von Bauprodukten bzw. ihrer Inhaltsstoffe aus hygienisch-toxikologischer Sicht vornehmen und insofern auch zur Beratung des DIBt in Zulassungsfragen dienen. Er soll aber darüber hinaus allgemeine Bewertungskriterien für alle Bauprodukte, also auch solche, die nicht der Zulassungspflicht unterliegen, wie Farben, Lacke oder Fußbodenbeläge, im Hinblick auf ihre möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit aufstellen, über deren genaue Umsetzung noch zu befinden sein wird. Die konstituierende Sitzung fand im April 1997 statt. Zahlreiche weitere Gremien, wie z.B. die Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes, der Koordinierungsausschuß „Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz“ im NABau des DIN (KOA 03) etc., befassen sich zumindest teilweise auch mit Bauprodukten.

Durch die Vielfalt der Gremien ergibt sich eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Medizinern, Bauingenieuren, Chemikern und Biologen, die eine umfassende Bewertung von Bauprodukten ermöglicht.

Bereits im Jahr 1988 forderte die Projektgruppe „Gesundheitsgefährdende Auswirkungen von Bauprodukten“ des DIBt eine vorausschauende, präventive Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten. Mit Gründung des Referates „Gesundheits- und Umweltschutz“ im DIBt und der Einrichtung der dortigen Rezeptur- und Rohstoffdatenbank ist ein Schritt in dieser Richtung getan worden, der seit einigen Jahren eine systematische, vorsorgliche Bewertung von zulassungspflichtigen Bauprodukten ermöglicht. Mit Gründung des AgBB wurde diese Arbeit auf eine wesentlich breitere Basis gestellt.

Ohne die aktive Mithilfe der Industrie können auf diese Weise jedoch nur Teilerfolge erzielt werden, denn bei genormten Bauprodukten oder solchen von untergeordneter Bedeutung unterliegen die chemischen Zusammensetzungen keinerlei externer Kontrolle und somit auch keiner neutralen gesundheitlichen Bewertung oder Beurteilung der Umweltverträglichkeit. Wenn das Vertrauen in moderne Baustoffe in der Öffentlichkeit gestärkt werden soll, ist Offenheit auf seiten der Industrie gefordert, zum Beispiel in der Form, daß Angaben über die Inhaltsstoffe solcher Bauprodukte freiwillig bereitgestellt werden, um sie zum Beispiel dem Bauproduktenbewertungsausschuß zugänglich zu machen. Nur eine vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe aller Bauprodukte ließe eine zuverlässige Bewertung der Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt zu, so daß die in der Vergangenheit erlebten Problemsituationen zukünftig vermieden werden könnten.

Das Vorkommen **polychlorierter Biphenyle (PCB)** in der Innenraumluft bzw. das davon ausgehende gesundheitliche Risiko (s.a. Kap. 3.1.9.2) hatte in der Bundesrepublik für umfangreiche Sanierungen gesorgt. Neben den vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der PCB z.B. in Kondensatoren von Leuchtstoffleuchten, in Anstrichstoffen und Beschichtungen etc. wurde als innenraumluftrelevante Quelle deren Verwendung (bis etwa 1975) als Weichmacher in dauerelastischen Fugendichtungsmassen identifiziert.

Der Ausschuß für Umwelthygiene hat folgende Empfehlungen zur Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen gegeben:

- Raumluftkonzentrationen *unter 300 ng PCB/m³ Luft* sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).
- Bei Raumluftkonzentrationen *zwischen 300 und 3000 ng PCB/m³ Luft* wird empfohlen, die Quelle der Raumluftverunreinigung aufzuspüren und nach Möglichkeit unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit zu beseitigen oder zumindest eine Verminderung der PCB-Konzentration (z.B. durch regelmäßiges Lüften sowie gründliche Reinigung und Entstaubung der Räume) anzustreben.
- Der Zielwert liegt bei weniger als 300 ng PCB/m³ Luft.
- Raumluftkonzentrationen *oberhalb von 3000 ng PCB/m³ Luft* sollten im Hinblick auf mögliche andere nicht kontrollierbare PCB-Belastungen vermieden werden. Bei Bestätigung des Wertes sind in Abhängigkeit von der Belastung zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken in diesen Räumen unverzüglich Maßnahmen zur Verringerung der Raumluftkonzentration von PCB zu ergreifen. Die Sanierungsmaßnahmen müssen geeignet sein, die PCB-Aufnahme wirksam zu vermindern.
- Der Zielwert liegt auch hier bei weniger als 300 ng PCB/m³ Luft (Sanierungsleitwert).

Weiterhin wird empfohlen, sicherzustellen, daß die Räume bis zur Sanierung ausreichend gelüftet und regelmäßig feucht gereinigt werden. Die Primärquellen sollten dokumentiert und gegebenenfalls im Rahmen ohnehin anstehender Umbau- bzw. Bauunterhaltungsmaßnahmen mit entfernt werden.

Ein weiteres Problem aus dem Bereich der Bauprodukte stellt die Verwendung von **Holzschutzmitteln** im Innenraum dar.

Chemische Holzschutzmittel sind entsprechend ihrer bioziden Wirkstoffe (s. 3.1.8.3):

- Fungizide gegen holzerstörende und holzverfärbende Pilze und
- Insektizide gegen holzerstörende Insekten.

Je nach Anwendungsbereich kann folgende Unterteilung vorgenommen werden:

- DIBt-Holzschutzmittel zur bautechnisch vorgeschriebenen vorbeugenden Behandlung tragender Holzbauteile sowie für bekämpfende Maßnahmen
- Holzschutzmittel für nicht tragende Holzbauteile und bekämpfende Maßnahmen, die das RAL-Zeichen tragen
- Holzschutzmittel ohne Prüfbescheid oder -zeugnis, die im gewerblichen Bereich üblicherweise nicht verwendet werden, aber im Heimwerkerbereich durchaus relevant sind.

Nur für den konstruktiven Bereich in baulichen Anlagen - und auch hier nur für bestimmte Anwendungsbereiche - ist vorgeschrieben, Holz vor holzerstörenden Pilzen und Insekten zu schützen, um eine dauerhafte Standsicherheit zu gewährleisten.

Für den Schutz nichttragender Hölzer stehen Fragen der Werterhaltung und Erhalt der Gebrauchstauglichkeit im Vordergrund. Chemischer Holzschutz ist in normal bewohnten Räumen nicht notwendig; selbst in Feuchträumen mit Duschen kann er durch bauliche Maßnahmen überflüssig gemacht werden. Generell sollte ein Biozideinsatz in Bauprodukten unterbleiben, wenn seine Erfordernis nicht eindeutig nachgewiesen ist.

Das Bauproduktengesetz (BauPG vom 10.08.1992) regelt - in Umsetzung der EU-Bauproduktenrichtlinie - das Inverkehrbringen von Bauprodukten. Seit Oktober 1997 besteht eine freiwillige Selbstverpflichtung der Verbände Deutsche Bauchemie e.V. und Verband der Lackindustrie e.V. zum verantwortlichen Umgang mit Holzschutzmitteln einschließlich einer Ankündigung des Handels, ihr Sortiment auf umweltfreundliche Holzschutzmittel zu überprüfen. Im Rahmen der Selbstverpflichtung werden Holzschutzmittel einer freiwilligen amtlichen Überprüfung bezüglich der biologischen Wirksamkeit dieser Mittel sowie deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit durch das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin und auf die Umwelt durch das Umweltbundesamt bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung unterzogen.

3.8.2 Haushaltschemikalien

Unter Haushaltschemikalien werden chemische Stoffe verstanden, die in Produkten aus dem nichtgewerblichen Bereich verwendet werden (z.B. Haushalts- und -pflegemittel, Büromaterialien, Spezialreiniger, Autoreinigungs- und -pflegemittel, Batterien, Feuerlöschmittel, Heimwerker- und Hobbyprodukte, Lästlingsvertreibungs- und -vernichtungsmittel, Pflanzenschutzmittel).

Haushaltschemikalien und Gesundheit

Die Verbreitung von Haushaltschemikalien im unmittelbaren Aktionsradius von Kindern führt häufig zu Verwechslungen und unbeabsichtigten Einnahmen und als Folge davon zu akuten Gesundheitsbeeinträchtigungen bei Kindern. Desweiteren trägt die oft unkritische, routinemäßige Anwendung von Haushaltschemikalien zu einer nennenswerten Belastung mit chemischen Stoffen in Innenräumen bei. Der stetige Anstieg allergischer Erkrankungen ist möglicherweise ein Zeichen für die gesundheitliche Bedeutung dieser subchronischen und chronischen Chemikalienexposition.

Nach den Ergebnissen des Forschungsvorhabens EVA (harmonisierte Datenerfassung und Auswertung von vier großen deutschen Giftinformationszentren mit Chemikalien, 1993) führten im Haushaltsbereich im wesentlichen Reinigungsmittel, Schuhputzmittel, Anstrichstoffe, Brennstoffe, Klebstoffe, Kosmetika und Pflanzenschutzmittel zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen, wobei diese Mittel etwa 45% der Gesamtanfragen ausmachten (s. Abb. 9).

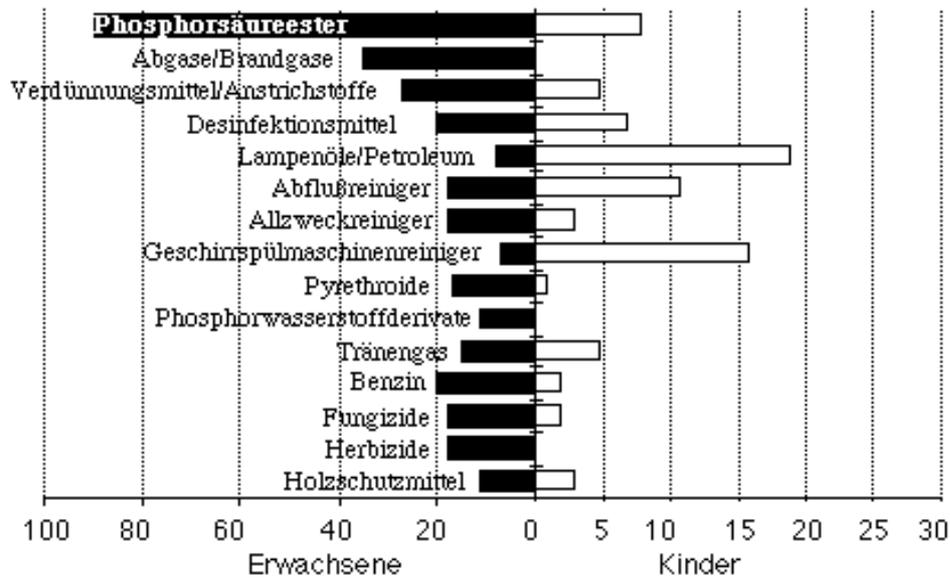


Abb. 9: Gefährliche Vergiftungen nach den Daten des Forschungsvorhabens EVA (Ergebnisse von 8.740 Anfragen aus vier Giftinformationszentren)

Erste Abschätzungen über die Zahl der Unfälle mit Haushaltschemikalien aus den Daten des Forschungsvorhabens EVA zeigten, daß 1993 in den alten Bundesländern in mindestens 10.000 Fällen Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Haushaltschemikalien auftraten. Schätzungen zu Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Reinigungsmittel belaufen sich auf etwa 6.000 Fälle, durch Pflanzenschutzmittel auf etwa 2.000 Fälle. Bei Pflanzenschutzmitteln ist der Großteil der gesundheitlichen Wirkungen auf suizidale Handlungen und unsachgemäßen Gebrauch zurückzuführen.

Welche gesundheitlichen Folgen durch Umweltexpositionen mit Haushaltschemikalien im Innenraum entstehen, kann derzeit nicht durch Zahlen belegt werden. Die Verwendung von Lacken und Klebstoffen bei der Renovierung von Wohnungen führten sehr häufig zu Beschwerden. Nach den Daten des Forschungsvorhabens EVA kam es bei 271 Anfragen zu Verdünnungsmitteln und Anstrichstoffen zu 32 mittleren und schweren Gesundheitsstörungen meist bei Erwachsenen. In 9 Fällen waren die Symptome auf Suizide bzw. Suizidversuche zurückzuführen, der Rest betraf im wesentlichen Unfälle meist mit mittleren Gesundheitsstörungen, z.B. mit Magen-Darm-Symptomen oder Kreislaufstörungen.

Bezogen auf die gesundheitlichen Beeinträchtigungen liegen die Zahlen aus dem Forschungsvorhaben EVA zu Verdünnungsmitteln in einem gleichen Rahmen wie bei den ärztlichen Meldungen bei Vergiftungen nach § 16e Abs. 2 ChemG:

Bezogen auf die Gesamtzahl im Forschungsvorhaben EVA mit 8740 Anfragen aus vier Giftinformationszentren wurden dort insgesamt 0,4 % Fälle mit mittleren und schwerwiegenden Gesundheitsstörungen gesehen. Dem stehen 0,2 % der Fälle mit entsprechenden Gesundheitsstörungen in den ärztlichen Meldungen bei Vergiftungen nach § 16e ChemG bei insgesamt 5982 Meldungen gegenüber.

Regelungen zu Chemikalien im nicht-gewerblichen Bereich enthalten insbesondere das Chemikaliengesetz, das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz, das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz, das Pflanzenschutzgesetz sowie das Düngemittelgesetz und deren untergesetzliche Regelungen.

3.8.3 Biozide und Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel enthalten biologisch aktive Wirkstoffe, die in biochemische Vorgänge des Schadorganismus eingreifen, um ihn in seiner Vermehrung zu hemmen oder abzutöten. Da diese Vorgänge in ihren Grundlagen identisch mit denen beim Säuger sind, können grundsätzlich mit der Anwendung von Bioziden Gefährdungen für die Gesundheit des Menschen und die Umwelt verbunden sein.

Biozide und Gesundheit

Aufgrund einer in der Regel niedrigen Exposition der Allgemeinbevölkerung gegenüber Bioziden sind mögliche Risiken für die menschliche Gesundheit schwierig nachzuweisen. Ausreichend dokumentierte Berichte über Gesundheitsschädigungen kommen im wesentlichen aus dem arbeitsmedizinischen Bereich und liegen z.B. vor für die Beeinflussung der Spermatogenese infolge Exposition gegenüber 1,2-Dibromo-3-chloropropan (DBCP) und gegenüber Ethylendibromid (EDB) sowie Lungenkrebs und Leberzirrhose bei Arbeitern, die gegenüber Arsenverbindungen exponiert waren. Des Weiteren können Chlorakne mit einer Exposition gegenüber halogenierten aromatischen Kohlenwasserstoffen, eine Porphyrie mit subakuter Vergiftung durch Hexachlorbenzol, reversible Sensibilitätsstörungen an der Haut durch Pyrethroide und eine sogenannte verzögerte Neuropathie, die nach akuter oder subakuter Exposition gegenüber bestimmten Organophosphat-Verbindungen auftritt, als korreliert angesehen werden. Auch für andere Biozide sind einige gesundheitliche Beeinträchtigungen berichtet worden; die epidemiologische Evidenz benötigt jedoch eine weitere Absicherung. Einige Biozide sind mit der Entstehung bestimmter Krebsformen beim Menschen assoziiert worden. Durch die Anwendung von Bioziden in Haushalt sind Kinder gegenüber solchen Stoffen besonders exponiert.

Viele Schädlingsbekämpfungsmittel werden in Innenräumen angewandt. Darüber hinaus kann es durch Fehlanwendungen auch weiterhin zu möglichen Innenraumbelastungen durch Holzschutzmittel kommen. Da der Mensch den größten Teil seines Lebens in umbauten Räumen verbringt, ist insbesondere bei Anwendung von Bioziden in Innenräumen das Risiko vorhanden, daß gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Befindlichkeitsstörungen auftreten. Die Einbringung von Schädlingsbekämpfungsmitteln in besonders sensible Bereiche wie Schulen und Kindertagesstätten erfordert daher auch entsprechende Sachkenntnis und hohes Problembewußtsein. Die Wirkstoffe der angewandten Mittel können sich auf Oberflächen von Wänden, Möbel, Fußböden ablagern und werden unkontrolliert wieder an die Raumluft abgegeben. Sie können inhalativ, dermal und oral aufgenommen werden. Bei längerem Aufenthalt in diesen Räumen gibt es keine Expositionspausen, und die Mengen, die aufgenommen werden können, sind kaum quantifizierbar. Hinzu kommt, daß diese Stoffe in Innenräumen, wo sie den Einwirkungen von UV-Strahlung und anderen Witterungseinflüssen entzogen sind, verzö-

gert oder überhaupt nicht abgebaut werden. Sogenannte Langzeit-Pyrethroide sind hierfür ein Beispiel. Der Innenraum muß deshalb insbesondere nach einer professionellen Schädlingsbekämpfungsmaßnahme ausreichend dekontaminiert bzw. gereinigt werden. Nichtentfernte oder nichtentfernbar Rückstände müssen für den Benutzer der Innenräume gesundheitlich unbedenklich sein. Für gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit Schädlingsbekämpfungen in Innenräumen ist oft eine nicht sachgerechte Anwendung ursächlich. Eine sichere Risikocharakterisierung - die mit hohem Aufwand für den Einsatz von Schädlingsbekämpfungsmitteln im agrarischen Bereich betrieben wird - muß deshalb auch für die Anwendung von Bioziden im nicht-agrarischen Bereich unabdingbar sein.

Regelungen zur Verhinderung möglicher Risiken durch Pflanzenschutzmittel enthält das Pflanzenschutzgesetz und dessen untergesetzliche Regelungen. Im Rahmen des darin vorgeschriebenen Zulassungsverfahrens wird neben der Wirksamkeit und dem toxikologischen Wirkprofil eines Pflanzenschutzmittels geprüft, ob bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier zu erwarten sind. Eine Gesundheitsgefährdung der Verbraucher durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in oder auf Lebensmitteln muß nach dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse ausgeschlossen werden können. Unter Beachtung dieser Grundsätze werden duldbare Konzentrationen festgelegt, die in der Pflanzenschutzmittel-Höchstmengen-VO als zulässige Höchstgehalte für Rückstände von Pflanzenschutzmitteln aufgeführt werden und die beim Inverkehrbringen der betreffenden Lebensmittel nicht überschritten werden dürfen. Um die Belastung des Verbrauchers durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in oder auf Lebensmitteln auf das unerläßliche Maß zu verringern, werden die Höchstmengen für Rückstände an Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln so niedrig festgesetzt, wie es die Erfordernisse des praktischen Pflanzenschutzes unter Anwendung der *Guten Landwirtschaftlichen Praxis* ermöglichen, keinesfalls aber höher, als es die Erfordernisse des vorbeugenden Gesundheitsschutzes erlauben.

Einige wenige Schädlingsbekämpfungsmittel für den Einsatz im nichtagrarischen Bereich unterliegen im Gegensatz zu Pflanzenschutzmitteln verschiedenen speziellen Regelungen wie z.B. Begasungsmittel der Gefahrstoffverordnung oder Mittel zur Seuchenbekämpfung dem Bundesseuchengesetz. Für Schädlingsbekämpfungsmittel allgemein besteht in Deutschland noch keine Zulassungspflicht (ausgenommen die Mittel und Verfahren nach § 10c Bundesseuchengesetz) und keine zentrale Registrierung oder Vertriebsbeschränkungen, abgesehen von den Abgabevorschriften für bestimmte gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach der Chemikalienverbotsverordnung.. Alle Produkte sind für „Jedermann“ käuflich und anwendbar. Die EU-Richtlinie über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten sieht jedoch ein Zulassungsverfahren für alle Biozid-Produkte vor. Die Richtlinie ist seit dem 14. Mai 1998 in Kraft. Die Vorschriften der Richtlinie sind innerhalb von zwei Jahren in nationales Recht umzusetzen.

Empfehlungen

Bauprodukte

- Förderung des Einsatzes von Bauprodukten mit umweltfreundlichen Eigenschaften durch Kennzeichnung produktbezogener Qualitätsmerkmale, z.B. in Form von Umweltzeichen, Gütesiegel etc. und Stärkung des Kunden- bzw. Verbraucherbewußtseins.
- Intensivierung der Aufklärungsarbeit hinsichtlich notwendiger Ablüftungszeiträume nach Baufertigstellung, Umbau- oder Sanierungsarbeiten, Renovierungsmaßnahmen etc..

Haushaltschemikalien

- Erstellung eines möglichst umfassenden, zentralen Produktregisters mit Informationen zu allen Inhaltsstoffen.
- Kennzeichnung der Produkte und ihrer Inhaltsstoffe mit einem eindeutig zu identifizierenden Namen und einer eindeutigen, maschinenlesbaren Schlüsselnummer (analog des Europäischen Barcodes EAN-Code).

Biozide und Pflanzenschutzmittel

Kennzeichnung verbrauchernaher Produkte, wie z.B. Haustextilien, Teppiche und Auslegware sowie von Hölzern oder Holzprodukten, die mit Insektiziden oder Fungiziden bzw. Holzschutzmitteln ausgerüstet sind.

- Untersuchungen von Kombinationswirkungen mehrerer Stoffe.
- Verbesserung und Ergänzung der von EU und OECD anerkannten Prüfverfahren zur Erfassung von Effekten nach perinataler und postnataler Einwirkung.
- Entwicklung von Verfahren der Integrierten Schädlingsbekämpfung mit dem Ziel der Reduzierung des Biozid-Einsatzes.

3.9 Ausgewählte Umwelttoxine

3.9.1 Schwermetalle

Die umweltmedizinische Bedeutung von Schwermetallen resultiert neben ihrer eigenständigen Toxizität aus ihrem ubiquitären Vorkommen und der Tatsache, daß sie in der Nahrungskette akkumulieren. Relevante Schwermetalle und Metalloide sind Blei, Quecksilber, Cadmium, Chrom, Nickel, Arsen und Selen. Beispielhaft sollen hier nur Blei und Quecksilber abgehandelt werden. Im übrigen sei auf die Publikationen des Umweltsurveys und der Kommission „Humanbiomonitoring“ des Umweltbundesamtes verwiesen.

3.9.1.1 Blei

Blei wurde mit zunehmender Industrialisierung in immer größeren Mengen gefördert, verarbeitet und in Umlauf gebracht. Dadurch kam es am Arbeitsplatz und im häuslichen Bereich zu ansteigenden Belastungen. Wegen der mit einer hohen Bleibelastung verbundenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Erkrankungen haben viele Staaten die Verwendung von Blei eingeschränkt. Die Verwendung von Blei im Benzin wurde in Deutschland erstmalig 1971 durch Festlegung von Obergrenzen für den Bleigehalt im Benzin-Blei-Gesetz geregelt. Seit 1997 ist in Deutschland nur noch bleifreies Benzin erhältlich.

Blei und Gesundheit

Belastungen der Allgemeinbevölkerung durch Blei ergeben sich über unterschiedliche Aufnahmewege, vor allem über luftgetragene Partikel, belastete Lebensmittel und Trinkwasser. Akute Belastungen mit größeren Mengen kommen akzidentiell vor. In Mittelmeerländern sind Bleiglasuren von Gefäßen noch üblich. Darin aufbewahrte und daraus genossene Lebensmittel können mit Blei kontaminiert sein und nach Genuß zu Vergiftungen führen. Während früher für die Allgemeinbevölkerung die Aufnahme von Blei aus der Atemluft bzw. über durch Bleideposition aus der Luft kontaminierte Lebensmittel die hauptsächliche Zufuhr darstellte, ist heute vor allem die Belastung des Trinkwassers, wenn es über Bleirohre transportiert wird, und die Zufuhr über Lebensmittel von Bedeutung. Andere Quellen für eine chronische Bleiexposition (z.B. Haarfärbemittel) können für den Verbraucher weitgehend ausgeschlossen werden. Beim Abbrennen alter Farben und Anstriche (z.B. als Rostschutzmittel) kann es allerdings zur Aufnahme größerer Mengen kommen. Solche i.d.R. berufliche Bleibelastungen können im Einzelfall ein erhebliches Ausmaß annehmen.

Der Anteil an Blei, der vom Darm ins Blut gelangt (resorbiert wird), liegt relativ niedrig; er beträgt etwa 10 % der aufgenommenen Dosis. Da die Ausscheidung des resorbierten Anteils mit einer Halbwertszeit von 5 - 20 Jahren jedoch sehr langsam ist, kann es bei entsprechend hoher Zufuhr zu toxischen Konzentrationen im Körper kommen. Über die Atemwege wird deutlich mehr Blei (ca. 30 %) aufgenommen. Blei wird überwiegend in den Knochen gespeichert. Bei Freisetzung von Blei aus dem Knochen können toxische Wirkungen ausgelöst werden. Kinder haben möglicherweise eine höhere Resorptionsquote als Erwachsene. Die Hauptausscheidung von Blei erfolgt mit dem Urin (etwa 75 % einer Dosis).

Blei kann durch Bindung an Körpereweiß zu Funktionseinschränkungen an verschiedenen Organen führen. Im Vordergrund steht dabei Blutarmut (Anämie), die aus einem gesteigerten Abbau sowie verminderten Aufbau des roten Blutfarbstoffes resultiert. Weitere Störungen machen sich durch Schädigung der Nervenleitung mit Empfindungsstörungen und Bewegungsstörungen bemerkbar. Ferner kann eine Vielzahl von Störungen, die auf eine Funktionsbeeinträchtigung des Gehirns hinweisen, ausgelöst werden. Bei akuter Bleivergiftung, die jedoch unter Umweltbedingungen nicht auftritt, kommt es auch zu einer Einschränkung der Nierenfunktion. Als empfindlichste Reaktion werden geringe Intelligenzstörungen bei Kindern nach Exposition im Mutterleib angesehen.

Die 1985/1986 und 1990/1991 durchgeführten Umwelt-Surveys bestätigen den deutlichen Trend zu geringeren Blutbleiwerten. So betrug der Medianwert der Bleikonzentration im Blut von Erwachsenen im ersten Survey (85/86) 62 µg/l, im zweiten (90/91) nur noch 46 µg/l (s.a. Abb. 10).

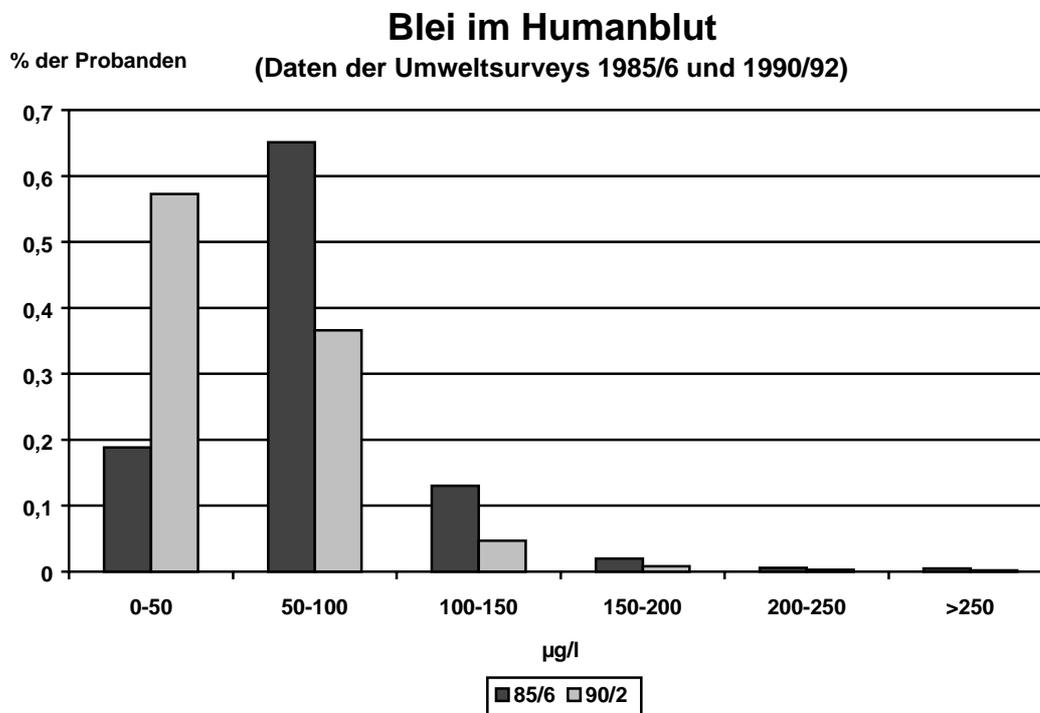


Abb. 10: Blei im Humanblut

Unterhalb einer Konzentration von ca. 100 µg/l im Blut wurden bisher beim Menschen keine relevanten Symptome und auch keine Beeinflussung biochemischer Parameter beobachtet. Entsprechend hat die Kommission „Humanbiomonitoring“ beim UBA die folgenden HBM-Werte (Definition siehe S. 72) festgelegt:

	HBM-I	HBM-II
Kinder unter 12 Jahren und Frauen im gebärfähigen Alter:	100µg/l	150 µg/l
übrige Personen	150µg/l	250 µg/l

Überschreitungen des HBM-I können Anzeichen einer erhöhten Blei-Aufnahme sein, müssen aber noch nicht Maßnahmen nach sich ziehen. Liegen die Konzentrationen höher als HBM-II, so muß insbesondere bei Kindern die Expositionsquelle ermittelt und eliminiert, eventuell eine Behandlung eingeleitet werden.

Durch die Einführung des bleifreien Benzins wurde ein wichtiger Beitrag zur Minderung der Bleiexposition geleistet. Die Hauptquelle für die Exposition mit Blei *in Deutschland* stellt der Verzehr von Lebensmitteln dar, eingeschlossen die Aufnahme über das Trinkwasser. Die hier geschätzten Zahlen von 15 mg/Jahr geben dabei allerdings die ungünstigste Situation wieder, die für die jeweiligen Le-

bensmittel von den höchstmöglichen Belastungen ausgeht. Solche Belastungen führen unter normalen Umständen nicht zu erhöhten Bleikonzentrationen mit klinischen Symptomen, da sie durch die Ausscheidung entsprechend kompensiert werden. Erhöhte Bleikonzentrationen bei Kindern sollten allerdings Anlaß für eine erhöhte Aufmerksamkeit sein. Hier besteht das Risiko einer chronischen Vergiftung, da die neurotoxische Wirkung bei Kindern bei niedrigeren Konzentrationen als bei Erwachsenen auftreten können. Wegen der verminderten Elimination besteht auch für Personen, die an einer Einschränkung der Nierenfunktion leiden, ein höheres Risiko des Auftretens höherer Bleikonzentrationen mit entsprechenden klinischen Symptomen.

Die Anstrengungen, die Bleibelastung für die Bevölkerung zu vermindern, müssen weiter vorangetrieben werden. Auf nationaler Ebene kann die Verwendung nicht-bleihaltiger Trinkwasserrohre hierzu beitragen. Darüber hinaus sollten Maßnahmen (auch international) zur Verringerung der Freisetzung von Blei bei Arbeitsprozessen, besonders bei der Verhüttung ergriffen werden, um den Eintrag in die Umwelt über diesen Weg zu minimieren.

3.9.1.2 Quecksilber

Die natürliche Emission von Quecksilber in die Umwelt erfolgt weltweit vor allem durch Vulkanismus, Verwitterung von Gesteinen und Entgasung der Erdkruste. Aber auch die Menschen selbst haben durch industrielle Produktionen, Energiegewinnung und den Gebrauch und die Beseitigung von Konsumprodukten (z.B. Batterien) einen erheblichen Anteil an der Freisetzung von Quecksilber in die Umwelt.

Quecksilber kann in elementarer metallischer Form oder in verschiedenen Verbindungen vorliegen, die auf den menschlichen Organismus unterschiedliche Wirkungen zeigen:

- elementares Quecksilber in flüssigem oder dampfförmigem Zustand
- anorganische Quecksilberverbindungen (Quecksilbersalze)
- organisch gebundenes Quecksilber (insbesondere Methyl-Quecksilber).

Insbesondere durch den Fischverzehr ist eine erhöhte Belastung des menschlichen Organismus mit Methyl-Quecksilber gegeben und kann zu einer täglichen Quecksilberaufnahme von mehreren mg führen. Aber eine gesundheitliche Beeinträchtigung ist dadurch nicht zu erwarten. Die durchschnittliche Quecksilberaufnahme (Duplikatstudie des UBA) liegt in Deutschland bei ca. 7 µg/Tag. Desweiteren kann eine dauernde Quecksilberaufnahme durch Freisetzung aus Amalgamfüllungen in den menschlichen Körper mit Werten von bis zu 3 µg festgestellt werden. Eine Aufnahme von Quecksilberverbindungen durch die Haut ist durch die Anwendung von quecksilberhaltigen Wunddesinfektionsmitteln oder -Salben möglich; deren Anwendung hat aber in Deutschland heute nur noch eine untergeordnete Bedeutung.

Die Tabelle 9 zeigt die aus den Ergebnissen des Umwelt-Surveys 1990/92 gewonnenen Referenzwerte (Hintergrundbelastung der Deutschen Bevölkerung) und die zur Einschätzung des gesundheitlichen Risikos festgelegten HBM-Werte für Quecksilbergehalte (HG) im Blut und Urin. Die Messung von

Hg im Urin eignet sich zur Bestimmung der akuten Belastung mit anorganischem Quecksilber, während die Hg-Bestimmung im Blut die Belastung mit organischem Hg wiedergibt.

Tab. 10: Referenzwerte und HBM-Werte für Quecksilber (Angaben in µg/l)

Referenzwert:	
Hg-Blut	1,5(Ki) 2,0 (Erw)
HG-Urin	1,4

	HBM-I	HBM-II
Hg Urin (überwiegend anorganisch)	5 µg/g-Kreatinin	20 µg/g-Kreatinin
Hg Blut (überwiegend organisch)	20 µg/l	80 µg/l
Hg Blut gebähf.Frauen	10 µg/l	20µg/l

Quecksilber und Gesundheit

Folgender Personenkreis kann gegenüber der Normalbevölkerung erhöhte Quecksilberkonzentrationen in Blut oder Urin aufweisen:

- Personen mit mehreren (alten) Amalgamfüllungen
- Personen mit häufigem Fischkonsum (mehr als 1000 g/Monat)
- Personen mit beruflicher Quecksilberbelastung.

Im allgemeinen ist die Quecksilberbelastung aus Amalgamfüllungen nicht gesundheitsgefährdend, da die aufgenommen Hg-Mengen üblicherweise nicht zu toxischen Schadstoffkonzentrationen im Körper führen. Dagegen können bei Entfernung alter Füllungen akut hohe Expositionen auftreten. Es ist allerdings nicht auszuschließen, daß bei subchronischen Einwirkungen besonders empfindliche Menschen gesundheitliche Beeinträchtigungen erfahren. In der Öffentlichkeit werden diese Aspekte kontrovers diskutiert. Es bleibt festzustellen, daß die Auswirkungen einer chronischen Belastung mit Quecksilber mit niedrigen Dosen für den Menschen nicht geklärt sind. Zukünftige wissenschaftliche Untersuchungen sollten sich dabei insbesondere mit den induzierbaren Fehlregulationen des Immunsystems, wie mit dem Auslösen von Autoimmunreaktionen und allergischen Reaktionen, befassen.

Es darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß neben Belastungen durch anorganisches Quecksilber, wie z.B. durch Amalgam, auch die Belastung durch organische Quecksilber-Verbindungen, wie sie aus sehr hohem Fischverzehr resultiert, eine neurotoxische Wirkung bei Ungeborenen und Kindern auslösen kann. Diesem Problem ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

3.9.2 Persistierende organische Verbindungen

3.9.2.1 Polychlorierte Biphenyle

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind Vertreter von halogenierten aromatischen Verbindungen, die in der Umwelt weit verbreitet sind. Seit Anfang der 30er Jahre wurden PCB industriell produziert und

vor allem seit den 50er Jahren weltweit in großen Mengen hergestellt und vorwiegend in hoch industrialisierten Ländern verwendet. Aufgrund ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften (chemisch inert, schlecht elektrisch leitend und praktisch nicht brennbar) wurden PCB weltweit in Kondensatoren- und Transformatorenöl, elektrischen Isolierflüssigkeiten, Hydraulikflüssigkeiten, Schmiermitteln, Weichmachern etc. eingesetzt. Kommerzielle PCB-Produkte und auch Umweltproben enthalten stets komplexe Gemische von PCB-Einzelsubstanzen, genannt Kongenere. Chemisch lassen sich insgesamt 209 Kongenere unterscheiden, von denen ca. 130 in der Umwelt nachgewiesen werden. Die Toxizität der PCB-Gemische ist von der Kongenerenzusammensetzung abhängig und wird von der Art der Chlorsubstitution der einzelnen Kongenere beeinflusst. PCB, die in ortho-Position zur Verknüpfungsstelle nicht substituiert sind, werden als coplanare PCB-Kongenere bezeichnet. Ihre Toxizität scheint um ein Vielfaches höher zu sein als die der mengenmäßig am häufigsten vorkommenden PCB-Kongenere.

PCB und Gesundheit

PCB sind außergewöhnlich stabil, werden im ökologischen Kreislauf nur wenig abgebaut und sind inzwischen in fast allen Umweltmedien nachzuweisen. Für die Belastung des Menschen sind Lebensmittel tierischer Herkunft (Fleisch, Fisch, Milch und Milchprodukte) von größter Bedeutung. Im Menschen (Blut, Fettgewebe, Frauenmilch) werden vorwiegend die höher chlorierten Verbindungen gefunden, da beim Durchgang durch die Nahrungskette eine Anreicherung der lipophilen PCB stattfindet, die überwiegend die höher chlorierten betrifft, während die niedrig chlorierten PCB zu einem großen Teil abgebaut werden.

Die Zusammensetzung der PCB, die in solchen Proben gefunden werden, unterscheidet sich deutlich vom Muster der kommerziellen PCB-Produkte, denn beim Durchgang durch die Nahrungskette findet eine Anreicherung der lipophilen PCB statt, die überwiegend die höher chlorierten Kongenere betrifft, während die niedrig chlorierten PCB zu einem großen Teil abgebaut werden. Dies ist der Hauptgrund, weshalb auch im Menschen (Blut, Fettgewebe, Frauenmilch) vorwiegend die höher chlorierten Verbindungen gefunden werden.

Die Anwendung von PCB in sogenannten offenen Systemen wurde 1978 verboten; 1983 wurde die industrielle Produktion von PCB eingestellt und 1989 das Inverkehrbringen - einschließlich der Importe - durch die PCB-, PCT-, VC-Verbotsverordnung vom 18. Juli 1989 vollständig verboten. Weitere Gesetze und Verordnungen betreffen Abfälle und die Entsorgung, wie z.B. Sammlung oder Auflagen für Abfälle (Altöl, Papier, Klärschlamm) und die ordnungsgemäße Beseitigung von PCB. In der Schadstoff-Höchstmengenverordnung von 1988 sind für PCB in Lebensmitteln, die den weitaus wichtigsten Belastungspfad für den Menschen darstellen, Höchstmengen auf der Grundlage der Untersuchung von 6 Einzelkongeneren festgelegt, bei deren Überschreiten Lebensmittel nicht mehr in den Verkehr gebracht werden dürfen. Weiterhin unterliegen PCB auch Grenzwerten in der Trinkwasserverordnung.

Bei der Abschätzung der täglichen Aufnahme von PCB mit der Nahrung ist aufgrund der getroffenen Maßnahmen inzwischen ein Rückgang offensichtlich. Sie wird für Erwachsene in Deutschland derzeit auf etwa 0.05 µg/kg Körpergewicht geschätzt. Ein Rückgang der Belastung spiegelt sich auch in den PCB-Gehalten aus Frauenmilchuntersuchungen in Deutschland wider (s.a. Kap. 3.7.2). Im Vergleich zum Erwachsenen erhält der gestillte Säugling über die Frauenmilch als dem Lebensmittel am Ende der Nahrungskette eine deutlich höhere tägliche Zufuhr. Auf der Grundlage der PCB-Konzentration im Frauenmilchfett aus dem Jahr 1994 läßt sich eine tägliche Aufnahmemenge für den Säugling während der Stillperiode von etwa 3 µg/kg Körpergewicht abschätzen.

Aufgrund ihrer Fettlöslichkeit werden die PCB im Menschen hauptsächlich in fetthaltigen Strukturen bzw. Systemen (Fettgewebe, Frauenmilch, Knochenmark, Leber etc.) gespeichert. Im Stoffwechsel werden PCB zu Hydroxylierungsprodukten und schwefelhaltigen Verbindungen umgesetzt. Die Metabolisierungsrate und damit auch die Ausscheidung dieser Verbindungen hängt stark vom Chlorgehalt und der Stellung der Chloratome im Molekül ab. Die Halbwertszeiten liegen bei niedrig chlorierten PCB im Bereich einiger Monate und bei höher chlorierten PCB im Bereich einiger Jahre. Wegen dieser langen Halbwertszeiten und der anhaltenden Zufuhr stellen sich beim Menschen altersabhängig höhere Gehalte im Gewebe ein. Bei Frauen spielt die Ausscheidung von PCB über das Stillen eine Rolle.

Die akute Toxizität von PCB-Gemischen ist relativ gering. Symptome chronischer Vergiftungen wurden durch Fälle von Massenvergiftungen 1968 in Japan (Yusho) und 1979 in Taiwan (Yu Cheng) bekannt, nachdem hochgradig kontaminierte Lebensmittel (Reisöl) verzehrt worden waren. Im Vordergrund standen auffällige Hautveränderungen (Chlorakne, Hyperpigmentierung, Veränderungen an Finger- und Zehennägeln), aber auch anhaltende Störungen der Atemwege, Leberveränderungen, Blutbildveränderungen und Störungen der Immunfunktion. Bei Frauen, die während der Schwangerschaft betroffen waren, kam es zu Fehl-, Tod- und Frühgeburten, die Neugeborenen wiesen ein verringertes Geburtsgewicht auf sowie Schädigungen und Störungen, die als fetales PCB-Syndrom beschrieben wurden. In einigen Arbeitsplatzstudien konnte eine Assoziation zwischen dem PCB-Gehalt im Blut und Veränderungen der Leberenzymaktivität, Lebervergrößerung und Hautveränderungen gezeigt werden. Während bei männlichen Yusho-Patienten eine statistisch signifikant erhöhte Krebssterblichkeit festgestellt wurde, haben epidemiologische Untersuchungen bei beruflich exponierten Personen bisher keinen gesicherten Nachweis einer kanzerogenen Wirkung erbracht. Derzeit kann das krebserzeugende Potential der PCB jedoch noch nicht abschließend bewertet werden, vor allem, weil bei den epidemiologischen Studien Expositionen gegenüber anderen kanzerogenen Stoffen nicht ausgeschlossen werden können. Laut IARC/WHO liegt eine begrenzte Evidenz für PCB als Humankanzerogen und eine ausreichende Evidenz für Kanzerogenität im Tierversuch (erhöhte Tumorraten in der Leber) vor.

Neben der akuten und subchronischen Toxizität von PCB und PCDD/F ist auch deren mögliche nachteilige Wirkung bei in der täglichen Umwelt vorkommenden Konzentrationen auf die pränatale und frühkindliche Entwicklung zu beachten. Dazu sind in der jüngsten Zeit wiederholt beunruhigende Studienergebnisse publiziert worden.

3.9.2.2 Dioxine

Die Dioxine sind eine Substanzklasse mit insgesamt 210 organischen Verbindungen, unterteilt in 135 polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine (*PCDD*) mit der Leitsubstanz 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-Dioxin (2,3,7,8-TCDD „Seveso-Gift“) und den 75 polychlorierten Dibenzofuranen (*PCDF*). Aufgrund verschiedener Chlorierungsgrade und -arten ergeben sich bei gleichem Grundgerüst zahlreiche als *Kongenere* bezeichneten Einzelsubstanzen, von denen weniger als 20 für den Nachweis im menschlichen Organismus toxikologisch von Bedeutung sind. Für Einzelsubstanzen, insbesondere auch für Gemische verschiedener Substanzen, existiert nur ein eingeschränktes toxikologisches Wissen. Zur Bewertung hat man auf der Basis von in-vitro-Untersuchungen und tierexperimentellen Befunden „Toxizitätsäquivalente“ entwickelt. Dabei wird die Toxizität des 2,3,7,8-TCDD mit 1,0 angesetzt und die Konzentrationen der weiteren Substanzen werden je nach ihrer Toxizität mit (niedrigeren) Faktoren multipliziert und hinzuaddiert. Der *international toxicity equivalence factor* (I-TEF) ist in deutsche Regelungen eingegangen (z.B. Bundes-Immissionsschutzgesetz). Es existieren auch noch andere TCDD-Toxizitätsäquivalenzmodelle (TEQ oder TEq des ehemaligen BGA und die I-TE-Werte), die aufgrund kleinerer Unterschiede bei der Berechnung zu divergierenden Ergebnissen führen können.

Dioxine und Gesundheit

Dioxine und Furane sind rein anthropogene Schadstoffe und durch weltweites, ubiquitäres Vorkommen zur Metapher für die allgemeine Umweltverschmutzung geworden. Ihren Ursprung haben Dioxine in diversen Verbrennungsvorgängen, wenn sie in Gegenwart von Chlorverbindungen ablaufen. Die metallurgische Industrie, die Papier- und Zellstoff-Industrie, die thermische Müllbehandlung, der Hausbrand (hier insbesondere die Verbrennung von Holz) und der Kraftfahrzeug-Verkehr (Dieselmotoren) sind die wichtigsten Immissionsquellen. Auch bei der Pentachlorphenol-Herstellung und der Synthese von Herbiziden wurden Dioxine frei.

Dioxine und Furane werden hauptsächlich mit der Nahrung aufgenommen. Die Belastung durch Luft und Wasser ist daneben gering. Dioxin- und Furan-haltig sind vor allem tierische Fette und tierische Eiweiße. Im menschlichen Körper werden Dioxine insbesondere in fetthaltigen Strukturen und Systemen angereichert (Fettgewebe, Serum, Frauenmilch). Die biologische Halbwertszeit der PCDD und PCDF im Fettgewebe beläuft sich auf etwa 7 Jahre.

Akute Vergiftungen des Menschen mit Chlorakne und anderen Hauterscheinungen, Gewichtsverlust, Leberfunktionsstörungen, Kopfschmerzen, Reizerscheinungen an den Konjunktiven und Atemwegen und Ausscheidung von Porphyrinen sind nach hohen Expositionen beschrieben worden. Bei der Langzeitbeobachtung von exponierten Arbeitern wird immer wieder über Neuropatien, Depressionen, vermehrte Suizide, allgemeine Leistungsunfähigkeit und Schlafstörungen berichtet. Eine Induktion von Leberenzymen bleibt über längere Zeit meßbar. Möglicherweise kommt es auch zu verschiedenen Immunstörungen. Bei Primaten werden im Tierversuch Lymphozytenfunktionen bei einer Gabe von 10 ng pro kg Körpergewicht 2,3,7,8-TCDD meßbar verändert.

Das Malignitätsrisiko bei exponierten Arbeitern ist erhöht. 2,3,7,8-TCDD wird deshalb als humankarzinogene Substanz eingestuft, wobei Dioxinen und Furanen eine Promotor- nicht hingegen eine Initiatorwirkung zugeschrieben wird.

Trotz im Tierversuch eindeutig nachweisbarer Mißbildungsraten zeigten die Auswertung des Seveso-Störfalls und Fall-Kontrollstudien beim Menschen keine Häufungen von Mißbildungen. Die in Vietnam in Zusammenhang mit dem Versprühen von „Agent Orange“ beobachteten Mißbildungen und Frühaborte sind aufgrund des Phenoxyherbizidgemischs bezüglich der hierbei ursächlichen Rolle des TCDD nicht eindeutig zu interpretieren.

Die sich durch die Anreicherung am Ende der Nahrungskette für den Menschen ergebende Aufnahme und die sich mit der Frauenmilch auf den Säugling übertragende Belastung waren unter dem Aspekt des vorbeugenden Gesundheitsschutzes nicht mehr tolerabel. Die Minderung des Eintrags in die Umwelt und die Sanierung wurden als öffentliche Aufgabe erkannt und durch zahlreiche Maßnahmen (gesetzliche Regelungen, technische Umrüstungen etc.) angegangen. Die Erfolge zeigen sich u.a. bereits in der rückläufigen Belastung der Frauenmilch (s. 3.7.2). Wegen der langen Halbwertszeit werden uns die Dioxine allerdings noch jahrzehntelang im Umwelt- und Lebensmittelmonitoring begleiten.

3.10 Störfälle

Störfälle sind oft schwerwiegende Chemie-, Industrie- oder Transportunfälle, bei denen eine große Zahl von Menschen betroffen ist und meist erhebliche Folgen für die Umwelt entstehen. Beispiele sind Explosionen durch technisches Versagen von Bauteilen in Anlagen, gravierende Störungen in Produktionsprozessen, Brandkatastrophen mit verschiedensten Ursachen, Transportunfälle auf Straßen oder in Gewässern, Flugzeugabstürze, Havarien in Kraftwerken und Kernkraftwerken. Oft spielt menschliches Versagen eine Rolle, doch Massenunfälle werden auch nicht selten durch Naturkatastrophen, wie z.B. Vulkanausbrüche, Erdbeben oder Verunreinigungen im natürlichen Trinkwasservorkommen verursacht.

Störfälle und Gesundheit

Schwere Katastrophen, wie der Industrieunfall von Bhopal/Indien mit der Freisetzung von Methylisocyanat, haben zum Tod von mehreren tausend Menschen geführt (nach offiziellen Angaben wurden in Bhopal 2500 Menschen getötet und 150.000 verletzt). Erhebliche gesundheitliche Folgen mit bleibenden Schäden können auch entstehen, wenn Lebensmittel oder Trinkwasser kontaminiert werden. Beispielhaft hierfür sind Vergiftungen mit Speiseölen wie 1981 in Spanien, in dessen Folge knapp 400 Menschen starben. Zahlenmäßig wesentlich bedeutender ist demgegenüber die Menge an kleineren Unfällen mit gefährlichen Substanzen und Bränden. In England und Wales wurden 1991 über 2.300 derartige Unfälle und Brände registriert, wobei besonders oft Chemiestörfälle auftraten.

Eine Auswahl größerer Störfälle in Deutschland zeigt die Tabelle 11.

Tab. 11: Größere Störfälle in Deutschland [*nach Ergebnissen der ärztlichen Mitteilungen bei Vergiftungen § 16e, Abs.2, ChemG]:

Jahr	Deutschland	Ursache	Folgen
1953	Ludwigshafen BASF AG (Störfall)	<u>2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (TCDD)</u> Durch eine thermische Reaktion wurde in einer Produktionsanlage TCDD freigesetzt.	55 Verletzte. Untersuchungen nach 30 Jahren zeigten, daß alle Überlebenden dieser Gruppe eine Chlorakne mit unterschiedlicher Dauer hatten und eine hohe Sterblichkeitsrate wegen bösartiger Tumoren auftrat.
1970	Kaiserslautern (Transportunfall)	<u>Chlorgas</u> Einem Bleichmittel wurde irrtümlich in einem Eisenbahnwaggon Salzsäure zugefügt. Dabei entstand eine größere Chlorgaswolke	67 Verletzte, z.T. sehr starke Lungen- und Bronchialreizungen
1992 *	Schkopau Buna AG (Störfall)	<u>Chlorgas</u> Durch einen Leitungsdefekt trat in einer Produktionsanlage Chlorgas in Form einer größeren Wolke aus	Z.T. sehr starke Lungen- und Bronchialreizungen bei mind. 186 Personen.
1993 *	Frankfurt/Main Hoechst AG (Störfall)	<u>o-Nitroanisol-Gemisch</u> Erhebliche Kontamination eines umliegenden Wohngebietes mit einem o-Nitroanisol-Gemisch	Augen-/Haut-Schleimhautreizungen, Magen-Darm-Symptomatik bei mind. 192 Personen. Die behandelnden Ärzte berichteten über eine Zunahme von Infekten und Allergien im betroffenen Gebiet
1996 *	Düsseldorf Flughafen (Brand)	<u>Brandkatastrophe</u> Brandkatastrophe nach unvorschriftsmäßigen Schweißarbeiten	17 Tote, bisher insgesamt ca. 20 Verletzte, Gesundheitsstörungen bei ca. 100 Personen
1996 *	Schönebeck (Transportunfall)	<u>Vinylchlorid</u> Freisetzung von Vinylchlorid beim Eisenbahntransportunfall.	Gesundheitsstörungen bei mindestens 328 Personen, Augen-/Haut-/Schleimhautreizungen und gastrointest. Beschwerden

Zu den größten Störfällen der letzten Jahre in Deutschland zählt die Freisetzung eines o-Nitroanisol-Gemisches 1993 bei der Hoechst AG in Frankfurt, in dessen Folge bei zahlreichen Anwohnern Augen-, Haut- und Schleimhautreizungen sowie Magen-Darm-Symptom auftraten sowie der Brand des Düsseldorfer Flughafens 1996, bei dem 17 Menschen an Kohlenmonoxidvergiftungen starben und 20 weitere Personen verletzt wurden. 1996 kam es bei einem Eisenbahntransportunfall in Schönebeck zur Freisetzung von Vinylchlorid; bei mehr als 300 Personen zeigten sich Gesundheitsstörungen wie Augen-, Haut-, Schleimhautreizungen und gastrointestinale Beschwerden.

Regelungen, um Störfälle im Bereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen zu verhindern, sind in Deutschland im Rahmen der Störfall-Verordnung vom 20.9.1991 festgelegt, die eine untergesetzliche Regelung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes darstellt. Der Transport gefährlicher Güter in Deutschland unterliegt umfangreichen, fast vollständig international harmonisierten Regelungen, die auf die jeweiligen Transportwege (Straße, Schiene, Wasser, Luft) bezogen sind.

Empfehlungen

- Ergänzung der bestehenden rechtlichen Regelungen um Regelungen, mit denen die Datenlage zur Einschätzung der gesundheitlichen Folgen von Störfällen verbessert wird; z.B. Festlegung einer unmittelbaren wissenschaftlichen Bestandsaufnahme und einer standardisierten Sicherung der Daten bei allen größeren Störfällen (Erstellung von Expositionsregistern, Durchführung epidemiologischer Studien und Erstellung von Krebsregistern zur Langzeituntersuchung).
- Etablierung standardisierter und koordinierter Verfahren möglichst auf internationaler Basis um nach Störfällen durch Messung in den Umweltkompartimenten und, soweit möglich, auch durch Humanbiomonitoring das individuelle Risiko einer Exposition abschätzen zu können.

3.11 Gesundheitliche Aspekte globaler Umweltveränderungen

Die Umweltprobleme, die heute zunehmend unser Handeln erfordern, haben eine andere Zeitskala und eine andere räumliche Dimension als die klassischen Umweltprobleme, die in den vergangenen Jahren zu bewältigen waren. Die grenz- und kontinentüberschreitenden Auswirkungen vieler Umweltprobleme über große Zeiträume hinweg erfordern gemeinsames internationales Handeln. Zu den vordringlichen Problemen zählen:

- Klima-Veränderungen und mögliche Folgewirkungen
- Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht
- Rapider Artenschwund
- Fortschreitende Erosion und rascher Verlust fruchtbarer Böden
- Verschmutzung und Überfischung der Weltmeere
- Schleichende Überbeanspruchung des Naturhaushalts durch antropogene Einträge.

Die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) hat 1992 in Rio de Janeiro mit dem Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert (Agenda 21) deutlich gemacht, daß zum

Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit gewaltige Anstrengungen im Rahmen einer umfassenden und intensiven internationalen Zusammenarbeit dringend erforderlich sind.

Das auf diesem Gedanken aufbauende Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung („sustainable development“) beinhaltet global eine über Generationen hinweg aufrechterhaltbare umwelt- und gesellschaftsverträgliche Entwicklung. Dieses Leitbild zielt darauf ab, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, soziale Verantwortung und Umweltschutz zusammenzuführen, um faire Entwicklungschancen für alle Staaten zu ermöglichen und die Lebensgrundlagen für künftige Generationen zu bewahren. Es umfaßt somit die Beziehungen zwischen ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Entwicklung und orientiert sich am Vorsorgeprinzip sowie an großräumigen Dimensionen von Umweltzielen und -strategien, die national, regional und lokal verwirklicht werden müssen.

In Anlehnung an die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz des Menschen und der Umwelt“ können 4 Handlungsgrundsätze im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung formuliert werden:

- Die Nutzung einer Ressource darf auf Dauer nicht größer sein als ihre Regenerationsrate oder die Rate der Substitution all ihrer Funktionen.
- Die Freisetzung von Stoffen darf auf Dauer nicht größer sein als die Tragfähigkeit der Umweltmedien oder als deren Assimilationsfähigkeit.
- Gefahren und unvermeidbare Risiken für den Menschen und die Umwelt durch anthropogene Einwirkungen sind zu vermeiden.
- Das Zeitmaß anthropogener Eingriffe in die Umwelt muß in einem ausgewogenen Verhältnis zu der Zeit stehen, die die Umwelt zur selbststabilisierenden Reaktion benötigt.

Über das in Deutschland erreichte, beachtliche Niveau im Umweltschutz hinaus sind noch große Anstrengungen und Prozesse des Umdenkens notwendig, um das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen.. Hierfür sind nicht nur staatliche, politische und ökonomische Entscheidungsträger, sondern auch gesellschaftliche Gruppe und jeder einzelne Bürger in seiner Lebens- und Handlungsweise verantwortlich. In dieser Frage sollte ein breiter gesellschaftlicher Konsens herbeigeführt werden, so daß es zu einer weiteren und sinnvollen Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltbelastung kommen kann.

Das Umweltbundesamt hat in seiner 1997 publizierten Studie „Nachhaltiges Deutschland - Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung“ für mehrere relevante Handlungsfelder (Energienutzung, Mobilität, Nahrungsmittelproduktion, Stoffstrommanagement, Konsummuster) beispielhaft 3 Szenarien möglicher Entwicklungen mit Blick auf das Jahr 2010 (Status quo-Szenario, Effizienz-Szenario, Szenario unter der Voraussetzung eines Struktur- und Bewußtseinswandels) intensiv erörtert. Nach diesen Szenarien wird eine anhaltend umweltgerechte Entwicklung erst durch Veränderungen der politischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen im Sinne eines Struktur- und Bewußtseinswandels möglich sein.

Der Beurteilung von Umweltsituation und Umweltstrategie dienen Umweltindikatoren, die nach einem OECD-Vorschlag als Driving Force-Indikatoren (z.B. Transport), Pressure-Indikatoren (z.B. Emissionsmenge), State-Indikatoren (z.B. Immissionssituation) und Response-Indikatoren (z.B. Verkehrsmittelwahl) klassifiziert werden können. In einer Weiterentwicklung dieses Konzepts durch die WHO unter dem Aspekt von Umwelt und Gesundheit werden vor Response bzw. Actions auch Exposure (z.B. Prozentsatz der exponierten Bevölkerung) und Effects (z.B. Anzahl und Art gesundheitlicher Beeinträchtigungen) als Indikatoren für die Entscheidungsfindung berücksichtigt. Wenngleich es einen allgemein gültigen und akzeptablen Satz von Nachhaltigkeitsindikatoren für Deutschland noch nicht gibt, so werden in o.g. Studie des Umweltbundesamtes doch bereits pragmatische und entwicklungsfähige Komplexe von Indikatoren vorgeschlagen.

Wegen der besonderen gesundheitlichen Bedeutung werden im folgenden die Auswirkungen der Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht und der globalen Klimaveränderungen ausführlich vorgestellt.

3.11.1 Zerstörung der Ozonschicht

Seit Beginn der siebziger Jahre wird weltweit eine Abnahme der Ozonwerte in der Stratosphäre beobachtet. Große lokalisierte Abnahmen der Ozonkonzentration in der Stratosphäre wurden vor allem über den Arktischen Regionen und besonders über der Antarktis verzeichnet. Das Auftreten des Ozonlochs über der Antarktis gehört zu den gravierendsten Veränderungen des Ozongehalts in der Stratosphäre, die jemals beobachtet wurden. Dabei wird die Ozonschicht jährlich wiederkehrend in den Monaten September/Oktober bis Dezember drastisch verdünnt.

Nach heutiger Kenntnis ist die Ausbildung des Ozonlochs eine Kombination von meteorologischer Konditionierung und anthropogener Störung der Ozonchemie.

Für den zeitlichen Ablauf der Ausbildung des Ozonlochs ist neben dem Vorkommen bestimmter Stoffe in der Stratosphäre - hier sind als anthropogen bedingte Stoffe insbesondere Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), teilhalogenierte FCKW (H-FCKW), Halone sowie Methylbromid von Bedeutung - auch das Aufgehen der tieferstehenden Frühjahrssonne entscheidend, deren Strahlung das aus bestimmten chemischen Reaktionen mit Luftschadstoffen hervorgehende Cl_2 spalten kann. Die freigesetzten Cl-Atome reagieren mit Ozon unter Bildung von ClO, dessen Konzentration dabei stark ansteigt, ohne daß es zunächst zu einem stärkeren Ozonverlust kommt. Ein Ozonverlust setzt erst dann ein, wenn sich ein neuer katalytischer Zyklus des Ozonabbaus etabliert hat.

Durch die Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht kommt es zu vermehrter Einstrahlung kurzwelliger UV-Strahlen (UV-B) auf die Erde. Ozonmessungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Hohenpeißenberg zeigten während der letzten 25 Jahre eine jährliche Abnahme des Gesamtzongehaltes von ca. 0,5 %. Demgegenüber steht jedoch kein einheitlich erhöhter Trend in der bodennahen UV-Strahlungsmessung, wenngleich an Einzeltagen mit niedrigen Ozonwerten Erhöhungen der UV-B-Werte um fast 30 % im Vergleich zu Tagen mit „normalem“ Gesamtzongehalt gemessen wurden. Diese Diskrepanz scheint vor allem auf bisher nicht ausreichend genaue und langzeitstabile UV-

Meßsysteme zurückzuführen zu sein. Unter anderem deshalb gibt es noch keine belastbaren Daten für eine Erhöhung der UV-Exposition in bodennahen Bereichen infolge verringerten stratosphärischen Ozons. Um verlässliche Daten über die tatsächliche UV-Strahlung zu erhalten, wurde vom Bundesamt für Strahlenschutz und vom Umweltbundesamt ein UV-Meßnetz aufgebaut, in dem an vier repräsentativen Standorten in Deutschland kontinuierlich die UV-Strahlung mit neu entwickelten, qualitativ hochwertigen Geräten spektral aufgelöst gemessen wird.

Weltweite Vereinbarungen zum Schutz der Ozonschicht enthalten das Wiener Übereinkommen (1985) sowie darauf aufbauend das Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (1987). National erfolgte die Umsetzung mit Hilfe der über diese Regelungen hinaus gehenden FCKW-Halon-Verbots-Verordnung vom 6. Mai 1991. Von dieser Verordnung gingen wichtige Impulse zur Fortentwicklung des Montrealer Protokolls und der entsprechenden EG-Verordnung (Verordnung (EG) NR. 3093/94 des Rates vom 15. Dezember 1994 über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen) aus. Das Montrealer Protokoll und dessen zusätzliche Verschärfungen zeigen bereits Wirkung. Verglichen mit 1986 ging der weltweite FCKW-Einsatz um über 40 %, in Deutschland sogar um mehr als 95 % zurück. Die Geschwindigkeit, mit der die Verpflichtungen verschärft wurden, hat bei vielen Staaten allerdings zu Schwierigkeiten geführt, die getroffenen Vereinbarungen rechtzeitig umzusetzen und zu ratifizieren. Schon mit Rücksicht hierauf wird die Fortschreibung von Verpflichtungen nur auf jeder zweiten der jährlich stattfindenden Vertragsstaatenkonferenzen schwerpunktmäßig behandelt.

Stratosphärischer Ozonverlust und Gesundheit

Die Abnahme der Ozonkonzentration in der Stratosphäre führt - wie oben angegeben - zu einer Zunahme der bodennahen UV-Strahlung. Die gesundheitsschädigende Wirkung der UV-Strahlung ist unter anderem abhängig von der Strahlungsintensität und -dauer, der Wellenlänge der Strahlung sowie der individuellen Konstitution und den bestrahlten Körperteilen. Bei der Sonnenbestrahlung des Menschen sind akute und chemische Wirkungen zu unterscheiden, wobei aufgrund der geringen Eindringtiefe der UV-Strahlen nur die Augen und die Haut betroffen sind. Über die Einwirkungen auf die Haut werden auch Effekte auf das Immunsystem vermutet.

Akute Wirkungen auf das Auge können Entzündungen der Hornhaut und der Bindehaut hervorrufen (Photo-Keratoconjunctivitis - Schneeblindheit).

Bei Aufnahme von ultravioletten Strahlen über die **Haut** können als **Akut-Wirkung** eine Rötung (Erythem) bzw. verschiedene Stadien des allgemein bekannten Sonnenbrandes auftreten. Zur Abschätzung der biologischen Wirkung ist dabei die Erythemwirksamkeit einer Bestrahlung maßgebend, d.h. die Fähigkeit, Hautrötungen hervorzurufen. Die Strahlungsenergie, die auf einer unvorbestrahlten „kaukasischen“ Haut eine gerade noch sichtbare Rötung hervorruft, wird als „Minimale Erythemdosis“ (1 MED = 180 J/m²) bezeichnet.

Die Tagesdosen erythemwirksamer UV-Einstrahlung besitzen einen ausgeprägten Jahresgang. In Mitteleuropa sind im Sommer bei wolkenlosem, klarem Himmel in Meeresspiegelhöhe bis zu ca. 12

MED pro Tag möglich. Durch den naturgegebenen Einfluß atmosphärischer Trübungen werden im Mittel bis zu 30 % der möglichen Einstrahlung absorbiert. Der Einfluß, den Wolkenfelder ausüben, hängt stark von der Art der Bewölkung und dem Bedeckungsgrad ab. Eine geschlossene Cirrusdecke absorbiert etwa 20 - 30 %. Schichtwolken können dagegen eine Absorption von 70 - 80 % erreichen, so daß eine Erythemwirkung bei Sonnenbestrahlungen nicht mehr gegeben ist.

Geringe, erythemunterschwellige UV-Bestrahlungen wirken in erster Näherung gesundheitsfördernd und sind notwendig für die körpereigene Vitamin-D3-Synthese. Sie werden auch für die Therapie bestimmter Hauterkrankungen eingesetzt.

Erythemüberschwellige oder zu häufige UV-Expositionen erhöhen dagegen die Wahrscheinlichkeit für gesundheitsschädigende Bestrahlungseffekte (Sonnenbrand) beträchtlich.

Als **chronischer Effekt am Auge** wird eine Trübung der Linse (als Katarakt oder Grauer Star bezeichnet) angenommen. Unter Laborbedingungen ist ein solcher Effekt, ausgelöst durch UV-B-Bestrahlung, erwiesen. Die Ergebnisse epidemiologischer Untersuchungen sind jedoch nicht eindeutig. Wahrscheinlich stellt die UV-B-Bestrahlung einen der verschiedenen Faktoren für die Katarakt-Bildung dar.

An **chronischen Effekten der Haut** sind neben frühzeitiger Alterung und Pigmentverschiebungen vor allem bösartige Tumoren (Maligne Melanome und verschiedene, als „non-melanome skin cancer“ (NMSC) bezeichnete Hautkrebsformen) von Bedeutung. Maligne Melanome kommen zwar in wesentlich geringerem Umfang vor als die übrigen bösartigen Hauttumoren (Basalzellkarzinom, Plattenepithelkarzinom), sind aber wegen ihrer hohen Mortalitätsrate von großer Bedeutung. Es gibt Hinweise darauf, daß besonders eine vermehrte Sonnenbestrahlung in der Kindheit einer der ursächlichen Faktoren für die Melanombildung ist.

Der bis zum Jahr 2050 zu erwartende anthropogene Ozonabbau wird gegenwärtig auf 3-5 % und bei Zugrundelegung ungünstiger Prognosen auf ca. 11 bis 20 % geschätzt. Der damit verbundene Anstieg der erythemwirksamen solaren UV-Einstrahlung nimmt dann Beträge von ca. 7, 19 oder sogar 34 % an. Bei einem Anstieg der erythemwirksamen UV-Einstrahlung um 1 % ist anhand epidemiologischer Vergleichsuntersuchungen geschätzt worden, daß sich die Erkrankungsraten an Nicht-Melanom-Hautkrebs um ca. 2 % und an malignem Melanom um ca. 0,3 - 0,5 % erhöhen.

Als weiterer Effekt erhöhter UV-Strahlung werden **Störungen der körpereigenen Immunabwehr** im Sinne einer Immunsuppression und damit verbunden eine erhöhte Infektanfälligkeit diskutiert. Zur Abklärung sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Auf Grund der dargestellten Wirkungen kommt Aufklärungskampagnen, die die Bevölkerung über mögliche gesundheitliche Risiken einer übermäßigen Sonnenexposition unterrichten und die es ermöglichen, Gefährdungen einzuschätzen und bewußt zu machen und geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen, besondere Bedeutung zu [s.a. Kap. 3.3.2.3].

3.11.2 Veränderung des globalen Klimas

Seit Beginn der Industrialisierung nehmen die Konzentrationen einiger Spurengase (CO₂, CH₄ und N₂O) infolge menschlicher Aktivitäten deutlich zu. Viele dieser Gase haben die Eigenschaft, das kurzwellige, sichtbare Sonnenlicht nahezu ungehindert die Atmosphäre passieren zu lassen, während sie die von der Erde ausgehende langwellige Wärmestrahlung in Teilen absorbieren.

Sie tragen so zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei (der sogenannte Treibhauseffekt) und werden deshalb Treibhausgase genannt. Außer den oben genannten Gasen gehören der Wasserdampf und das Ozon zu den wesentlichen Treibhausgasen. Mit einem Anstieg ihrer Konzentrationen in der Atmosphäre wächst die Treibhauswirkung, die sogenannte Strahlungskraft (radioactive forcing) derselben. Das ist eine unumstößliche Tatsache. Fraglich ist, welche Auswirkungen die erhöhte Treibhauswirkung auf das derzeitige Klima hat, da die Vielzahl der klimatischen Einflußgrößen und ihre vielseitigen positiven und negativen Rückkopplungsmechanismen die Abschätzung des künftigen Klimas außerordentlich erschweren. Eine Vorstellung über das künftige Klima ist aber notwendig, um die Gefährdungspotentiale aus den drohenden Klimaänderungen nicht nur für die Gesundheit abschätzen zu können.

Angesichts dieser Tatsache und der Erkenntnis, daß ein Land allein mit der Beantwortung der Fragen zum Klimawandel überfordert ist, wurde 1988 das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) unter Schirmherrschaft der UN-Organisationen UNEP und WMO gegründet, als dessen Aufgaben die wissenschaftliche Beratung und die Unterstützung der Verhandlungen zum Klimaprotokoll festgeschrieben wurden. Unter Zuarbeit von über 2000 Wissenschaftlern aus aller Welt entstanden u.a. mehrere wissenschaftliche Sachstandsberichte (Assessment Reports) (1990, 1995). Darin finden sich folgende Abschätzungen für das zukünftige Klima:

Bis zum Jahre 2100 wird angenommen, daß die mittlere globale Temperatur um 1 bis 3,5 °C steigen wird, mit der besten Abschätzung von 2 °C. Alle Abschätzungen lassen mithin Erwärmungen erwarten, die über denen der letzten 10.000 Jahre liegen. Es wird erwartet, daß der Meeresspiegel um etwa 50 cm bis zum Jahre 2100 ansteigen wird.

Diese Veränderungen werden weltweit nicht einheitlich auftreten. Über den Landgebieten der hohen Breiten wird sich die Temperatur stärker erwärmen als über den Ozeanen. Eine Zunahme des Auftretens extrem heißer Tage wird erwartet und eine Abnahme des Auftretens extrem kalter Tage. Der Tagesgang der Temperatur wird abnehmen.

Der Wasserkreislauf wird angekurbelt, so daß sich die Häufigkeit des Auftretens und das Ausmaß extremer Ereignisse wie Trockenheit, Überflutungen und Niederschlag verändern werden. In den hohen Breiten wird der Winterniederschlag zunehmen. Eine Abschwächung der thermohalinen Zirkulation des Nordatlantik und damit eine Abschwächung des Golfstroms kann nicht ausgeschlossen werden.

Detaillierte Prognosen über zukünftige regionale Klimaentwicklung sind bisher nicht verfügbar, so daß die obigen Aussagen ausreichen müssen, um Rückschlüsse auf mögliche Gesundheitseinflüsse der erwarteten Klimaänderung abzuleiten.

Klimaänderung und Gesundheit

Neben den im folgenden dargestellten möglichen Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Gesundheit des Menschen sind mit Klimaänderungen auch weitreichende Folgen für die Landwirtschaft, die Pflanzenwelt, die Ausbreitung von Vegetationszonen, auf die Tierwelt sowie den Wasserhaushalt der Erde zu erwarten.

Grundsätzlich zeigen heute vorhandene Erkenntnisse über gesundheitsfördernde oder gesundheitsbelastende meteorologische Bedingungen bereits die Empfindlichkeit des Organismus und mögliche Änderungen des Befindenzustandes sowie der Leistungsfähigkeit des Menschen im Hinblick auf eingetretene bzw. zu erwartende anthropogene Klimaänderungen auf. Dabei ist es für die Zuträglichkeitsbetrachtung des Human-Bioklimas als gleichrangig einzustufen, ob die anthropogene Klimaänderung direkt über die veränderte chemische Zusammensetzung der Atmosphäre zur Wirkung kommt oder ob sich über neue Ein- und Ausstrahlungsbedingungen indirekt die physikalischen Bedingungen, insbesondere Temperatur und Strahlung verändern.

Die hierbei anzustellenden Überlegungen gehen generell von gegenwärtig in den gemäßigten Breiten herrschenden klimatischen Bedingungen und der hier lebenden Bevölkerung aus. Dieser Ausgangspunkt ist wichtig, weil alle anthropogen bedingten Klimaveränderungen natürlich stets gezielt auf speziell adaptierte Populationen in den jeweiligen Klimaregionen treffen. Es müssen deshalb die Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung zwischen den Klimaregionen der Erde auch sehr stark variieren.

Der Mensch wird über physiologisch relevante Signale, die die thermischen Umgebungsverhältnisse widerspiegeln, veranlaßt, geeignete Maßnahmen zu seinem Schutz zu ergreifen, d.h. sie beeinflussen sein Verhalten. Während einerseits die thermischen Empfindungen einer sehr starken Saisonalität unterliegen und auch die UV-Empfindlichkeit stark in den Monaten variiert, kann bei der Gesundheitsbelastung durch luftchemische Wirkungsfaktoren nur teilweise von einer „Gewöhnung“ oder Akklimatisation im positiven Sinne gesprochen werden.

Eine Anpassung des Wärmehaushalts des Menschen an heiße oder kalte Klimate erfolgte über im langen Prozeß der Evolution entwickelte Mechanismen, so daß jeweils nur eine geringe Toleranzbreite des Energiegleichgewichtes festzustellen ist, d.h. über die Physiologie der Thermoregulation wird eine exakte Einhaltung gesichert. Die zu erwartenden anthropogenen Klimaänderungen gehen jedoch in für die menschliche Entwicklung sehr kurzen Zeitschritten vor sich, so daß eine Adaptation nicht erfolgen kann. Daraus resultiert die Einschätzung, daß diese Klimaänderungen längerfristig einen ungewohnt hohen Belastungscharakter für den menschlichen Organismus haben können.

Thermische Wirkungen: Die thermische Wirkung der Atmosphäre auf den Menschen wird im wesentlichen von den Größen Lufttemperatur, wärmewirksame Strahlung, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit bestimmt, die gemeinsam auf den menschlichen Organismus einwirken. Unter der Annahme, daß sich Klimaänderungen vor allem in der Zunahme extremer Witterungsereignisse darstellen und daß die aus heutiger Sicht sehr seltenen Ereignisse (<1.5 %) künftig häufiger auftreten können, ergeben sich erhebliche Bereiche des thermischen Diskomforts (25 % bis 75 % des Jahres). Mit thermischem Diskomfort bezeichnet man die thermischen Belastungssituationen, in denen der menschliche Organismus gezwungen ist, die lebensnotwendige Aufrechterhaltung eines ausgeglichenen Wärmehaushaltes mit entsprechend hohem thermophysiologischem Regulationsaufwand (z.B. Schweißproduktion bzw. Kältezittern) zu realisieren. Ein erhöhter Grad der Belastung des Menschen ist insbesondere daraus zu erwarten, daß sich voraussichtlich die Zeit belastender sommerlicher Überwärmung verlängern wird.

Mit Hilfe epidemiologischer Methoden kann die Wirkung thermischer Belastungen auf ausgewählte Populationen ermittelt werden. Aus den Reaktionen auf extreme Wettersituationen wird auf mögliche Veränderungen des Gesundheitszustandes unter den Bedingungen einer globalen Temperaturänderung geschlossen. Es wird angenommen, daß es mit Zunahme des Treibhauseffektes auch zu einer Zunahme von Hitzeperioden kommen wird. Bei Hitzebelastung mit Tagesmitteltemperaturen über 21°C wurde eine deutliche Erhöhung von Morbidität und Mortalität nachgewiesen. Studien in unterschiedlichen Landschaftsklimaten Deutschlands (0,5 Millionen Todesfälle) haben statistisch signifikante Erhöhungen der Sterblichkeit während Witterungsperioden mit übernormalen Tagesmitteltemperaturen aufgezeigt. Bereits eine durchschnittliche Häufigkeit solcher Tage führt zu erheblichen Belastungen für Menschen besonders mit Erkrankungen des Herz-Kreislauf-, des Atmungs- und des Zentralnervensystems. Eine zusätzliche Belastung tritt auch heute schon in Großstädten durch die längere Andauer von Belastungssituationen auf. Daß hinsichtlich der erhöhten Mortalität während einer Hitzewelle ein sogenannter „Harvesting“-Effekt von Bedeutung ist, ist nicht auszuschließen. Zur Abklärung, insbesondere auch hinsichtlich der Stärke des vermuteten Effektes, sind jedoch weitere Analysen erforderlich.

Als weitere Folge der globale Erwärmung ist aber auch mit milderem Winterklima zu rechnen. Dies wiederum könnte zu einer Reduzierung von kältebedingter Morbidität und Mortalität führen.

Klimawandel und Schadstoffbelastung der Luft

Die Luftverschmutzung während starker Sonneneinstrahlung bei Hitzeperioden führt zu einer Zunahme an photochemischen Oxidantien in der Luft (sogenannter Sommersmog). In Ballungsgebieten ist ferner ein Anstieg von Luftschadstoffen bei länger andauernden stabilen Hochdruckwetterlagen im Sommer anzunehmen.

Aeroallergene

Die Hauptbedeutung der natürlichen Luftinhaltsstoffe für den Gesundheitszustand besteht in der Auslösung von Allergien durch Pollen und Pilzsporen. Es wird geschätzt, daß etwa 10 % der Bevölkerung dadurch erheblich in ihrem Wohlbefinden und ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt werden. Die Produktion von Pollen wird wesentlich durch die meteorologischen Bedingungen bestimmt. Sie

ist sowohl von der Witterung des vorangegangenen Herbstes und Winters als auch vom aktuellen Wetter während der Blühzeit abhängig. Die Ausbreitung wird durch Temperatur, Feuchte, Niederschlag und Windgeschwindigkeit wesentlich beeinflusst. Bei Veränderung der Produktionsbedingungen von Pollen, Pilzsporen oder Bakterien ist ein Einfluß auf das allergische Geschehen zu erwarten. Ein Anstieg allergischer Beschwerden durch Pollen, Bakterien oder Pilzsporen ist besonders bei einer Häufung trockener, schwach windiger Wetterlagen mit starker Sonnenstrahlung in den Frühjahrs- und Sommermonaten zu erwarten. Indirekte Veränderungen könnten sich über eine klimabedingte Veränderung der Verbreitungsgebiete von Birke, Hasel und Erle ergeben.

Zunahme von Infektionskrankheiten

Wenn sich infolge Erwärmung die Lebens- bzw. Überlebensbedingungen für Krankheitserreger und deren Überträger (Vektoren) verbessern, ist ein erhöhtes Infektionsrisiko gegeben. Das erhöhte Risiko kann dabei zum einen durch eine Erhöhung der Rate an üblicherweise bereits vorhandenen Krankheitserregern und Vektoren bzw. das zeitlich längere Vorkommen im Jahresverlauf zum anderen aber auch durch Wieder- bzw. Neueinschleppung von Infektionserregern bedingt sein. Die Frage, ob eine solche Entwicklung im Rahmen der vermuteten Temperaturerhöhungsmarge von 1° - 3° C auch in Deutschland auftreten könnte, läßt sich zur Zeit nicht beantworten. Für Teile Südeuropas ist jedoch eine Zunahme bzw. Neuausbreitung bestimmter Infektionskrankheiten in Ansätzen erkennbar.

Modellbetrachtungen und Untersuchungsergebnisse weisen eindeutig starke Belastungen des Organismus durch momentan schon auftretende extreme Klima- und Wetterverhältnisse in allen bioklimatischen Wirkungsbereichen nach. Hierbei werden schon die Grenzen der Belastbarkeit des gesunden Organismus deutlich. Für in ihrem „Norm“-Reaktionsvermögen eingeschränkte Personengruppen wie Kleinkinder, akut kranke, chronisch geschädigte und ältere Bürger werden sich bei einer Zunahme der Häufigkeit extremer Klima- und Witterungsverhältnisse die Belastungen unzutraglich steigern.

Wesentliche Handlungsziele für den Klimaschutz wurden im Rahmen der von der Bundesregierung unterzeichneten und vom Bundestag ratifizierten Klimarahmenkonvention von Rio de Janeiro 1992 sowie des auf der 3. Vertragsstaatenkonferenz im Dezember 1997 in Kioto (Japan) verabschiedeten Klimaprotokolls festgelegt. Die Bundesregierung hat bereits 1990 als Zielsetzung einer nationalen Klimaschutzstrategie beschlossen, die CO₂-Emissionen um 25 % bis 2005 auf der Basis von 1990 zu reduzieren sowie die übrigen Treibhausgase zu begrenzen bzw. zu mindern. Entsprechende Maßnahmenbündel wurden verabschiedet bzw. bereits eingeleitet.

3.12 Maßnahmenumsetzung

Maßnahmen zur Befriedigung des oben aufgeführten Handlungsbedarfs liegen überwiegend nicht in der Zuständigkeit des Bundesministers für Gesundheit und der Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, zum Teil auch nicht in der Zuständigkeit der Bundesregierung überhaupt. Es wird deshalb von ganz besonderer Bedeutung sein, daß es gelingt, Akteure aus anderen gesellschaftlichen Bereichen für die Umsetzung der sich im Rahmen des Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ als erforderlich erweisenden Maßnahmen zu gewinnen. In unserem föderalen System ist hier besonders auch an die Länder und Kommunen zu denken. Nicht-Regierungsorganisationen, sogenannte NGO's (Non Governmental Organizations), die Wirtschaft und andere gesellschaftliche Interessengruppen, aber auch der einzelne Bürger, müssen von der Bedeutung eigener und konzertierter gemeinsamer Bemühungen für eine gesundheits- und umweltverträgliche Entwicklung überzeugt und in die Umsetzung erforderlicher Maßnahmen einbezogen werden.

4 Umwelt und Gesundheit Standortbeschreibung - Strategien - Maßnahmen- vorschläge

In diesem Kapitel werden einige Problembereiche, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Risikomanagement stehen, einer eingehenderen Betrachtung unterzogen und dabei Maßnahmen zur Verbesserung der Bearbeitung für die Zukunft vorgeschlagen. Um den Zusammenhang verständlicher zu machen, lassen sich dabei Wiederholungen des zuvor vor allem in Kapitel 2 dargestellten nicht immer vermeiden. Andererseits wird bei der Abhandlung der einzelnen Themen teilweise die Kenntnis des derzeitigen Diskussionsstandes in Deutschland vorausgesetzt.

Unterkapitel 4.1 beschäftigt sich mit der für die Prioritätensetzung und die Evaluation von Maßnahmen unverzichtbaren Gesundheitsbeobachtung, Unterkapitel 4.2 mit Fragen der Harmonisierung der wissenschaftlichen Risikoabschätzung, Unterkapitel 4.3 behandelt Konzepte für das Informationsmanagement, wobei das Bereitstellen umfassender Informationen für die interessierte Öffentlichkeit als eine wichtige Voraussetzung für die Risikokommunikation angesehen werden muß. Die Praxis der Risikokommunikation aus dem besonderen Blickwinkel der wissenschaftlichen Bundesoberbehörden ist dann Gegenstand des folgenden Unterkapitels 4.4. Unterkapitel 4.5 behandelt praktische Fragen der Umweltmedizin, wobei auch hier hauptsächlich die Rolle staatlicher Stellen und besonders der öffentliche Gesundheitsdienst von Interesse ist. Unterkapitel 4.6 gibt eine Übersicht des praxisrelevanten Forschungsbedarfs. Schließlich behandelt das letzte Unterkapitel (4.7) einige konkrete Managementfragen, die sich aus der derzeitigen Struktur der in diesem Bereich tätigen Bundesoberbehörden ergeben.

4.1 Umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung bzw. gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung (s.a. 2.4)

Wie in Kapitel 2.4 dargestellt, gibt es eine Vielzahl von Datenquellen, die jeweils den Zustand der Umwelt *oder* den Zustand der Gesundheit der deutschen Bevölkerung widerspiegeln. Allerdings gibt es nur zwei große Datenerhebungen, die den Anspruch erheben können, repräsentative Grundlage für eine umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung und eine gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung zu sein. Dies sind die gemeinsam an denselben Personen erhobenen Daten der sogenannten Gesundheits- und Umwelt-Surveys. Die Gesundheitssurveys sind inzwischen als wesentliche Grundlage einer Bundes-Gesundheitsberichterstattung anerkannt und werden 1997/98 unter der Bezeichnung „Bundes-Gesundheitssurvey“ neu aufgelegt.

4.1.1 Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98

Der Bundes-Gesundheitssurvey liefert die Datengrundlage für wesentliche Indikatoren der Gesundheitsberichterstattung des Bundes. So ermöglichen Surveydaten Aussagen zum Vorkommen häufiger

Krankheiten, zum Alter bei Eintritt einer Erkrankung und zur Multimorbidität, zur Selbsteinschätzung des Gesundheitszustandes und zur Inanspruchnahme medizinischer Leistungen. Darüber hinaus stellen Surveydaten die einzige Quelle für Aussagen über „gesundheitsbeeinflussende Lebensweisen“, über „Risikomerkmale aus der Umwelt“, über „individuelle Aspekte von Gesundheit“ und über die Folgen einer Krankheit dar.

Der Vergleich mit den Ergebnissen der bisherigen nationalen Gesundheitssurveys erlaubt gewisse Aussagen über die zeitlichen Entwicklungen der genannten Indikatoren. Der 1991/92 in den neuen Bundesländern unternommene „Survey Ost“ ermöglichte auch erstmals Vergleiche des Gesundheitszustandes und des Gesundheitsverhaltens zwischen der Bevölkerung der alten und neuen Länder. Die letzten für die deutsche Bevölkerung repräsentativen Untersuchungen zum Gesundheitszustand liegen jetzt allerdings bereits 5 bis 6 Jahre zurück. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit der Durchführung eines neuen bundesweiten Gesundheitssurveys.

Ziel dieses aktuellen Gesundheitssurveys ist es, ein Routineinstrumentarium für die regelmäßige Gesundheitsberichterstattung des Bundes zu schaffen, das in Ergänzung vorhandener Sekundärdaten gezielt Informationslücken zu wichtigen Themen der Gesundheitsberichterstattung schließt und das auch einer Gesundheitsberichterstattung im europäischen Rahmen gerecht wird. Der Survey kann darüber hinaus auch für die Evaluierung der WHO- Strategie „Gesundheit für alle bis zum Jahr 2000 (HFA 2000)“ genutzt werden.

Der 1997 begonnene Bundes-Gesundheitssurvey ist der erste gesamtdeutsche Survey. Er wird in den alten und neuen Bundesländern zeitgleich nach einheitlichen Merkmalen und unter den gleichen Bedingungen durchgeführt. Im Vergleich mit den Daten des Surveys, der in den Jahren 1991/92 in den neuen Bundesländern durchgeführt wurde, wird er auch Aussagen darüber ermöglichen, in welcher Richtung sich die 1991/92 festgestellten Unterschiede zwischen der Bevölkerung von Ost- und Westdeutschland weiterentwickelt haben. So werden sich wahrscheinlich Aussagen zu der Frage machen lassen, ob sich der Gesundheitszustand zwischen den alten und neuen Bundesländern zwischenzeitlich angeglichen hat bzw. ob und gegebenenfalls wie sich heute Unterschiede des Gesundheitszustandes, Inanspruchnahme von Gesundheitseinrichtungen und bzgl. des Risikobewußtseins widerspiegeln. Es werden somit interessante Ergebnisse dazu erwartet, ob und ggf. wie sich veränderte gesellschaftliche und Umweltbedingungen auf das Gesundheitsverhalten und den Gesundheitszustand der Bevölkerung auswirken.

Zielpopulation des Bundes-Gesundheitssurveys ist die in Privathaushalten lebende Wohnbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland im Alter von 18-79 Jahren. Die Beschränkung auf diesen Altersbereich erfolgte aus Kostengründen und aus der Notwendigkeit, für Kinder und Jugendliche andere Erhebungsinstrumente einzusetzen. Ein Konzept für einen Kinder- und Jugendlischensurvey wird gegenwärtig am RKI entwickelt. Wie in den vorangegangenen nationalen Gesundheitssurveys wird die Studienpopulation aus einer zweistufigen geschichteten Zufallsauswahl auf der Grundlage der Einwohnermelderegister ermittelt. In der ersten Auswahlstufe werden die Gemeinden („Sample-Points“) - geschichtet nach den Merkmalen Bundesland, Regierungsbezirk und Gemeindegrößenklasse - mit einer Wahrscheinlichkeit proportional zur Häufigkeit ihrer Größe ausgewählt. In der zweiten

Stufe werden über die Einwohnermelderegister in den ausgewählten Gemeinden für die entsprechenden Altersgruppen gleiche Anzahlen von Personenadressen gezogen. Als Ergebnis der beiden Auswahlstufen erhält man eine für Alter, Geschlecht und Gemeindegrößenklassen repräsentative Bevölkerungsstichprobe. Anschließend werden die ca. 12000 auf diese Weise ausgewählte Personen in 120 Untersuchungszentren mit dem Ziel eingeladen, mindestens 7200 Probanden (65 % „Response-Rate“) für die Teilnahme am Bundes-Gesundheitssurvey zu gewinnen. Da mit Ost-West-Unterschieden im Gesundheitszustand und im Gesundheitsverhalten zu rechnen ist, werden aus statistischen Gründen proportional mehr Bewohner der neuen Länder in die Untersuchung einbezogen (disproportionaler Ansatz der Stichprobe zugunsten der neuen Bundesländer). Insgesamt werden in den alten Bundesländern ca. 4800 Probanden an 80 Untersuchungspunkten und in den neuen Bundesländern ca. 2400 Probanden an 40 Untersuchungspunkten untersucht.

Der Bundes-Gesundheitssurvey als repräsentative Querschnittsstudie für die Wohnbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland im Alter von 18-79 Jahren besteht aus dem eigentlichen Gesundheitssurvey (Kern) und zusätzlichen Bausteinen (Modulen). Zu diesen zusätzlichen Bausteinen gehört neben einem Ernährungs- und einem Arzneimittel-Survey auch ein Umwelt-Survey.

Im Gesundheitssurvey werden die wichtigsten Merkmale und Indikatoren erfaßt, die zur Beschreibung der gesundheitlichen Lage, der Morbiditätstrends und der regionalen Differenzen notwendig sind. Zu ihnen gehören u.a. Angaben zur Inzidenz und Prävalenz verschiedener Krankheiten und Risikofaktoren, zur Häufigkeit gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen und Lebensbedingungen sowie zur Inanspruchnahme medizinischer Leistungen.

4.1.2 Umwelt-Survey und Humanprobenbank

Der Umwelt-Survey, der an einer Unterstichprobe von ca. 4500 Personen des Gesundheitssurveys durchgeführt wird, ermöglicht es, umweltbelastungsrelevante Parameter und Fragebogenergebnisse zur Gesundheit in einen Zusammenhang zu stellen und dabei mögliche Störfaktoren, die aus Lebensstil und anderen Einflüssen resultieren, zu kontrollieren. Um dies möglichst effizient und in einem optimalen Verhältnis von Kosten und Nutzen zu realisieren, wurde vom Umweltbundesamt außerdem ein Konzept zur Koordination von Umwelt-Survey und Humanprobenbank entwickelt.

Ein wesentliches Ziel des **Umwelt-Surveys** ist die Erfassung, Bereitstellung und Aktualisierung repräsentativer Daten über die korporale Schadstoffbelastung (Schadstoffe im Blut und Urin) und die Schadstoffexposition im häuslichen Bereich (Innenraumluft, Hausstaub und Trinkwasser) der Wohnbevölkerung in Deutschland. Dazu werden Teilpopulationen des Gesundheitssurveys zu Umweltbelastungen befragt und einer umweltmedizinischen Diagnostik unterzogen. Der Umwelt-Survey liefert somit bundesweit repräsentative Aussagen durch Zufallsstichprobenziehung, umfangreiches Datenmaterial zur korporalen und häuslichen Belastung der Bevölkerung, Datenmaterial zur Schaffung von Referenzwerten, zur Durchführung von Ost-West-Vergleichen und zur Verfolgung zeitlicher Trends. Seine Daten gestatten hypothesengeleitete Auswertungen zur Identifizierung und Quantifizierung von Belastungsquellen und -pfaden. Darüber hinaus gestatten seine Ergebnisse die Bewertung der überregionalen Relevanz regional begrenzter Einzelstudien und individueller Belastungssituationen. Sie

dienen so allgemein auch zur Unterstützung der Umweltepidemiologie in Deutschland. Außerdem stellen sie Datenmaterial zur Erfüllung deutscher Berichtspflichten im Rahmen internationaler Programme (u.a. Agenda 21, WHO-EURO-Programm "Gesundheit für alle im Jahr 2000", WHO-EURO-Projekt „Sorge um Europas Zukunft“) zur Verfügung. Rückstellungsproben aus dem Umweltsurvey können in der Humanprobenbank archiviert werden.

Die **Humanprobenbank** erfaßt an vier Universitätsstädten (Münster, Halle, Greifswald, Ulm) halbjährlich Kollektive mit mindestens 120 Probanden. Seit Ende der siebziger Jahre werden Blut- und Urinproben eingelagert. Bevorzugt werden ländliche und industrielle Räume abgedeckt. Gegenüber dem Umwelt-Survey hat sie den Vorteil, daß die Proben halbjährlich zur Verfügung stehen. Auch zeitlich eng gestaffelte Aussagen über den jeweiligen Schadstoffgehalt sind so möglich. Die Umwelt-Surveys liefern hingegen „Momentaufnahmen“ mit flächendeckender Relevanz. Die zeitliche Staffelung weist eine lange und bisher noch nicht regelmäßige Periodik auf.

Es erscheint sinnvoll, die Beobachtungssysteme Bundes-Gesundheitssurvey, Umwelt-Survey und Humanprobenbank im Rahmen des Möglichen aufeinander abzustimmen. Das Ziel sollte dabei sein, die Aussagefähigkeit der vorhandenen und noch zu schaffenden Datenbestände durch die Möglichkeit der kombinierten Nutzung aller Datenbestände gegenseitig zu erhöhen.

Die Auswahl der Stoffe, die bisher im Umwelt-Survey erfaßt wurden (s. Kap. 2.4), ergab sich aus der seinerzeitigen Einschätzung ihrer Umwelt- und Gesundheitsrelevanz. Das Untersuchungsspektrum sollte aus heutiger Sicht um Lärmmessungen und Erhebungen zu deren möglichen gesundheitlichen Auswirkungen sowie um z.Z. in der Diskussion stehende Fragestellungen wie z.B. das Vorkommen von Legionellen in Duschwasser, von Arzneimittelrückständen im Trinkwasser, von endokrin wirksam Substanzen, von ubiquitär anzutreffenden möglicherweise gesundheitlich bedeutsamer Stoffe, wie Platin, Palladium, Pyrethroiden und andere Bioziden, erweitert werden. Im jetzt laufenden Umwelt-Survey war es jedoch aus Kostengründen nicht möglich, solche zusätzlichen Untersuchungen einzubeziehen.

4.1.3 Das Konzept für ein Umweltbeobachtungsprogramm des Bundes

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) hat in seinem „Umweltgutachten“ von 1987, insbesondere aber in seinem Sondergutachten „Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung“ von 1990 deutlich gemacht, daß er den Aufbau einer erweiterten integrierten Umweltbeobachtung für unverzichtbar hält. Die Umweltministerkonferenz (UMK) hat dieses Anliegen aufgegriffen und das Bundesumweltministerium aufgefordert, ein Konzept für ein solches Beobachtungsprogramm des Bundes und der Länder vorzulegen.

Ein entsprechendes Konzept liegt seit September 1996 im Entwurf vor. Es sieht im Kern eine gestufte Vorgehensweise bei der integrierenden Bewertung bzw. Zusammenführung der sehr unterschiedlich ausgeprägten sektoralen Beobachtungssätze bei Bund und Ländern vor. Zwischenzeitlich hat dieses Konzept unter dem Titel „Konzept Ökologische Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder“ (Stand 27.10.1997) eine Ausformung speziell für den Bereich des Naturhaushaltes erfahren.

Als Bausteine einer gesundheitsbezogenen Umweltbeobachtung des Bundes (Geschäftsbereich des BMU) sind in dem Entwurf von 1996 die Umweltprobenbank (Teilbank Human-Organproben), der Umwelt-Survey, umweltmedizinische Untersuchungen in Belastungsgebieten und das Informationssystem über Krebsmortalität und Kreis (IKK) aufgeführt.¹ Diese bereits etablierten Teile sind als die „gesundheitsbezogenen“ Bausteine für das Kernmeßnetz vorgesehen. Das Kernmeßnetz insgesamt schließt weitere sektorale Programme aus dem Umweltbereich, wie das Luftmeßnetz des UBA (einschließlich IMIS), die Umweltprobenbank und anderes ein.

Insgesamt sieht das Konzept für ein Umweltbeobachtungsprogramm eine dreistufige Vorgehensweise vor:

1. Stufe: Koordinierung der Beobachtungsprogramme des Bundesumweltministeriums
2. Stufe: Verknüpfung und Zusammenführung von Beobachtungsprogrammen anderer Bundesressorts und der Länder,
3. Stufe: Erweiterung und Ausbau der Beobachtungsprogramme auf „ökosystemarer Grundlage“.

4.1.4 Das Konzept einer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung bzw. einer gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung

Angesichts der sich unabhängig voneinander entwickelnden Gesundheitsbeobachtung auf der einen und der Umweltbeobachtung auf Bundesebene auf der anderen Seite erscheint es mit Blick auf das Themenfeld Umwelt und Gesundheit unumgänglich, eine Verbindung zwischen beiden Beobachtungssystemen herzustellen. Nur so lassen sich Veränderungen in dem einen System (Umwelt) in ihren kausalen Auswirkungen auf das andere System (Gesundheit) erkennen. Betrachtet man die Qualität der Außenluft, des Trinkwassers oder des Bodens nicht abstrakt, sondern im Zusammenhang mit der korporalen Exposition und dem Gesundheitszustand der Bevölkerung, so ist dazu eine zeitliche und inhaltliche Verzahnung der Konzepte des Gesundheits- und des Umwelt-Surveys sowie eine Zusammenführung der Konzepte der Humanprobenbank und des Umwelt-Surveys nötig. Mit der Zusammenführung der unterschiedlichen Beobachtungsinstrumente avanciert die umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung bzw. die gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung zu einem bedeutsamen Instrument des Gesundheits- und Umweltmanagements. Es sollte als dauerhafte Aufgabe des Bundes strukturell und organisatorisch abgesichert werden.

¹ Naturgemäß wären flächendeckende Daten zur Krebsmorbidity bzw. -inzidenz solchen zur Mortalität an Krebs, wie sie vom IKK genutzt werden, aufgrund ihrer größeren Aktualität, Genauigkeit und Verlässlichkeit vorzuziehen. Flächendeckende Daten liegen jedoch für Deutschland bisher nicht vor (s. Kap.2.4). In Folge des Bundeskrebsregistergesetzes ist in absehbarer Zeit mit einer zuverlässigen Registrierung aller auftretenden Krebserkrankungen in regionalen Krebsregistern und deren fachgerechter Zusammenführung auf Bundesebene durch die Dachdokumentation Krebs im RKI zu rechnen.

4.1.5 Das Konzept eines Umwelt-Gesundheits-Surveillance-Systems

Für den Sektor „Umwelt und Gesundheit“ beschreibt der Begriff 'Surveillance' die Messung bzw. Erfassung, Dokumentation und Analyse anthropogen bedingter Umweltveränderungen und der damit möglicherweise im Zusammenhang stehenden gesundheitlichen Auswirkungen. Aus solchen Zusammenhangsanalysen können Empfehlungen, Programme und sonstige gezielte Aktivitäten zur Abwehr oder Verringerung von Expositionen sowie zur Prävention gesundheitlicher Beeinträchtigungen abgeleitet werden. Es ist wesentlich, daß Surveillance nicht ausschließlich als Informationsakquisition und -analyse verstanden wird, sondern gleichzeitig als ein Instrument, das Handlungsbedarf aufzeigt und Maßnahmen initiiert.

Ein Surveillance-System im Sinne von Beobachtung und Steuerung muß nicht neu erfunden werden. Es existiert bereits in verschiedenen Bereichen, wenn auch mit unterschiedlichen Ansätzen und regional unterschiedlich verteilt. Es gilt also, Bestehendes zu vervollständigen. Zu einem derartigen „integrierten“ Surveillance-System sind nachfolgend Forderungen formuliert, deren Erfüllung Voraussetzung ist, angemessen sowohl auf tatsächliche als auch auf vermutete oder auch nur denkbare umweltmedizinische Probleme zu reagieren.

Die oben im Rahmen des Gesundheits- und Umweltsurveys dargestellten Elemente einer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung bzw. einer gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung beschreiben bereits im Ansatz vorhandene, wenn auch noch nicht als Routine-Instrumente etablierte Elemente. In Form einer in bestimmten Zeitabständen regelmäßig zu wiederholenden, für die Bundesrepublik flächendeckenden Erhebung von Informationen würden sie es gestatten, repräsentative Aussagen über den Zusammenhang zwischen Gesundheit und Umwelteinflüssen in Deutschland zu treffen. Eine darauf aufbauende „Berichterstattung“ ist ein wichtiges Instrument, um

- gegenüber Politik und Öffentlichkeit aufzuzeigen, wo prioritär gehandelt werden muß,
- zeitliche und räumliche Veränderungen insbesondere im Hinblick auf die Wirksamkeit getroffener Maßnahmen zu dokumentieren,
- die Situation in Deutschland im internationalen Rahmen zu vergleichen und einzuordnen,
- zu einer Versachlichung der Diskussion über Risiken aus der Umwelt für die menschliche Gesundheit beizutragen.

Die dabei entwickelten Instrumente sind erprobt, haben sich bewährt und sind für die gerade beschriebenen Zwecke unverzichtbar.

Ziel: Koordinierte Messung/Erfassung, Dokumentation und Analyse anthropogen bedingter Umweltveränderungen und der damit in Zusammenhang stehenden gesundheitlichen Auswirkungen

Empfehlungen:

- Zum Aufbau eines entsprechenden Instrumentariums eines Surveillance-Systems ist es erforderlich, die bereits in einzelnen Bereichen bestehenden Elemente bezogen auf inhaltliche und methodische Standards zu vereinheitlichen und die im Bereich „Umwelt und Gesundheit“ bestehenden komplexen Zusammenhänge hinreichend zu berücksichtigen. Die folgenden Empfehlungen sind an unterschiedliche Institutionen des Bundes oder der Länder gerichtet.

– *Die tragenden Säulen eines bundesweiten Surveillance-Systems für Umwelt und Gesundheit sind die miteinander gekoppelten und in regelmäßigen Abständen, mindestens aber alle sieben Jahre durchzuführenden Gesundheits- und Umwelt-Surveys. Sie stellen die „Normierungsstichprobe“ dar, auf deren Basis sich viele langfristige Maßnahmen und politische Weichenstellungen ableiten und später in ihrer Wirksamkeit messen lassen. Diese Erhebungen sollten als Routineinstrumente installiert werden.*

Zusätzlich zu diesen Routineinstrumenten sind alle anderen regelmäßig erhobenen Daten und Informationen zu nutzen, die Anhaltspunkte für gesundheitliche Auswirkungen von Umweltbelastungen liefern können. Dazu gehören besonders Daten aus Fehlbildungsregistern, Krebsregistern, der Humanprobenbank, des bundesweiten Lebensmittelmonitorings, von Verzehrerhebungen, aus Störfällen und Daten des geplanten Umweltbeobachtungsprogramms.

- *Datenerhebungen, die unabhängig von ihrer primären Zielstellung Anhaltspunkte zu möglichen Zusammenhängen von Umwelt und Gesundheit liefern (z.B. umweltepidemiologische Untersuchungen), sind miteinander zu vernetzen, methodisch aufeinander abzustimmen (möglichst zu standardisieren) und übergreifend auszuwerten, um vergleichbare Datenbestände zu schaffen und die Ergebnisse in größeren Zusammenhängen zu analysieren. Die Bestrebungen verschiedener Arbeitsgruppen, eine solche Standardisierung herbeizuführen (z.B. Konzeption eines Basis-Fragebogens „Gesundheit und Umwelt“ in Niedersachsen, „Human Biomonitoring“-Projekt des BGA und UBA, Multizenterstudien) sollten unterstützt werden (siehe Empfehlungen der gemeinsamen Arbeitsgruppe des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft leitender Medizinalbeamter der Länder und des Länderausschusses für Immissionsschutz², 1993)*

² „Bewertende Zusammenstellung der in Deutschland durchgeführten umweltmedizinischen, immissionsbezogenen Wirkungsuntersuchungen“ erarbeitet von einer Arbeitsgruppe der AGLMB und des LAI, LAI, 1993

- Diese Arbeitsgruppe empfiehlt weiterhin, „.. für zukünftig zu planende umweltepidemiologische Wirkungsuntersuchungen ein fachlich kompetentes interdisziplinäres Gremium unter Beteiligung des LAI, der AGLMB (jetzt AOLG), des UBA, des BGA (jetzt die entsprechenden Nachfolgeeinrichtungen BgVV und RKI) einzurichten. Die Aufgabe eines solchen Gremiums sollte es sein, die Länder bei der Durchführung zukünftiger umwelt-epidemiologischer Untersuchungen zu beraten und bereits durchgeführte Untersuchungen zentral zu registrieren und auszuwerten...“
- *Die Bundesländer sollten die Voraussetzungen dafür schaffen, daß über ein flexibles Netz von Beobachtungspraxen und Beobachtungsgesundheitsämtern zeitnah eindeutig definierte Indikatoren im Zusammenhang mit umweltbedingten Gesundheitsbeeinträchtigungen erfaßt und an eine zentrale Stelle weitergegeben werden*

Dieses System muß in der Lage sein, flexibel gesundheitliche Beeinträchtigungen und deren determinierende Umweltfaktoren zu erfassen und auf Veränderungen zu reagieren.

Die oben beschriebenen Instrumente (wie z.B. der Umwelt-Survey) sind in Umfang und Aufwand für ein Reagieren auf aktuelle Bedarfssituationen nicht hinreichend flexibel. Es bedarf also zusätzlicher, sensibel auf punktuell und akut auftretende Ereignisse reagierender Erfassungssysteme, die nicht nur die langfristige und durchschnittliche, sondern auch die individuelle Situation zu einem bestimmten Zeitpunkt zu berücksichtigen. In Analogie zu Surveillance-Systemen infektiöser Krankheiten (z.B. Sentinel-Netzwerk der Arbeitsgemeinschaft Influenza etc.) bietet sich für die Erfassung „umweltassoziierter“ Erkrankungen oder Beschwerden ein Netzwerk sogenannter „Beobachtungsgesundheitsämter“ und/oder „Beobachtungspraxen“ an. Ein Unterschied zur Infektionsepidemiologie besteht allerdings darin, daß ein Surveillance-System für Umwelt und Gesundheit nicht von eindeutig definierten Krankheitsbildern, standardisierten diagnostischen Kriterien und wissenschaftlich allgemein akzeptierten Zusammenhängen ausgehen kann.

Das im Kontext „Umwelt und Gesundheit“ benötigte System muß deshalb weitaus flexibler im Hinblick auf die zu erfassenden Parameter sein und bedarf deshalb auch einer intensiveren Betreuung und Koordination. Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine Beteiligung der datenerhebenden Einrichtungen bei der Auswahl der zu erhebenden Indikatoren wesentlich ist. Eine weitere essentielle Voraussetzung für das Funktionieren solcher Netze ist die Schaffung einer zentralen Stelle, die koordiniert, organisiert, anleitet und durch geeignete „feed back“-Systeme die datenerhebenden Einrichtungen über die Ergebnisse zeitnah informiert. Eine strukturelle Anbindung einer solchen Koordinationsstelle an die Einrichtungen, die den Gesundheits- und Umwelt-Survey durchführen, erscheint sinnvoll. Aufgrund der im Kapitel 2.2 bereits dargestellten Probleme der diagnostischen Möglichkeiten und der methodischen Grenzen der Umweltmedizin ist es ratsam, als ersten Schritt rein deskriptive Indikatoren und erst in einer späteren Phase diagnostizierende und klassifizierende Indikatoren zu erfassen. Wegen der im föderalen System der Bundesrepublik geteilten Zuständigkeiten und Kompetenzen wird ein solches System von Beobachtungseinrichtungen nur im Einvernehmen mit den Ländern und Kommunen einzurichten sein.

- *Das Surveillance-System muß bestimmte Qualitätskriterien im Hinblick auf Methodik, Organisation und inhaltliche Ausgestaltung der Beobachtung erfüllen.*

Das Instrumentarium eines Surveillance-Systems muß valide, zuverlässig und effizient sein. Dies beinhaltet insbesondere eine exakte und sachlich angemessene Definition des zu untersuchenden Gegenstandes (z.B. Krankheitsgeschehen, Expositionen) und der hierfür geeigneten Indikatoren. Dazu sind regelmäßige Schulungen aller Akteure eines solchen Systems erforderlich und entsprechend zu organisieren. Auf dem Gebiet der Surveillance von Infektionskrankheiten bestehen im Robert Koch-Institut entsprechende Erfahrungen. Durch das Institut werden regelmäßige Schulungen angeboten, in denen den Akteure „vor Ort“ das epidemiologische Grundwissen vermittelt wird.

- *In Analogie zur infektionsepidemiologischen Feuerwehr ist im Einvernehmen zwischen Bund und Ländern eine „umweltmedizinische Feuerwehr“ einzurichten, die bei akuten Problemfällen den Akteuren vor Ort Hilfe leistet.*

Das Surveillance-Netz ist, wie oben dargestellt, nicht zur Informationserfassung „an sich“, sondern zur Feststellung dessen, was getan werden muß, und zur Evaluation von Maßnahmen gedacht. Insbesondere im Zusammenhang mit dem Auftreten und der Aufdeckung sogenannter „hot spots“ sind gezielte und gut organisierte Maßnahmen zur Aufklärung vermuteter Zusammenhänge und zum Schutz der Gesundheit Betroffener erforderlich. Nach dem Beispiel der US-amerikanischen Centers for Disease Control (CDC) und in Übertragung des inzwischen auch am RKI verwirklichten Konzepts der „Epidemiologischen Feuerwehr“ sollte eine „Umweltmedizinische Feuerwehr“ eingerichtet werden. Dabei sollte auch geprüft werden, wie die Kompetenz und Erfahrungen des BgVV im Umgang mit den Meldungen über toxische Wirkungen von Chemikalien (Meldungen nach §16e ChemG s. 2.4.3.3) nutzbar gemacht werden können.

4.2 Risikobewertung und Standardsetzung

4.2.1 Zur Harmonisierung von Umweltstandards - Probleme und Lösungssätze

Umweltstandards sind quantitative Festlegungen zur Begrenzung verschiedener Arten von anthropogenen Einwirkungen auf den Menschen und/oder die Umwelt (Immissionsstandards, Produktstandards) sowie Festlegungen, die die Ursachenbereiche betreffen (Emissionsstandards). Technikbezogene Umweltstandards werden hier nicht behandelt.

In rechtlicher Hinsicht ist zu unterscheiden zwischen Umweltstandards, die in Gesetzen bzw. Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften oder Normen privater Normungsgremien festgesetzt werden, wobei der letztgenannte Normentyp rechtliche Wirkungen entfaltet, wenn in rechtserheblicher Weise

auf die jeweilige Norm zurückgegriffen wird. Umweltstandards müssen als solche in Bezug auf Ziele und Motive gerechtfertigt werden³, insbesondere soweit Umweltstandards als Grundlage für Eingriffe in Rechte des einzelnen dienen, sind an sie besondere Anforderungen zu stellen sowohl was das Schutzziel als auch die Verfahren der Festsetzung angeht.

Die intensiviertere Aufarbeitung von Umweltproblemen hat in den letzten 10 Jahren zu einer deutlichen Zunahme von Umweltstandards geführt. In Deutschland befassen sich - weitgehend unkoordiniert - zahlreiche Gremien mit der Erarbeitung gesundheitsbezogener Umweltstandards. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat sich in seinem Umweltgutachten 1996 ausführlich mit der Problematik der Umweltstandards befaßt. Er hat dabei 154 Listen mit etwa 10.000 Einzelstandards, von denen 2/3 in den letzten 10 Jahren erarbeitet worden sind, identifiziert. Außerdem stellte der SRU fest, daß eine "Inflation der Begriffe" herrscht, d.h. daß ca. 20 unterschiedliche Bezeichnungen (Grenz-, Richt-, Orientierungswert u.ä.) verwendet werden.

Die geschilderte Entwicklung birgt die Gefahr von Doppelarbeit und Inkonsistenz in der Standardsetzung und ist Anlaß für Forderungen nach Harmonisierung und Vereinheitlichung. Es kommt nicht nur darauf an, daß die Verwaltung über wissenschaftlich fundierte, gesundheitsbezogene Umweltstandards verfügt, an denen sie ihr administratives Handeln ausrichten kann. Die Begründung für gesundheitsbezogene Standards muß auch im Sinne der Risikokommunikation der Öffentlichkeit plausibel vermittelt werden. Nur so läßt sich erreichen, daß sie von den Betroffenen auch akzeptiert wird.

4.2.2 Ziele und Rahmenbedingungen für eine Harmonisierung der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards

4.2.2.1 Problematik und Empfehlungen

Verschiedene aktuelle Entwicklungen zielen auf eine Harmonisierung der Risikobewertung und der Ableitung gesundheitsbezogener Standards auf nationaler Ebene ab. Hierzu gehören insbesondere Empfehlungen zu nationalen Aktionsplänen der Zweiten Europakonferenz für Umwelt und Gesundheit (Helsinki 1994), die Diskussionsentwicklung in verschiedenen Ländergremien (insbesondere Ausschuß für Umwelthygiene der AGLMB - jetzt Länderarbeitsgruppe umweltbezogener Gesundheitsschutz der obersten Landesgesundheitsbehörden - AOLG - und Länderausschuß für Immissionsschutz, LAI) sowie die Bestandsaufnahme des Sachverständigenrats für Umweltfragen im Umweltgutachten 1996. Als maßgebliche Gründe für die Forderungen nach einer Harmonisierung der Ableitung gesundheitsbezogener Standards werden eine sinnvolle und effektive Prioritätensetzung sowie die Herstellung von Glaubwürdigkeit genannt.

Zu den Forderungen nach Harmonisierung auf nationaler Ebene korrespondieren - mit teilweise unterschiedlichen Begründungen - auch Forderungen nach Harmonisierung auf internationaler Ebene. Die weltweit angestrebte Globalisierung der Handelsbeziehungen sowie die im Bereich der Europäi-

³ vgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Forschungsbericht 2, Umweltstandards, Verlag Walter de Gruyter, 1992)

schen Union bereits verwirklichten Schritte zu einem einheitlichen Binnenmarkt haben, insbesondere in Hinblick auf Handelsprodukte, schon jetzt zu einer gewissen Vereinheitlichung von Bewertungsmaßstäben geführt. Unabhängig davon hat die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro (1992) deutlich gemacht, daß die Aufarbeitung der Altstoffproblematik nur im Rahmen weltweit abgestimmter Aktionsprogramme möglich ist. Auch hierzu sind einheitliche Bewertungskriterien Voraussetzung.

Diese internationalen Entwicklungen schränken den Spielraum für eine Harmonisierung auf nationaler Ebene ein. Dies gilt z.B. für Fragen der Lebensmittelsicherheit, des Immissionsschutzes und des Chemikalienrechtes. Der rechtliche Rahmen der Chemikalienbewertung wird über die EU gewährleistet. Bei dem Bestreben, eine weitere Harmonisierung auf nationaler Ebene zu erreichen, muß in Rechnung gestellt werden, daß im Hinblick auf die Chemikalienbewertung (Vorschriften im Technical Guidance Document) der Bewegungsspielraum im Hinblick auf Veränderung der deutschen Regeln enger geworden ist. Bessere Perspektiven für eine Harmonisierung auf nationaler Ebene bestehen bei der Ableitung von Standards für Kontaminanten im Innenraum oder bei Bodenbelastungen. Beginnen könnte man wegen des größeren Spielraums auf nationaler Ebene mit den folgenden Vorschlägen.

Ziel: Harmonisierung der Risikobewertung und der Ableitung gesundheitsbezogener Standards

Empfehlungen⁴:

- Die Ableitung von gesundheitsbezogenen Umweltstandards sollte in Anlehnung an Verfahrensvorschläge des Sachverständigenrates für Umweltfragen in einem mehrstufigen Verfahren erfolgen. Insbesondere ist eine strikte Trennung zwischen Risikoabschätzung und Risikomanagement anzustreben. Die naturwissenschaftliche Ableitung von Standardvorschlägen ist an zuvor spezifizierten Schutzziele auszurichten.
- Bei der Ableitung von Standardvorschlägen sollten folgende Schritte unterschieden werden: Identifizierung des Gefährdungspotentials, Dosis-Wirkungs-Abschätzung und - bei medienbezogenen Standards - Expositionsabschätzung. Die Charakterisierung eines tolerablen Risikos muß a priori im Abgleich mit dem Schutzziel erfolgen. Über die zu verwendende Terminologie sollte eine Verständigung erzielt werden.
- Es sollte in Bewertungsleitlinien festgelegt werden, wie im Falle von Bewertungsunsicherheiten bei der Risikoabschätzung vorzugehen ist.
- Unter Praktikabilitäts Gesichtspunkten sollte die Entwicklung einheitlicher Bewertungsleitlinien schrittweise im Sinne einer zunehmenden Konkretisierung und Vervollständigung erfolgen. Die Bewertungsleitlinien sind in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren, um dem wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt, der Rechtsentwicklung sowie Harmonisierungsfortschritten auf internationaler Ebene Rechnung tragen zu können.

Aufgrund einer Analyse der Unsicherheiten der Risikoabschätzung lassen sich die Fragekomplexe und Einzelfragen ableiten, zu denen Bewertungsrichtlinien Aussagen enthalten sollten (s. Tabelle 11).

⁴ Die hier und nachfolgend getroffenen Aussagen orientieren sich an den Ergebnissen eines im Rahmen des Umweltforschungsplans vergebenen Vorhabens (F+E Vorhaben 116 01 001: Harmonisierung gesundheitsbezogener Umweltstandards - Probleme und Lösungsansätze)

Tab. 11: Fragenkomplexe, zu denen Bewertungsrichtlinien Aussagen enthalten sollten

Fragenkomplex	Fragestellungen im einzelnen
biologisch-medizinischer Aspekt	<p>Wie wird eine adverse Wirkung definiert? Nach welchen Kriterien und Verfahren kann die Adversität im Einzelfall beurteilt werden ? Wie kann der Schweregrad charakterisiert werden?</p>
<p>Qualitätskriterien (Eignung von Studien für die Identifizierung eines Gefährdungspotentials)</p>	<p>Welchen methodischen Anforderungen müssen Untersuchungen in Hinblick auf ihre Durchführung genügen, um zur Identifizierung eines Gefährdungspotentials im Rahmen der Risikoabschätzung herangezogen zu werden ?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) im Bereich der Toxikologie b) im Bereich der Epidemiologie c) im Falle von Kasuistiken
Evidenzkriterien	<p>Welchen methodischen Anforderungen muß die Datenlage insgesamt in Hinblick auf die Ergebnisse genügen, um zu der Schlußfolgerung zu gelangen, daß beim Menschen infolge der Exposition adverse Reaktion auftreten können ?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) in Hinblick auf toxikologische Evidenz (Problem der Übertragbarkeit von Befunden aus Tierversuchen) b) in Hinblick auf epidemiologische Evidenz (Problem der Kausalität) c) in Hinblick auf eine zusammenfassende (integrierte) Betrachtung der gesamten Datengrundlagen (Toxikologie, Epidemiologie und Kasuistik)
Existenz einer Wirkungsschwelle	<p>Aufgrund welcher Erfahrungsdaten und theoretischen Modelle kann man bei einem gegebenen Stoff und bei einem gegebenen Effekt auf das Vorliegen einer Wirkungsschwelle schließen?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) in Bezug auf die Mikroebene (zelluläre/subzelluläre Ebene) b) in Bezug auf Organ- und Organismusebene <p>Wie und wie genau kann man ggf. die Lage des Schwellenwertes bestimmen?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) beim Individuum b) in einer Population <p>Welche Mechanismen und Daten schließen die Existenz eines Schwellenwertes nach überwiegender Meinung der Fachwelt aus?</p>
Eignung von Studien für Dosis-Wirkungs-Abschätzung	<p>Welchen, über die Qualitätskriterien für die Identifizierung von Gefährdungspotentials hinausgehenden, methodischen Anforderungen müssen Untersuchungen in Hinblick auf die Durchführung genügen, um zur Wirkungsabschätzung im Rahmen der Risikoabschätzung herangezogen zu werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) im Bereich der Toxikologie b) im Bereich der Epidemiologie

<p>Wichtung und Auswahl geeigneter Datengrundlagen</p>	<p>Wird bei der Dosis-Wirkungsabschätzung auf eine einzelne, zentrale Studie (pivotal study) zurückgegriffen oder erfolgt die Auswertung über eine zusammenfassende Bewertung (z.B. Metaanalyse)?</p> <p>Wenn der Rückgriff auf eine zentrale Studie favorisiert wird: nach welchen Kriterien wird die zentrale Studie ausgewählt ?</p>
<p>statistische Verfahren</p>	<p>Welche statistischen Verfahren der Datenauswertung sollten bei der Ableitung quantitativer Kennwerte der Dosis-Wirkungs-Beziehung (z.B. NOAEL, Benchmark-Dosis, unit risk) verwendet werden ?</p> <p>a) im Bereich der Toxikologie b) im Bereich der Epidemiologie</p>
<p>Umrechnung von Studienergebnissen in Standardvorschläge</p> <p>(bei Stoffen mit angenommener Wirkungsschwelle)</p>	<p>Von welchem Kennwert der Dosis-Wirkungs-Beziehung nimmt die Standardableitung ihren Ausgang (NOAEL, LOAEL, Benchmark-Dosis) ?</p> <p>Welche Extrapolations- bzw. Unsicherheitsfaktoren sind - ggf. unter welchen Zusatzbedingungen - mit welchem Standard-Zahlenwert (default value) zu berücksichtigen ?</p> <p>a) Interspeziesvariabilität (Umrechnung tierexperimenteller Daten auf den Menschen, Scaling) b) Intraspeziesvariabilität (Berücksichtigung empfindlicher Personengruppen) c) Zeitextrapolation (subchronisch / chronisch) d) (ggf.) Umrechnung LOAEL in NOAEL</p> <p>Welche sonstigen Unsicherheitsfaktoren sollen zur Anwendung kommen (z.B. unsichere Datengrundlagen, gravierende Effekte)?</p> <p>Unter welchen Voraussetzungen ist eine Pfad-zu-Pfad-Extrapolation (z.B. oral - inhalativ) zu befürworten ?</p>
<p>Probabilistische Expositionsabschätzung</p>	<p>Welcher Stellenwert ist probabilistischen Expositionsabschätzungen im Rahmen der Standardsetzung beizumessen?</p> <p>In welchen Bereichen gibt es die größten Forschungs- und Entwicklungsdefizite?</p> <p>a) in Hinblick auf die Verfügbarkeit von Datengrundlagen b) in Hinblick auf Algorithmen, Software u.ä.</p> <p>In welchen Anwendungsbereichen sind probabilistische Verfahren bereits soweit entwickelt, daß sie gegenüber Punktschätzungen schon jetzt bevorzugt werden sollten?</p>

<p>Quotierungsproblem (Exposition über mehrere Pfade)</p>	<p>Mit welchen methodischen Ansätzen kann berücksichtigt werden, daß Schadstoffe unter Umständen über mehrere Pfade aufgenommen werden können?</p> <p>Gibt es methodische Ansatzpunkte für Optimierungsverfahren (Ermittlung der effizientesten Regulierungsstrategie zur Einhaltung einer angestrebten maximalen Gesamtbelastung über mehrere Eintragspfade)?</p>
---	--

4.2.2.2 Rechtliche Aspekte der Standardsetzung

Möglichkeiten und Grenzen des Rechts bei der Harmonisierung der Standardsetzung

Es stellt sich die Frage, ob und ggf. inwieweit rechtlich Impulse zur Harmonisierung der Standardsetzung zum Schutz der Umwelt und Gesundheit gegeben werden können bzw. sollten. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang etwa,

- das Verfahren der Standardsetzung durch rechtlich verbindliche Vorschriften festzulegen,
- materielle Vorgaben für die Standardsetzung einheitlich zu regeln; dies gilt insbesondere für
 - die Ziele, die mit den Standards erreicht werden sollen,
 - die Grundbegriffe, die die Standardsetzung konditionalisieren (vor allem Gefahr- und Risikobegriff),
 - die Grundsätze der Standardsetzung.

Dagegen ist - jedenfalls bei dem derzeitigen Stand des Wissens und der Methodendiskussion - eine weitergehende rechtliche Normierung der bei der Ableitung von Standards anzuwendenden Methode - etwa Elemente oder Ablaufschemen - nicht sinnvoll, da es bisher keine einheitliche Methode und keine einheitlichen Ablaufschemen gibt, die rechtlich verbindlich vorgeschrieben werden könnten. Grundsätzlich sollten solche Festlegungen auch nur so weitgehend erfolgen, daß genügend Flexibilität für die Aufnahme neuer Erkenntnisse bleibt.

Vorhandene Vorschläge zur Harmonisierung

Die „Unabhängige Sachverständigenkommission zum Umweltgesetzbuch beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit“ (SK-UGB) hat am 09.09.1997 nach fünfjähriger Arbeit ihren Vorschlag für ein Umweltgesetzbuch (UGB-KomE) vorgelegt. Ziel des Umweltgesetzbuches ist es, die zentralen umweltrechtlichen Vorschriften zusammenzufassen, zu harmonisieren und zu vereinfachen sowie das Umweltrecht weiterzuentwickeln.

Der Kommissionsentwurf enthält folgende Vorschläge, die für die Standardsetzung relevant sind:

- Es werden, für das gesamte im UGB zusammengefaßte Umweltrecht geltend, eine Zweckbestimmung (§ 1) und Leitlinien und Grundprinzipien (§§ 3-10) formuliert. Abgestimmt auf die Besonderheiten der einzelnen Umweltschutzbereiche (z.B. Natur-, Boden-, Wasser- oder Immissionschutz oder Schutz vor gefährlichen Stoffen) finden sich darüber hinaus im Besonderen Teil des KomE ergänzende Zweckbestimmungen, die die jeweiligen Schutzgüter konkretisieren.
- Grundbegriffe wie „Gefahr“ und „Risiko“ werden einheitlich für das gesamte UGB definiert und verwandt (vgl. § 2 Nr. 4 und 5).
- Der Kommissionsentwurf enthält in den §§ 11-33 Vorschläge für die verfahrensrechtliche Normierung der Standardsetzung.

In den §§ 12 und 13 werden zudem materielle Grundsätze für die Festsetzung von Grenz- und Richtwerten bzw. für Anforderungen an Anlagen, Betriebsweisen, Stoffe, Zubereitungen und Produkte formuliert.

Der Kommissionsentwurf vereinheitlicht die Anforderungen an das jeweilige Verfahren der Festsetzung von Umweltstandards (Grenz- und Richtwerten) im Rahmen von Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften.

Insgesamt soll durch die von der Kommission gemachten Vorschläge die Transparenz des Verfahrens der Standardsetzung erhöht und die Einbindung von Sachverstand verfahrensrechtlich sichergestellt werden. Weiterhin sollen Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften einer periodischen Überprüfung unterworfen werden oder - so die Verwaltungsvorschrift - nach Ablauf von acht Jahren außer Kraft treten, sofern ihre Geltungsdauer nicht verlängert wird. Damit soll der besonderen Dynamik der Regelungsmaterie Festlegung technischer Standards Rechnung getragen werden.

Der Kommissionsentwurf enthält auch Vorschriften zu technischen Regelwerken. Das geltende Recht enthält kaum Regelungen bezüglich der Rechtswirkungen und des Zustandekommens technischer Regelwerke. Dies steht in keinem Verhältnis zu ihrer Bedeutung. Der Kommissionsentwurf sieht vor, daß amtlich eingeführten technischen Regelwerken eine Vermutungswirkung dahingehend zukommen soll, daß sie den Stand der Technik oder den Stand von Wissenschaft und Technik zutreffend wiedergeben. Zudem sollen derartige technische Regelwerke die Wirkung allgemeiner Verwaltungsvorschriften haben.

Der Kommissionsentwurf bietet eine geeignete Grundlage für weitere Überlegungen in Hinblick auf eine Vereinheitlichung der Verfahren der Standardsetzung.

4.2.2.3 Synopsis der in Deutschland bestehenden Verfahren zur Erarbeitung gesundheitsbezogener Umweltstandards

Ziel: Harmonisierung der in Deutschland angewandten Bewertungskonzepte

Empfehlungen,⁵

- Eine engere Verknüpfung der Bewertungskonzepte mit rechtlich definierten und politisch legitimierten Schutzziele ist dringend zu empfehlen. Um die Verknüpfung zu Schutzziele zu erleichtern, sollte so präzise wie möglich beschrieben werden, mit welchen gesundheitlichen Risiken (eventuelle) Normüberschreitungen verbunden sind.
- Durch geeignete Verfahrensweisen ist sicherzustellen, daß Umweltstandards in regelmäßigen Zeitabständen fachlich überprüft und ggf. aktualisiert werden.
- Für kanzerogene Substanzen sollten die bestehenden Regulierungskonzepte fortentwickelt werden insbesondere mit dem Ziel, Schwellen für Risikominderungsmaßnahmen festzulegen. Dabei sollten auch die Fälle bestimmt werden, in denen vorrangig das Minimierungskonzept (Nullemission oder Minderung nach dem technisch Machbaren), das Substitutionsgebot oder Verbote zu berücksichtigen sind.
- In Abhängigkeit von den jeweiligen Schutzziele sollten (bei Substanzen mit Wirkungsschwellen) Unsicherheits- und Extrapolationsfaktoren nach anerkannten Methoden angewandt werden.
- Die anzulegenden Qualitäts- und Evidenzkriterien für Wichtung und Auswahl von toxikologischen und epidemiologischen Daten sollten präzisiert werden.
- Der Begriff Adversität sollte näher eingegrenzt werden. Als Vorstufe ist es realistisch, Bereiche zu konkretisieren, wo eine einheitliche Position der Wissenschaft zur Adversität einer Wirkung besteht bzw. wo die Adversität fraglich ist.
- Die auch in Deutschland übliche Praxis, Standardvorschläge in Stoffmonographien zu begründen und zu dokumentieren, sollte beibehalten werden. Im Sinne von Qualitätssicherung und Transparenz sollten hierfür jedoch methodische Mindestanforderungen festgelegt werden.

⁵ abgeleitet aus einer Bestandsaufnahme (Synopsis) der aktuellen Situation in der Bundesrepublik hinsichtlich der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der gesundheitlichen Bewertungsverfahren und -kriterien, die bei der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards zur Anwendung gelangen (Teil II des Forschungsberichtes 116 01 001: Harmonisierung gesundheitsbezogener Umweltstandards - Probleme und Lösungsansätze)

4.2.2.4 Gesundheitsbezogene Umweltstandards: Stand und Perspektiven

Im Rahmen des Workshops „Gesundheitsbezogene Umweltstandards: Stand und Perspektiven“ (Hamburg, 9.-11. Juni 1999) wurde mit Vertretern der Wissenschaft und der verschiedenen in Deutschland aktiven Gremien, die sich mit der Ableitung gesundheitsbezogener Standards beschäftigen die Ergebnisse des o.g. Forschungsvorhabens (theoretische Problemanalyse und Synopsis-Studie) zur Diskussion gestellt. Mit dem Workshop wurde zugleich das Ziel verfolgt, den Dialog zwischen den verschiedenen Regelungsbereichen zu initiieren.

Auf dem Workshop bestand Konsens darüber, daß für die Weiterentwicklung der Ableitung gesundheitsbezogener Standards in Deutschland zur Vermeidung von Doppelarbeit und für eine adäquate Vertretung des deutschen Standpunktes im internationalen Bereich einer Harmonisierung der Bewertungsverfahren eine hohe Bedeutung zukommt. Maßgebliche Gründe für die Notwendigkeit einer Harmonisierung sind unter anderem die Forderungen nach

- Transparenz und Vermittelbarkeit der Methodik (Glaubwürdigkeit),
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse und
- Erleichterung der Prioritätensetzung.

Es bestand ferner Konsens über den Grundsatz, daß Bewertungskriterien, die sich aus der fachlich-naturwissenschaftlichen Faktenbewertung ergeben, möglichst klar von Bewertungskriterien, die Ausdruck politisch-gesellschaftlicher Wertsetzungen sind, getrennt werden sollten. In der Frage, welche Konsequenzen aus diesem Prinzip zu ziehen sind bzw. wie es in der Praxis umgesetzt werden sollte, bestanden allerdings unüberbrückbare Meinungsverschiedenheiten.

Einige Diskutanten plädierten dafür, daß sich die Wissenschaft ausschließlich auf objektiv feststellbare Sachverhaltsaussagen beschränken sollte, während die Mehrheit der Auffassung war, daß in klar und eindeutig spezifizierten fachlichen Spezialaspekten wissenschaftliche Unsicherheiten durch konsensuale plausible Extrapolationen überbrückbar sein sollten. Einzelheiten hierzu sollten in Bewertungsleitfäden, die im Dialog zwischen Wissenschaft und Politik zu entwickeln sind, festgehalten werden. Diese beiden „Grundsatzpositionen“ führten auch in einer Reihe konkreter Sachfragen zu unüberbrückbaren Meinungsunterschieden, z.B. in der Frage, ob Extrapolationsfaktoren zur Anwendung kommen sollten, oder ob zur Übertragung tierexperimenteller Ergebnisse auf den Menschen Kenntnisse über den Wirkmechanismus zwingend erforderlich sind.

Empfehlungen

des Workshops „Gesundheitsbezogene Umweltstandards“:

- Bewertungskriterien, die sich aus der fachlich-naturwissenschaftlichen Faktenbewertung ergeben, sollten möglichst klar von Bewertungskriterien getrennt werden, die Ausdruck politisch-gesellschaftlicher Wertsetzungen sind.
- Der Vorschlag des NRC, den Vorgang der Risikoabschätzung in vier Teilschritte zu untergliedern (Hazard Identification, Dose-Response Assessment, Exposure Assessment und Risk Characterisation), wird als sinnvoller Bezugsrahmen zur Strukturierung der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards angesehen und sollte übernommen werden. Nicht in allen Anwendungsfällen werden jedoch alle vier Elemente benötigt. Die Terminologie sollte vereinheitlicht werden.
- Um zu einer einheitlichen Beurteilung der Adversität zu gelangen wurde angeregt, eine Positivliste allgemein anerkannter adverser Wirkungen und eine zweite Liste von Wirkungen mit strittiger Adversität aufzustellen.
- Da in der Frage, ob und ggf. wie der Schweregrad einer adversen Reaktion bei der Standardableitung berücksichtigt werden soll (z.B. durch Einführung eines besonderen Sicherheitsfaktors), keine Einigkeit bestand, sollten Klärungsprozesse zu dieser Frage eingeleitet werden.
- Der Präzisierung von Qualitäts- und Evidenzkriterien sollte in Zukunft stärkere Beachtung geschenkt werden.
- Die Perspektiven einer künftigen Verwendung des Benchmark-Konzeptes in der regulatorischen Toxikologie sollten geklärt werden.
- Die Arbeiten, probabilistische Expositionsabschätzungen zur Anwendungsreife zu bringen, sollten gefördert und unterstützt werden.
- Die Methodenentwicklung für die Quotierung der tolerablen Zufuhr bei Exposition über mehrere Aufnahmepfade aus unterschiedlichen Medien sollte gefördert werden.

4.2.3 Einsetzung einer Arbeitsgruppe zu grundsätzlichen und methodischen Fragen der medienübergreifenden Standardsetzung

In Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Hamburger Workshops „Gesundheitsbezogene Umweltstandards: Stand und Perspektiven“ sollte eine Arbeitsgruppe oder ein ähnliches Gremium eingesetzt werden, das sich mit grundsätzlichen und methodischen Fragen einer integrierenden (medienübergreifenden) Bewertung von Schadstoffen befaßt. Sie sollte in ihrem Kern aus Experten der an der Regulation mitwirkenden Behörden und Fachgremien bestehen und bei Bedarf um Experten oder

Interessenvertretern aus dem gesellschaftlichen Bereich ergänzt werden. Ihr Aufgabenbereich sollte den Informationsaustausch, die Klärung von Grundsatzfragen der naturwissenschaftlichen Bewertung, die Verknüpfung zwischen rechtlich-gesellschaftspolitischen und fachwissenschaftlichen Kriterien sowie die Entwicklung eines Vorschlages für ein Legitimationsverfahren gesundheitsbezogener Standards umfassen. Das Gremium sollte damit beginnen, eine Liste der einvernehmlich als advers anzusehenden Wirkungen aufzustellen und mögliche Dissenspunkte herauszuarbeiten.

Weitere dringliche Aufgaben sind: Vereinbarung einer einheitlichen Terminologie, Definition von Mindestanforderungen zur Qualität von Stoffmonographien, Empfehlung eines konsensualen Verfahrens zur Bewertung von Stoffen ohne Wirkungsschwelle.

Der Schnittstelle zwischen naturwissenschaftlich-medizinischer Risikoabschätzung und rechtlicher Umsetzung sollte besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Offene Fragen, die in diesem Zusammenhang geklärt werden sollten, sind:

- Unter welchen Voraussetzungen können tierexperimentelle Daten unter dem Aspekt der Gefahrenabwehr zur Standardsetzung herangezogen werden? Sind z.B. Kenntnisse über einen gleichartigen Wirkmechanismus bei Mensch und Tier zwingend erforderlich?
- Wie ist mit dem Problem der Intraspeziesvariabilität umzugehen? Ist zu beachten, daß die Gefahrenabwehr auf den Schutz eines Individuums abzielt und insofern - zumindest im Grundsatz - der Intraspeziesvariabilität in vollem Umfang Rechnung zu tragen ist? Inwieweit müssen z.B. Gefahrenwerte sämtlichen denkbaren, ggf sehr seltenen individuellen Empfindlichkeiten einschl. Vorerkrankungen Rechnung tragen?
- Wie sind die verschiedenen Optionen zur Risikobewertung kanzerogener Substanzen zu beurteilen? Welche Spielräume gibt es bei der quantitativen Vorgabe des tolerablen Risikos (fixe Risikovorgabe oder fallbezogene Abwägung)?
- Ist der Adversitätsbegriff der WHO (wie z.B. in Environmental Health Criteria 170 definiert) zur Beurteilung einer Gefahr angemessen oder sind stärkere Anforderungen an den „Schweregrad“ des adversen Effektes erforderlich? Welche sonstigen Anforderungen (Qualitäts- und Evidenzkriterien) sind in Hinblick auf die Identifizierung des Gefährdungspotentials zu stellen?
- Sind im Rahmen der Expositionsabschätzung multiple worst case - Annahmen in Bezug auf eine allgemeine Gefahrenabwehr vertretbar? Wie geht man bei der Expositionsabschätzung mit der Abhängigkeit von individuellen Verhaltensweisen um? Welche Konsequenzen ergeben sich aus dem Quotierungsproblem (Schadstoffe werden aus mehreren Eintragungspfaden aufgenommen)?

Die Arbeitsgruppe bzw. das Gremium soll nicht als eine Konsentierungsgruppe verstanden werden, die unbedingt Einvernehmen bei allen Fragestellungen erreichen soll. Die gegenseitige Information und die Herausarbeitung und soweit möglich Ausräumung von Dissenspunkten ist entscheidend. Die Entscheidungen sind transparent und nachvollziehbar darzustellen und in geeigneter Form, auf

Wunsch einschließlich der Minderheitenvoten, der interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

4.3 Informationsmanagement

Laien und Experten gewinnen und verarbeiten Informationen unterschiedlich. Trotzdem gibt es im Bereich Umwelt und Gesundheit ein gemeinsames Problem. Eine stetig wachsende Informationsflut extrem unterschiedlicher Qualität erschwert den Prozeß der Meinungs- und Bewußtseinsbildung und die daraus ggf. abgeleiteten Folgerungen für Maßnahmen. Das auch auf anderen Gebieten zu beobachtende Phänomen der Informationsflut ist im Bereich von Umwelt und Gesundheit besonders gravierend, weil sich hier Auftrag und Selbstverständnis der Massenmedien mit dem Informationsinteresse der Öffentlichkeit gegenseitig beeinflussen. Der Schnittstellenbereich „Umwelt und Gesundheit“ bietet nahezu jedem Bürger Identifizierungsmöglichkeiten entweder als Verursacher oder als potentiell Leidtragender.

In starker Vereinfachung können zwei zentrale Elemente der positiven oder negativen Einflußfaktoren auf die Umwelt- und Gesundheitsbewußtseinsbildung, nämlich das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein adäquater Informationszugriffsmöglichkeiten und die Art der Medienberichterstattung, gesehen werden. Insbesondere in Zeiten knapper werdender finanzieller Ressourcen kommt der aktiven Gestaltung von Informationsströmen, und somit eine Beteiligung am Prozeß der Bewußtseinsbildung, eine immer wichtigere Funktion zu, da aus Informationsdefiziten bzw. fehlgeleiteter Informationsverarbeitung direkte und indirekte Folgekosten nicht nur für das Gesundheitswesen, sondern für das gesamte ökonomische System resultieren können. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung *Globale Umweltveränderungen* (WBGU) hatte diese Mechanismen bereits 1995 in dem Jahresgutachten "Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme" unter dem alleine auf die Umwelt fokussierten Blickwinkel angesprochen:

„...Globale Umweltpolitik wird ihre Aufgaben nur erfüllen können, wenn hinter den politischen Entscheidungsträgern aus den einzelnen Staaten eine Bevölkerung steht, deren Umweltbewußtsein und Bereitschaft zu umweltgerechtem Verhalten sie auch die Lösung der globalen Umweltprobleme einfordern läßt. Erst wenn die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung (sustainable development) im Bewußtsein der Menschen in ihren verschiedenen Rollen und Positionen in der Gesellschaft ihren festen Platz hat, können auch Strategien der Verhaltensänderung wirksam werden. Die Problemwahrnehmung der Bevölkerung ist eine wichtige Voraussetzung für die notwendige Änderung umweltrelevanter Produktions- und Konsumformen...“

Im Rahmen der Erarbeitung und Umsetzung der Nationalen Aktionspläne "Umwelt und Gesundheit" (NEHAP-Prozeß in Europa) kommt der Information und Beteiligung der Öffentlichkeit wesentliche Bedeutung zu. Auch in den 1995 in Sofia von der dritten Ministerkonferenz "Umwelt für Europa"

angenommenen "Richtlinien über den Zugang zu Umweltinformationen und öffentliche Beteiligung bei umweltrelevanten Entscheidungen" werden diese Forderungen festgeschrieben. Die zweite Beratungstagung Leitender Regierungsbeamter über die Entwicklung der Nationalen Aktionspläne (1996/Dubrovnik) betonte ausdrücklich, daß die Beteiligung und der Zugang der Öffentlichkeit zu Informationen wichtig sind, um sicherzustellen, daß Regierungen wie auch die Bürgerinnen und Bürger eine gemeinsame Auffassung hinsichtlich der Probleme und der Maßnahmen mit der höchsten Priorität entwickeln und damit die Bereitschaft zur Umsetzung und die Effizienz des NEHAP erhöht wird. Die vierte Ministerkonferenz „Umwelt für Europa“ 1998 hat in Aarhus eine internationale Übereinkunft auf diesem Gebiet beschlossen. Deutschland ist dieser Konvention beigetreten.

Für das Informationsmanagement der dem Umwelt- und Gesundheitsministerium nachgeordneten Bundesinstitute ergeben sich folgende Bereiche:

- Information der *allgemeinen Öffentlichkeit*
 - auf direktem Weg
 - mit Hilfe von Multiplikatoren
- Information der *Fachöffentlichkeit*

Die Information der allgemeinen Öffentlichkeit erfolgt für den Bereich der Bundesministerien in der Regel durch die Arbeit der jeweiligen Pressestellen oder nach Absprache auch durch direkten Kontakt einzelner Wissenschaftler oder sonstiger Fachleute mit Medienvertretern. Im Bereich Umwelt und Gesundheit ist die Kluft zwischen wissenschaftlicher Einschätzung und Laieneinschätzung bezüglich der Relevanz bestimmter Gesundheitsrisiken häufig besonders deutlich. Die Ursachen für diese Entwicklung nur einseitig bei der Medienberichterstattung zu suchen, die nach dem Mott berichtet „only bad news are good news“, wird der Komplexität dieses Phänomens nicht gerecht. Zu hinterfragen sind hierbei auch die traditionellen Wege des Umgangs mit den Medienvertretern. Eine kritische Analyse und die Entwicklung einer neuen Konzeption würde sich hier anbieten. Hierbei könnten beispielsweise unter anderem auch die Erfahrungen aus dem Umgang mit den Massenmedien in Zusammenhang mit Störfällen (z.B. Frankfurt-Höchst etc.) berücksichtigt werden. Eine systematische Auswertung dieses Vorfalls hatte zu der Erkenntnis geführt, daß im „Krisenfälle“ ein zuvor kontinuierlich gepflegter Kontakt zu den Redaktionen vor Ort eine wichtige Voraussetzung für eine seriöse Berichterstattung ist („wer das Vertrauen der Lokalredakteure verloren hat, kann nicht mehr das Vertrauen der überregionalen Medien gewinnen“). Denkbar wären z.B. regelmäßige Treffen mit interessierten Journalisten bis zu bestimmten (eingeschränkten) Zugriffsrechten auf einen elektronischen Informationspool (s.u.).

Ziel sollte es für den Bereich Umwelt und Gesundheit sein, eine gemeinsame Pressearbeit der Bundesinstitute zu institutionalisieren und durch eine umfassende und glaubwürdige Informationspolitik zu einer Versachlichung der Diskussion hinsichtlich der gesundheitlichen Folgen anthropogener Umweltveränderungen beizutragen. Durch eine enge Zusammenarbeit zwischen den Pressestellen von BgVV, RKI und UBA und soweit möglich und geboten des BfS sollte eine inhaltliche Abstimmung der obersten wissenschaftlichen Bundesbehörden bei Themen zu Umwelt und Gesundheit hergestellt werden. Vertreten die Bundesinstitute in Fachfragen in der Öffentlichkeit eine gemeinsame Haltung, kann unnötiger Verunsicherung entgegengewirkt und die Glaubwürdigkeit der Aussagen in der Öff-

fentlichkeit gestärkt werden. Die praktische Zusammenarbeit sollte zukünftig folgende Schritte beinhalten:

- gemeinsame Pressekonferenzen, wenn Themen nicht ausschließlich in die Zuständigkeit eines der Institute fallen;
- gemeinsame Presse-Informationen, wenn Themen inhaltlich von zwei oder mehreren Instituten unter verschiedenen Aspekten bearbeitet werden. Dies gilt natürlich auch für Publikationen zu gemeinsamen Themen;
- gemeinsame Informationsveranstaltungen. Als Beispiel sind hier die Fortbildungsveranstaltungen für den Öffentlichen Gesundheitsdienst zu nennen, die jährlich von den Pressestellen BfArM, BgVV, PEI und RKI organisiert und veranstaltet werden. Ab 1999 wird auch das Umweltbundesamt zum Kreis der Veranstalter gehören.

Besondere Beachtung verdient unter dem Aspekt "Information der Fachöffentlichkeit" die bestehende Zusammenarbeit mit dem ÖGD. Seitens der Gesundheitsämter, aber auch von anderen Landes- und Kommunalbehörden (z.B. Umweltämter), wird immer wieder der Bedarf nach einem besonders intensiven Informationsaustausch mit den wissenschaftlichen Bundesoberbehörden artikuliert. Wissenschaftliche Hilfestellung, frühzeitige Hinweise auf sich abzeichnende Probleme, Vollzugshilfe (Richt-, Grenzwerte) etc. können hierfür beispielhaft genannt werden. Die konzeptionellen Überlegungen hinsichtlich einer gemeinsamen Informations- und Dokumentationsstrategie im Bereich Umwelt und Gesundheit seitens der Bundesoberbehörden sind folglich in erheblichem Umfang auf die Zielgruppe ÖGD ausgerichtet. In zunehmendem Maße erwarten aber auch Ärzte mit der Zusatzbezeichnung „Umweltmedizin“ Zugriffsrechte oder zumindest Zugriffsmöglichkeiten auf wissenschaftliche Erkenntnisse sowie Umwelt- und Gesundheitsinformationen zur kompetenteren Betreuung ihrer Patienten.

Für bestimmte Aspekte setzt das Umweltinformationsgesetz eine entsprechende Rechtsgrundlage. Die Situation ist jedoch dadurch gekennzeichnet, daß die möglicherweise aus Umweltfaktoren resultierenden gesundheitlichen Belastungen oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen i.d.R. einen multifaktoriellen Ursprung haben und häufig die entsprechende toxikologische oder epidemiologische Datenbasis strengen Ansprüchen nicht genügt. Stellungnahmen, Risikoeinschätzungen, aufgearbeitetes Wissen etc. aus den Reihen der Bundesoberbehörden wären hierbei sicherlich eine willkommene Arbeits erleichterung für alle Umweltmediziner und könnten so punktuell zu der auf dem Gebiet der Umweltmedizin dringend notwendigen Qualitätssicherung beitragen.

Vor allem vom ÖGD positiv aufgenommen wurde die 1992 in Zusammenarbeit vom Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene und dem damaligen klinisch-diagnostischen Bereich Karlshorst initiierte Herausgabe eines „Umweltmedizinischen Informationsdienstes“ (UMID). Innerhalb kurzer Zeit wurden nahezu alle Gesundheitsämter in den Verteiler der zweimonatig erscheinenden, kostenlosen Ausgaben des UMID aufgenommen. Mit den Ausgaben der beiden ersten Jahre entstand 1994 als Heft 4 der Reihe „WaBoLu-Hefte“ ein gedruckter 120seitiger Sammelband, dessen gute Verkaufszahlen ein weit über den ÖGD hinausgehendes Interesse an einem solchen Informationsservice zeigten.

Der UMID wird seit der Neuordnung des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes vom UBA allein herausgegeben. Nach wie vor zeigt der ca. 1000 Adressen umfassende Verteiler dessen hohe Verbreitung. Ein Blick auf die Erscheinungszyklen, den Umfang der Beiträge und die thematische Breite zeigt allerdings auch die organisatorischen Schwierigkeit der seither bestehenden „thematischen und institutionellen Isolation“. Die vielschichtigen Problemfelder im Bereich „Umwelt und Gesundheit“ erfordern eine gemeinsame redaktionelle Bearbeitung des UMID durch die drei Bundesoberbehörden, um hierdurch auf Dauer ein kompetentes und nach wie vor den Bedürfnissen des ÖGD entsprechendes Informationsmedium auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit zu erhalten. Ein aus UBA, BgVV und RKI gebildetes eigenverantwortlich arbeitendes Redaktionskollektiv sollte mit der zukünftigen Herausgabe des UMID beauftragt werden. Dies ist dadurch gerechtfertigt, da die Inhalte auf eine rein fachliche Diskussion aktueller Themen beschränkt sind und im Zweifelsfalle unterschiedliche fachliche „Meinungen“ und in der „scientific community“ offene Fragen besonders gekennzeichnet werden. Für eine Darstellung der offiziellen Amtsmeinungen im Bereich des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes ist nach wie vor das Bundesgesundheitsblatt die adäquate Plattform. Entsprechend dem allgemeinen Trend muß der Aufbau und die Nutzung elektronischer Informationssysteme auch für den Bereich Umwelt und Gesundheit gefördert werden. Zusätzlich zur Printausgabe des UMID sind die Beiträge deshalb auch im **Umweltmedizinischen Informationsforum** (UmInfo) abrufbar.

Das UmInfo wurde von den umweltmedizinischen Ambulanzen und Beratungsstellen als elektronisches Informations- und Kommunikationsnetz (Mailbox-System) initiiert (s. 2.5.3). Das Projekt wird z.Zt. vom BMU gefördert und ist mit der „Mutterstation“ (Server) in der Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU) der Akademie für Kinder- und Jugendmedizin am Kinderhospital in Osnabrück eingerichtet. Der seitens des BMG geförderte Berliner Regionalknoten des UmInfo wird vom RKI betrieben. In der Mailbox ist u.a. ein „schwarzes Brett“ **Gesundheitsämter** mit exklusivem Zugang für die Kommunikation innerhalb des ÖGD vorhanden. Die öffentlichen Gesundheitsdienste einiger Bundesländer und Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaften verfügen zusätzlich über eigene zugangsbegrenzte Foren innerhalb des Systems.

Im Rahmen der Förderung des UmInfo-Projekts durch BMU sollen auch die Umweltdatenbanken des UBA, die Informationen zu Umwelt und Gesundheit enthalten, eingebunden werden. Es handelt sich insbesondere um ULIDAT mit ca. 3.000 Literaturzitaten aus diesem Bereich (vgl. Kap. 2.5.4) und UFORDAT mit ca. 100 Forschungsprojekten sowie URDB mit ca. 2700 Rechtsvorschriften. Dies ersetzt aber nicht die Vernetzung und Bündelung vorhandener Datenbestände, wie sie mit der Etablierung intelligenter Verweissysteme, die in der Fachwelt als FINDEX oder zukünftig GEIN bezeichnet werden, möglich ist. Eine solche Vernetzung sollte angestrebt werden.

Da grundlegende Probleme, wie der Schutz des geistigen Eigentums oder Vergütungs- bzw. Abrechnungsmodalitäten, für „elektronische Informationen“ im WWW noch nicht abschließend diskutiert sind und die Informationen des Internet an die allgemeine Öffentlichkeit ohne Einschränkung des Zugriffs gerichtet sind, ist es erklärlich, daß sich die Aktivitäten der Bundesoberbehörden z.Z. dort überwiegend auf Selbstdarstellung, Pressemitteilungen, Veranstaltungshinweise, Publikationslisten etc. beschränken.

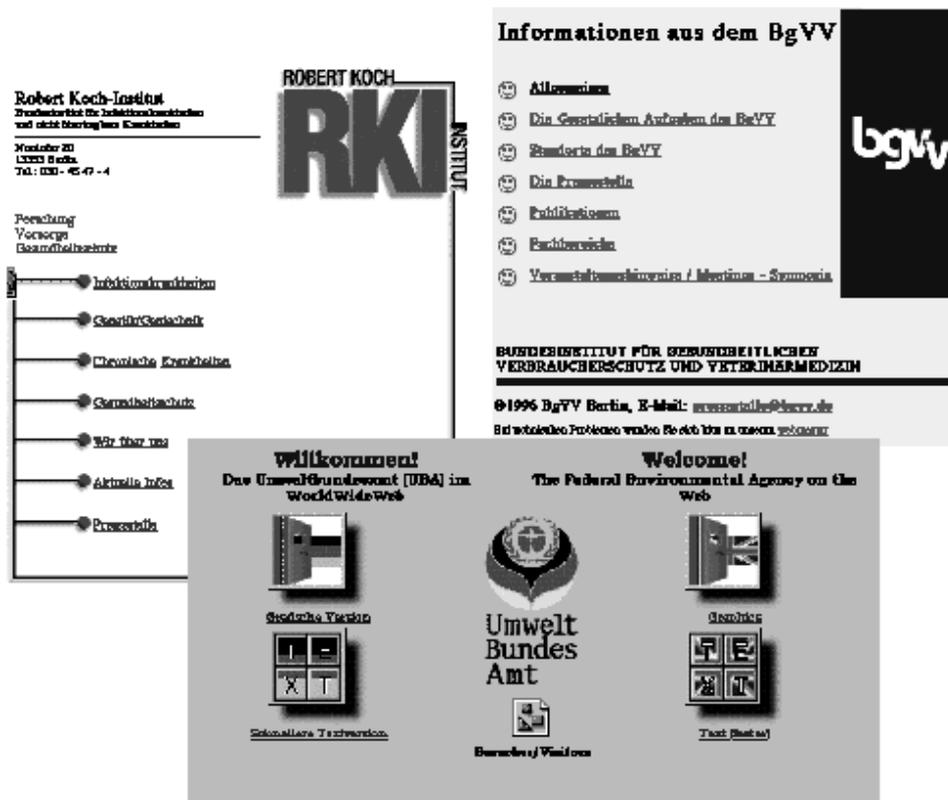


Abb. 11: Startseiten (=homepages) der Bundesoberbehörden

National und international zeichnet sich das Gebiet von Umwelt und Gesundheit durch intransparente Strukturen relevanter Informationsquellen und mangelhaft koordinierte Informationsströme zur Fachöffentlichkeit aus. Es besteht für viele Experten auf diesem Gebiet eine Diskrepanz zwischen dem ständig wachsenden Wissenspool in Form von Publikationen, immer stärkerer Subspezialisierung mit steigender spezifischer Fachkompetenz und dem dennoch benötigten Aufwand, zeitnah die benötigte Information oder einen geeigneten Ansprechpartner zu finden. Gerade auf dem Gebiet von Umwelt und Gesundheit sind Fragestellungen häufig nur interdisziplinär kompetent zu bearbeiten.

Die Weltgesundheitsorganisation hat im November 1997 mit finanzieller Förderung des Bundesgesundheitsministeriums ein neues WHO-Zentrum am Robert Koch-Institut in Berlin eingerichtet. Das Projekt ist auf internationale Zusammenarbeit ausgerichtet und verfügt hierfür über je eine Fachkraft für den englischen und russischen Sprachraum. Die im Titel geführte Bezeichnung "WHO - Collaborating Centre for Information and Communication on Environmental Health" unterstreicht den steigenden Bedarf nach koordiniertem Informationsaustausch und professionellem Informationsmanagement auf diesem Gebiet. Das WHO-Zentrum am RKI fungiert als Koordinationsstelle und Informationsknoten. National und international soll eine bessere Transparenz hinsichtlich der auf dem Gebiet von Umwelt und Gesundheit aktiven Strukturen, deren Arbeitsschwerpunkten, der Verfügbarkeit von Informationen zu speziellen Fragestellungen und dem Auffinden geeigneter Ansprechpartner erreicht

werden. Die Arbeit des WHO-CC soll in erster Linie der Ausarbeitung, bzw. Realisierung von Nationalen Aktionsplänen für Umwelt und Gesundheit (NEHAP's) dienen sowie die Vorbereitung der Konferenz in London (1999) unterstützen.

Zur Unterstützung der Arbeit des WHO-Zentrums und als eigener Beitrag zur Verbesserung des Informationsmanagements in Deutschland baut das Fachgebiet Umweltmedizin am RKI z.Z. ein Umweltmedizinisches Informationssystem (UMIS) auf, dessen (fach)öffentliche Teile bereits im UmInfo als UMIS/RKI zu erreichen sind. Parallel zu der partiellen Nutzung der UMIS-Inhalte über das Mailboxprojekt UmInfo wird das UMIS intern auf der Basis einer relationalen Datenbank aufgebaut und genutzt. Eine spätere Einbindung in das Internet-Angebot ist vorgesehen. Das UMIS hat z.Z. folgende Komponenten

- Aufbau und Pflege einer Experten- und Institutionendatei für die Umweltmedizin

Der Bedarf nach einer solchen Adressendatei ist bei umweltmedizinisch tätigen Ärzten, Naturwissenschaftlern, Verwaltungsbeamten, Behörden und Ministerien groß. Die Adressendatenbank beinhaltet neben personenbezogenen Angaben auch entsprechende Datenfelder für Institutionen, Körperschaften und Gremien.

- Aufbau einer umweltmedizinischen Archivs, das u.a. „graue Literatur“ und umweltepidemiologische Studien erfaßt

Zur Erfassung der Dokumente sollen vorrangig die online-Dienste und -Archive der für die Umweltmedizin relevanten Institutionen und Medien über das „Internet“ genutzt werden. Des weiteren ist vorgesehen, die Volltextdokumente mittels eines umweltmedizinischen Thesaurus zu indexieren und online komfortabel recherchierbar zu machen. Dieser Thesaurus wird gemeinsam mit Mitarbeitern der Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen der Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e.V. in Osnabrück erarbeitet.

- Aufbau und Pflege eines umweltmedizinischen Medienarchivs

Im Rahmen des Archivs werden zwei Module aufgebaut: das *UMIS/Pressearchiv* für ausgewählte Pressebeiträge aus regionalen und überregionalen Zeitungen und Zeitschriften und *Internet-Dokument* für Berichte aus populärwissenschaftlichen Monats- und wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Die Presseberichte sollen aus fachwissenschaftlicher Sicht sowie in Kooperation mit Medien- und Kommunikationswissenschaftlern analysiert und bewertet werden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen für die umweltmedizinische Risikokommunikation nutzbar gemacht werden und u.a. das Informationsmanagement im Hinblick auf gezielte Informationsstrategien gegenüber der Fachöffentlichkeit (z.B. Verminderung sichtbarer Informationsdefizite, Versachlichung der Diskussion etc.) unterstützen.

- Aufbau einer umweltmedizinischen Methodendatenbank

Zur Bearbeitung dieser Teilaufgabe müssen die bisher existierenden „klinisch-umweltmedizinischen Methoden“, wie diagnostische und ggf. therapeutische Methoden (einschließlich unkonventioneller Methoden), dokumentiert werden. Dies erfolgt zunächst über Literaturrecherchen (unter Einbeziehung der sogenannten „grauen“ Literatur). Auf die Bestandsaufnahme und Systematisierung gebräuchlicher Verfahren erfolgt die Bewertung dieser Verfahren im Hinblick auf eine umweltmedizinische Qualitätssicherung. Hierzu wird der parallele Aufbau einer Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle und die Schaffung einer einschlägigen Kommission (unter Beteiligung der Bundesärztekammer und anderer relevanter Institutionen) empfohlen.

Der Aufbau des umweltmedizinischen Informationssystems erfolgt unter der Perspektive einer etablierten Kooperation mit dem Mailbox-Projekt als modernes elektronisches Informations- und Kommunikationsnetz. Über das interaktive UmInfo besteht die Möglichkeit der Rückkopplung mit der "umweltmedizinischen Basis". Dies kann der teilweise in der Vergangenheit artikulierten punktuellen Praxisferne der Bundesinstitute auf diesem Gebiet entgegenwirken. Die Rückkopplungsmöglichkeit mit der Basis kann ein wichtiges Instrument darstellen, praxisingerechte Arbeitsschwerpunkte zu optimieren und beispielsweise neue Projekte zu initiieren (Meldeysteme, Beobachtungspraxen etc.).

Durch die Erweiterung dieses Ansatzes auch auf die beiden anderen Bundesinstitute könnte der Aufbau eines gemeinsamen Informationspools realisiert werden. Neben der Schaffung einer besseren Transparenz von Zuständigkeiten und Arbeitsschwerpunkten würden sich die Informationsströme gegenüber der Fachöffentlichkeit verbessern und koordinieren lassen. In jedem der Häuser liegen zum Themenbereich Umwelt und Gesundheit eine Fülle von Stellungnahmen, Bewertungen etc. vor. Dieser Informationsschatz ist bisher nur unzureichend bezüglich einer elektronischen Nutzung diskutiert worden. Die teilweise sich hundertfach wiederholenden schriftlichen Anfragen zu einzelnen Themenkomplexen wurden in der Vergangenheit mit immer wieder gleichbleibender Antwortroutine abgearbeitet (Beispiele: Heizkostenverteilersysteme, Asbest in Nachtspeicheröfen, Formaldehyd). Die Archivierung und Indexierung der bereits elektronisch vorliegenden Informationen könnte ohne erhebliche Mehrarbeit zukünftig standardisiert erfolgen und somit für Recherchen nutzbar gemacht werden. Hierdurch könnte sicherlich die Zahl der schriftlichen Anfragen zu bereits behandelten Themen reduziert werden, wodurch eine Entlastung der Wissenschaftler in den Einrichtungen eintreten könnte. Die bei elektronischen Informations- und Kommunikationssystemen vorhandene Möglichkeit der Vergabe differenzierter Zugriffs- bzw. Nutzungsrechte kann zur Strukturierung der Informationsströme (allgemeine Öffentlichkeit, Fachöffentlichkeit, ÖGD etc.) benutzt werden. Hierdurch ist auch gewährleistet, daß sich die aus unterschiedlichen Zuständigkeiten und Vorgehensweisen ergebenden, teilweise kontroversen Positionen als komplementäre Informationen oder als abgestimmte Statements selektiv nutzbar gemacht werden. Intern kann außerdem über einen speziellen zugriffsgeschützten Bereich im UMINFO die interinstitutionelle themenbezogene Zusammenarbeit der Oberbehörden erleichtert werden.

Ziel: Verbesserung des Informationsmanagements der Umwelt- und Gesundheitsbehörden des Bundes

Empfehlungen:

- Intensivierung der gemeinsamen Pressearbeit der fachlich zuständigen Bundesoberbehörden im Bereich Umwelt und Gesundheit zu Themen, die nicht ausschließlich in die Zuständigkeit eines der Institute fallen, durch
 - gemeinsame Presse-Konferenzen
 - gemeinsame Presse-Informationen und Publikationen
 - gemeinsame Informations-Veranstaltungen (z.B. Fortbildungsveranstaltungen des ÖGD);
- Bildung eines Redaktionskollektivs aus Vertretern der Bundesoberbehörden UBA, BgVV und RKI zur gemeinsamen Herausgabe des „Umweltmedizinischen Informationsdienstes“ (UMID);
- Förderung des Aufbaus und der Nutzung elektronischer Informationssysteme im Bereich Umwelt und Gesundheit bzw. Weiterführung und Ausbau der bestehenden Förderung;
- Einbindung der Umweltdatenbanken des UBA (insb. ULIDAT, UFORDAT und URDB) in das „Umweltmedizinische Informationsforum“ (UmInfo);
- Vernetzung und Bündelung vorhandener Datenbestände;
- Ausdehnung des derzeit am RKI im Aufbau begriffenen „Umweltmedizinischen Informationssystems“ (UMIS) auf BgVV und UBA, um einen gemeinsamen Informationspool zu schaffen.

4.4 Risikokommunikation und Bürgerbeteiligung

4.4.1 Risikokommunikation und Risikomanagement

Über Risiken läßt sich nur dann sinnvoll sprechen, wenn eine *Managementperspektive* eingenommen wird, d. h. wenn Einfluß ausgeübt werden kann. Kann kein Einfluß genommen werden, dann handelt es sich um Bedrohungen bzw. Gefahren, denen man ausgesetzt ist. Damit deutet sich bereits der Grundkonflikt aller Risikokommunikation an: was die einen als Risiko ansehen, stellt sich für die anderen als Gefahr dar.

Es ist sinnvoll zwischen gerichteter Risikokommunikation und "frei flottierender" Gefahren/Risikokommunikation zu unterscheiden. Letztere ist eine Grundvariante der Kommunikation moderner Gesellschaften und als solche ein kommunikativer Sachverhalt. Sie tritt in verschiedenster Gestalt auf: Als Gerücht, als Pressebericht, als PR-Kampagne, als Unternehmensinformation oder als

das Fehlen derselben. Risikokommunikation in dieser Form hat oft kein spezielles Ziel, keine spezielle Zielgruppe und stammt aus den verschiedensten Quellen.

Gerichtete Risikokommunikation bezieht sich auf alle Kommunikationsprozesse, die die Identifikation, Analyse, Bewertung und das Management von Risiken sowie die dafür nötigen Voraussetzungen und Beziehungen zwischen den daran beteiligten Personen, Gruppen und Institutionen zum Gegenstand haben.⁶

Diese Definition weist darauf hin, daß gerichtete Risikokommunikation integraler Bestandteil des Risikomanagements ist. Sie ist ziel- und zweckbezogen.

Risikokommunikation hat nach einem Dokument des US-amerikanischen National Research Council (NRC 1996) eine Querschnittsfunktion. Kommunikation (dort: Deliberation genannt) betrifft den gesamten Managementprozeß:⁷ von der Identifikation und Bewertung der Risiken, über die Entscheidung bis hin zur Risikokontrolle.

Sowohl Entscheidungsträger und Wissenschaftler als auch alle interessierten oder betroffenen Parteien sind Akteure im Risikomanagementprozeß. In diesem Prozeß sind bei der Risikoidentifikation, -bewertung, -entscheidung und der Risikokontrolle wissenschaftliche Erkenntnisse mit einem größtmöglichen gesellschaftlichen „Wertberücksichtigungspotential“ zu verknüpfen.

Alle Bewertungen - Risikobewertungen eingeschlossen - als essentielle Bestandteile von Managementprozessen beinhalten einen Schritt vom Sein zum Sollen. Es geht um die Erheblichkeit: Erforderlich ist ein Maßstab, um ein Risiko als „nicht erheblich“, „akzeptabel“ oder als „nicht tragbar“ einzustufen. Solche Maßstäbe sind normative Setzungen. Es wäre also ein naturalistischer Fehlschluß, die Risikobewertung allein auf naturwissenschaftlicher Basis vorzunehmen, die nur das „So-Sein“ feststellen kann. Es ist vielmehr erforderlich, das Risikomanagement so zu gestalten, daß sowohl wissenschaftliche Erkenntnis als auch Werte Berücksichtigung finden. Dafür wird Risikokommunikation gebraucht.

⁶ Risk communications is the process of exchange about how best to assess and manage risks among academics, regulatory, practitioners, interest groups and the general public. (Powell & Leiss 1997). Risk communication is an interactive process of exchange of information and opinion among individuals, groups and institutions. It involves multiple messages about the nature of risk and other messages, not strictly about risks, that express concerns, opinions, or reactions to risk messages or to legal and institutional arrangements for risk management. (NRC 1989).

⁷ Risk Management is the process of identifying, evaluating, selecting, and implementing actions to reduce risk to human health and to ecosystems. The goal of risk management is scientifically sound, cost-effective, integrated solutions that reduce or prevent risks while taking into account social, cultural, ethical, political, and legal considerations. (The Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management 1997)

4.4.2 Anlaß und Ziele der Risikokommunikation

Im Regelfall ist Risikokommunikation anlaßbezogen. Dabei lassen sich 6 verschiedene Arten von Anlässen unterscheiden, die in Tabelle 12 aufgelistet sind. Der erste Fall betrifft die reguläre Risikoabschätzung und Entwicklung von Umweltstandards. Bedarf an Risikokommunikation entsteht dann, wenn solche Verfahren unter Beteiligung gesellschaftlicher Anspruchsgruppen durchgeführt werden. Im zweiten Fall wird die Störanfälligkeit einer Industrieanlage diskutiert. Hier stehen vor allem die Frage nach der Wahrscheinlichkeit des Störfalls sowie die nach den möglichen Folgen im Vordergrund.

Der dritte Fall besteht in einem Störfall. Schwerpunkte der Kommunikation sind dann Art, Schwere und das Ausmaß der Gefährdungen sowie die Maßnahmen, die zum Schutz der Betroffenen eingeleitet werden müssen. Im vierten Fall besteht der Anlaß für die Risikokommunikation in dem Verdacht, daß eine gesundheitsgefährliche Noxe vorliegt, wie z.B. bei der Frage nach den Risikopotentialen von Elektromagnetischen Feldern (EMF). Im Mittelpunkt steht die Frage nach den möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit. Die Kommunikation richtet sich vor allem auf die Abwägung und Bewertung der Risiken sowie auf die Notwendigkeit und den Umfang der erforderlichen Schutzmaßnahmen. Im fünften Fall handelt es sich um den Nachweis von Noxen. Risikokommunikation richtet sich hier vor allem auf die Darlegung von Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der Höhe der Belastung. Und schließlich geht es im sechsten Fall um Clustereffekte. Im Mittelpunkt steht hier die Aufklärung der Ursachen der überproportionalen lokalen Häufung von Erkrankungen. Die Kommunikation richtet sich auf die Ursachenabwägung und -erklärung.

Tab. 12: Anlässe von RK

RK-Anlaß	Beispiel	Zentrales Thema	Wichtige Kommunikationsinhalte
Normsetzung	Ableitung von Umweltstandards	Risikocharakterisierung nach Stand der Wissenschaft	<i>Ermitteln und Informieren:</i> Art und Weise der Risikobewertung, zugrunde liegende Annahmen und Schlußfolgerungen
Störfallanfälligkeit einer Technologie	Industrieanlage	Wahrscheinlichkeit des Störfalls (evtl. mögl. Folgen)	<i>Informieren und Erörtern:</i> Schadenswahrscheinlichkeiten der möglichen Auswirkungen und Bewertungsraster vermitteln
Störfall	Transportunfall mit Giftstoffen	Bewertung der Folgen für Gesundheit und Umwelt, Schutzmaßnahmen	<i>Alarmieren:</i> Art / Schwere/ Ausmaß der Auswirkungen Schutzmaßnahmen
Noxenverdacht	EMF	Mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit	<i>Informieren und Erörtern:</i> Abwägen und Bewerten der Risikopotentiale und erforderliche Schutzmaßnahmen

Nachweis von Noxen	PAK im Hausstaub Radon, Altlasten	Ursachen der Belastung, Höhe der Belastung? Art und Größe des Gesundheitsrisikos	<i>Informieren und Erörtern:</i> Vorkommen des Schadstoffes, Art / Schwere/ Ausmaß der Auswirkungen, Bewertungsraster vermitteln, sinnvolle Schutzmaßnahmen
Clustereffekte (Umwelt- und Gesundheitsschäden)	Leukämiefälle an einem Industriestandort	Ursache der vorhandenen Auffälligkeiten	<i>Informieren und Erörtern:</i> Ursachenabwägung und -erklärung

Alle Risikokommunikation beginnt entweder mit zu erwartenden oder faktischen Differenzen bei der Risikobewertung. Ziele der Risikokommunikation sind dann:

- die Vermeidung von Konflikteskalationen bei Auseinandersetzungen über Risiken;
- die Minimierung von Bewertungsdifferenzen oder zumindest die Herstellung eines rationalen Dissenses über die Differenzen.

Darüber hinaus wird mit Risikokommunikation als Teil des Risikomanagements auch das Ziel verfolgt, eine gerechte Verteilung von Risiken bzw. der Kosten von Maßnahmen zur Risikoreduktion zu erreichen.

Es ist allerdings festzuhalten, daß Differenzen über Risiken in einer modernen Gesellschaft unvermeidbar sind. Ein gesellschaftlicher Konsens ist zwar anzustreben, kann aber nicht immer wirklich erreicht werden. Nach Luhmann (1983) kann „kein politisches System ... jedoch seine Stabilität vom Erreichen so hoch gespannter Ziele (d.h. Überzeugung von der Richtigkeit der Werte, Rechtfertigungsprinzipien oder Inhalte der Entscheidungen) abhängig machen ...“.

Ebenso unrealistisch wie die Idee des Nullrisikos ist die Vorstellung einer konfliktfreien Risikokommunikation. Ob und inwieweit Differenzen über Risikobewertungen zu Konflikten führen und ob diese eskalieren, hängt auch wesentlich von der Art und Weise ab, wie darüber kommuniziert wird.

4.4.3 Erfolg von Risikokommunikation

Risikokommunikation sollte helfen, die Legitimation von Entscheidungen zu sichern, die auf die Vorsorge, Vermeidung und Bewältigung von Risiken aus sind. Dabei ist vom ALARA⁸-Prinzip auszugehen. Dies bedeutet, daß das Risiko soweit begrenzt werden sollte, wie unter dem Vorbehalt der Verhältnismäßigkeit technisch möglich.

Aus einem eher basisdemokratischen Verständnis heraus definiert das NRC den Erfolg von Risikokommunikation, indem sowohl die Verbesserung des Verstehens der für das Risiko relevanten Pro-

⁸ ALARA=“As Low As Reasonably Achievable“ (so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar). In Deutschland spricht man in diesem Zusammenhang eher von Risikominimierung nach dem Stand der Technik bzw. unter Berücksichtigung des verfassungsrechtlichen Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit.

bleme als auch die Befriedigung vorhandener Informationsbedürfnisse betont wird. „Risikokommunikation ist erfolgreich, solange das Verständnis der relevanten Fakten verbessert und das Bedürfnis der Betroffenen nach Information auf der Basis der vorliegenden Erkenntnisse befriedigt wird.“

Wesentlich an dieser Definition ist, daß der Erfolg der Kommunikation nicht allein technokratisch an der Erreichung des Ziels der Überzeugung oder Überredung gemessen wird. Es geht vielmehr um ein besseres Verständnis der Risikopotentiale seitens der Empfänger. Ihnen kommt so eine entscheidende Rolle bei der Bewertung des Kommunikationserfolgs zu. Zusätzlich wird festgehalten:

- „Risikokommunikation führt nicht immer zu besseren Entscheidungen, weil Risikokommunikation nur ein Teil des Risikomanagementprozesses ist.“
- „Erfolgreiche Risikokommunikation muß nicht notwendigerweise zu einem Konsens führen oder zu einheitlichem Verhalten gegenüber der Risikoquelle.“
- „Expertenaussagen sind zwar ein notwendiger Bestandteil des Risikokommunikationsprozesses, aber für den Erfolg des Prozesses nicht hinreichend.“

Es gibt demnach keine einfache Definition für den Erfolg von Risikokommunikation. Was als Erfolg gilt, ist abhängig von Werthaltungen der Kommunikationspartner. Dabei spielen auch das zugrunde gelegte Risikokonzept, der präferierte Modus der Risikobewertung⁹, die gewählte Zielstellung von Kommunikation (Empowerment/Beteiligung an der Entscheidung versus Information und Aufklärung) sowie das Verständnis von Demokratie (u.a. das Verhältnis von direkter zu repräsentativer Demokratie) eine Rolle.

Unter der Annahme, daß es kein Null-Risiko und keine Null-Konflikte über Risiken geben kann, lassen sich folgende Kriterien für den Erfolg von Risikokommunikation angeben:

- die Reduktion von Risiken nach dem ALARA-Prinzip,
- die gerechtere Verteilung von Risiken,
- die Eingrenzung/Minderung von gesellschaftlichen Auseinandersetzungen über Risiken,
- die Rückholung von emotionalen Auseinandersetzungen über Risiken in einen rationalen Diskurs sowie
- die Legitimation von Risikozumutungen.

Fast jede Risikominimierung bringt finanzielle Kosten und unter Umständen neue Risiken (z.B. Impfschäden, Arbeitsunfälle) für Dritte nicht an der Risikoverringerung Partizipierende mit sich.

⁹In der Regel werden vier Varianten unterschieden: Formale Kosten-Risiko-Nutzen-Bewertungen, Orientierung an angenommenen Präferenzen, Orientierung an natürlichen Belastungen, Orientierung an explizit formulierten Präferenzen.

4.4.4 Differenzen bei der Risikobewertung

Die Risikobewertung wird zurecht als eine entscheidende Frage der Risikokommunikation angesehen. Zwei Typen von Bewertungsdifferenzen sind dabei in der Literatur zu finden: zum einen der Laien-Experten-Vergleich und zum anderen ein allgemeines („Stakeholder- bzw. Anspruchsgruppen“-Modell).

4.4.4.1 Bewertungsdifferenzen zwischen Laien und Experten

In psychologischer Sicht ist Risikokommunikation dann besonders schwierig, wenn die Beteiligten von unterschiedlichen Risikokonzepten ausgehen. Dabei spielt die Laien-Experten-Differenz eine entscheidende Rolle.

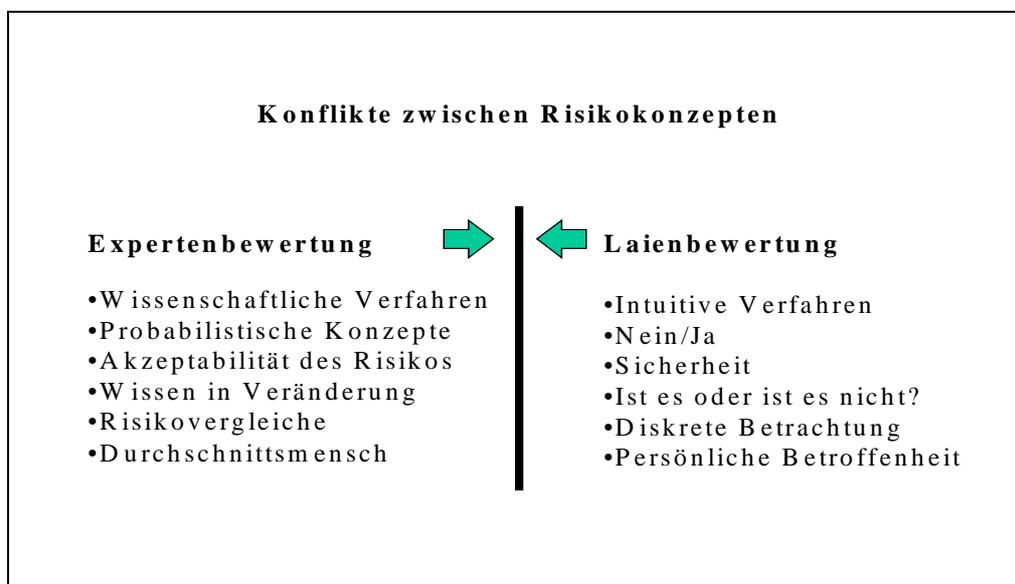


Abb. 12: Probleme bei der Risikokommunikation (nach Powell & Leiss 1997)

So basieren wissenschaftliche Risikoeinschätzungen im wesentlichen auf zu erwartenden Schäden (Todesfälle, Gesundheitsschäden), d.h. auf einer mehr oder weniger ausdifferenzierten Version des aus der Versicherungsmathematik stammenden elementaren Risikokonzepts: Risiko = Schaden × Wahrscheinlichkeit.¹⁰ Laien dagegen nutzen einen zugleich einfacheren und umfangreicheren Risikobegriff, der noch dazu abhängig ist von der Art der betrachteten Risiken. Zwar spielen beim intuitiven Risikokonzept die beiden Aspekte 'Schaden' und 'Wahrscheinlichkeit' ebenfalls eine Rolle, aber je nach Art der Risikoquelle können darüber hinaus andere Beurteilungsmerkmale, wie zum Beispiel das Wissen über ein Risiko (der Bekanntheitsgrad bzw. die Vertrautheit mit einem bestimmten Risiko), von Bedeutung sein. Auch die Frage, ob ein Risiko natürlichen Ursprungs oder aber vom Menschen

¹⁰ Im medizinischen Bereich wird Risiko definiert als "die Wahrscheinlichkeit, mit der in einer Population bei einer bestimmten Exposition eine gesundheitliche Schädigung auftritt" (Greim 1992, 5).

verursacht ist, kann bei der intuitiven Risikobeurteilung von Bedeutung sein. Weiterhin sind für Laien u.a. das Katastrophenpotential, die Freiwilligkeit/ Unfreiwilligkeit und die Kontrollierbarkeit wesentliche Risikobewertungsdimensionen. Diese werden aber von Experten in der Regel bei der Risikobewertung nicht berücksichtigt. Die hieraus resultierenden unterschiedlichen Risikobewertungen sind jeweils nur im eigenen Bewertungsrahmen überzeugend, nicht jedoch in dem der Gegenpartei.

Für die Schwierigkeiten bei der Risikokommunikation können eine Reihe von weiteren Gründen wesentlich sein:

- Die Kommunikation baut auf einem Freund-Feind Schema auf, wobei versucht wird, plausibel zu machen, daß das eigene (soziale, ökonomische oder faktische) Überleben durch die andere Seite bedroht ist.
- Die Kommunikation wird moralisch determiniert, (auf der Basis des grundsätzlichen Problem der Erkenntnisunsicherheit wird eine stringente Anwendung des Vorsorgeprinzips eingefordert ("Unsicherheit darf nicht auf Kosten der Betroffenen gehen") und mit ideologischen Argumenten geführt.
- Vorliegende Interessendissense bedienen sich der Risikokommunikation, ohne daß sie sich jedoch auf rationale Risikoargumente reduzieren zu lassen.

Damit ergeben sich fundamentale Probleme bei der Risikokommunikation (siehe Abb. 12).

4.4.4.2 Ein allgemeines Modell von Bewertungsdifferenzen

Jede Risikobewertung setzt zunächst voraus, daß der zu betrachtende Fall als Risiko beschrieben werden kann und daß diese Beschreibung für den gesetzten Zweck sinnvoll ist. Nun gibt es zwar keinen einheitlichen Risikobegriff, aber drei Komponenten lassen sich immer wieder finden, auf denen die verschiedenen Definitionen aufbauen. Die erste Komponente bezieht sich auf den befürchteten Schaden, der mit einem Ereignis verknüpft ist. Die zweite betrifft die Unsicherheit über den Schadensfall - er kann, muß aber nicht eintreten. Die dritte Komponente nimmt schließlich Bezug auf die Relevanz des potentiellen Schadens: Wie bedeutsam ist er in der gesellschaftlichen Wahrnehmung?

Unabhängig von der jeweiligen konkreten Risikokonzeption gilt jedoch, daß Bewertungen immer Kriterien oder Dimensionen verlangen, auf die hin bewertet wird. Neben konkreten Gefahren für Rechtsgüter (z.B. Leben), können mangelnde Sozialverträglichkeit, politische und kulturelle Fehlentwicklungen bis hin zur Erosion von Wertvorstellungen und zu unvorhersehbarem sozialen und kulturellen Wandel als Schadensbereiche aufgeführt werden.

Darüber hinaus lassen sich bei der Risikobewertung verschiedene Argumentationsebenen unterscheiden. Hier werden im weiteren in Anlehnung an Linder sechs Ebenen unterschieden:

- Wissenschaftliche Argumente zur Bewertung des Risikos,
- Laienargumente zur Bewertung des Risikos,
- Weltanschauungen als Argumente zur Bewertung des Risikos,
- Aussagen über Wege und Ziele (was erforderlich ist),
- Aussagen über Selbst- und Fremdbilder der beteiligten Akteure,
- Aussagen zu Fairneß und Gerechtigkeit bei Entscheidungen und Vorgehensweisen.

Für diese Komplexität der Argumentation sei nur ein Beispiel aufgeführt. In den Diskussionen um die Risikopotentiale von EMF geht es z.B. um epidemiologische Studien und Laborexperimente, um Erfahrungen von Elektrosensiblen, um den Umgang mit falsch positiven und falsch negativen Ergebnissen sowie um die Umkehr der Beweislast, um die Auslegung des Vorsorgeprinzips (z.B. darum, was „vorsichtige Vermeidung“ heißen kann), um die Glaubwürdigkeit der Behörden und der Mobilfunkbetreiber sowie um die Angemessenheit von Entscheidungsverfahren, wie z.B. Bürgerbegehren.

Für die letztendliche Bewertung von Risiken gibt es außerdem verschiedene Verfahren: Es kann per Gerichtsverfahren entschieden werden, es können Diskurse mit Betroffenen und Interessierten oder Volksabstimmungen können durchgeführt werden. Schließlich können Experten wissenschaftlich entscheiden oder Entscheidungsträger auf amtlichem Wege. Diese unterschiedlichen Vorgehensweisen beruhen auf verschiedenen *Rationalitäten* und besitzen unterschiedliche Akzeptanz bei Entscheidern und Betroffenen.

Versucht man die Bewertungsdifferenzen bei der Risikokommunikation zu ordnen, so betreffen diese unterschiedliche Auffassungen in bezug auf die Richtigkeit, die Relevanz oder die Angemessenheit von:

- zugrundeliegenden Daten, Statistiken und Schätzwerten,
- verwendeten Annahmen, Definitionen und Modelle,
- Argumentationsmustern,
- Kosten- und Nutzenabwägungen,
- Verteilung von Risiken, Kosten und Nutzen,
- Zumutbarkeiten von Risiken,
- Bedeutsamkeit von Werten und Grundorientierungen,
- Berechtigung von beteiligten Interessen und
- Entscheidungsverfahren.

Differenzen über Daten, Statistiken, Schätzwerte und Annahmen, Definitionen und Modelle sind vor allem Probleme, die zwischen Experten bei der Risikokommunikation entstehen. Sie lassen sich als „innerwissenschaftliche“ Risikokommunikationsprobleme beschreiben. Hier argumentieren und streiten vor allem Experten untereinander.

Distributionsprobleme sowie Probleme mit konfligierenden Werthaltungen und Interessen sind dagegen eher politischer Natur. Sie treten vor allem bei öffentlichen Risikoerörterungen auf. Experten und Wissenschaftlern kommt deshalb hier keine privilegierte Rolle bei der Risikokommunikation zu.

Medien, Öffentlichkeit, Politik, Wirtschaft und Verwaltung sind prinzipiell gleichberechtigte Kommunikationspartner. Hier bezieht sich Risikokommunikation eben auch auf weltanschauliche, ethische und praktische Fragen und geht weit über eine rein wissenschaftliche Diskussion hinaus. Es zählen Werte, Ansprüche und Interessen, für deren Abwägung es keine allgemein akzeptierten Standards gibt.

4.4.5 Gattungen von Risikokommunikation

Allgemein lassen sich zwei Gattungen von Risikokommunikation unterscheiden. Zum einen sind es **Risikodialoge**, die der Verbesserung des Wissens über Risiken dienen. Hier kommunizieren Wissenschaftler, Ingenieure und andere Experten, um gemeinsam zu einer Risikobewertung zu kommen. Zum anderen sind es **Risikodiskurse**, die auf die Vermittlung und Erörterung von Risikowissen in der Öffentlichkeit abzielen. Hier ist der Kreis der Beteiligten wesentlich größer und die Wissensgrundlagen, Einstellungen und Werthaltungen der beteiligten Gruppen heterogener.

Die Generierung von Risikowissen, d.h. die Erarbeitung von Risikoabschätzungen ist immer mit Unsicherheitsproblemen verknüpft: Unsicherheit darüber, ob die Modelle und Theorien, auf denen die Risikobewertung beruht, vollständig und richtig sind und darüber, ob die vorhandenen Daten auch gültig und zuverlässig sind.

Streitpunkte bei Risikodialogen

Datenlagen: Welche Daten werden z.B. bei der Bewertung von Leukämie-Fällen in der Nähe von Industrieanlagen als gültig angesehen? Auf welche bezieht man sich, auf welche nicht?

Schätzungen: Wieviele Krebserkrankungen gehen auf die Belastung von Innenräumen mit Asbestfasern zurück?

Definitionen und Annahmen: Welche Annahmen werden bei der Übertragung von Tierversuchen auf den Menschen gemacht? Wie werden Vorsorgewerte bei nichtkanzerogenen toxischen Stoffen bestimmt?

Modelle und Theorien: Welche Ausbreitungsmodelle werden z.B. bei einem Chlorgas-Störfall verwendet?

Unsicherheiten: Wie sind die Unsicherheiten zu bewerten, die in die Risikocharakterisierung eingehen?

Referenzwerte zur Risikobewertung: Welche Referenzwerte sind bei der Bewertung heranzuziehen (Natürliche Hintergrundsbelastung, typische Belastungssituationen)?

Kasten 1: Beispiele von Streitpunkten bei Risikodialogen

Damit ergeben sich auch die Streitpunkte für die Risikokommunikation. Beispiele für solche Streitpunkte zeigt Kasten 1.

4.4.5.1 Koordination von Risikodialogen und -diskursen

Risikodiskurse und -dialoge können unterschiedlich ausgeführt und zusammengebracht werden (siehe Abb. 13). Dialoge unter Einschränkungen für die Teilnahme (als „Closed Shop“) sichern zwar Kompetenz, verstoßen aber gegen das Prinzip der Werteberücksichtigung. Offene Dialoge beziehen dagegen Experten mit unterschiedlichen Wertvorstellungen ein und sind dementsprechend problematisch. Denn es kann nicht immer unterstellt werden, daß alle Teilnehmer solcher wissensgenerierender Dialoge an wohlausgewogenen, sachlich mit guten Gründen vertretbaren Risikobeurteilungen interessiert sind. Sowohl die Mobilisierung der öffentlichen Meinung gegen ein Risiko als auch die Durchsetzung der Duldung eines Risikos können aufgrund von Halbwahrheiten besser gelingen als aufgrund abgewogener wissenschaftlicher Urteile.

Noch schwieriger ist die Organisation von Diskursen, bei denen das „Verhandeln“ im Mittelpunkt steht, gerade weil sie Personen und Gruppen mit unterschiedlichem Wissen, Interessen und Werten berücksichtigen. Denn Risikoinformationen liegen in wissenschaftlichen Diskussionen als Zahlenwerke vor. Sie beziehen sich außerdem auf fachwissenschaftliche Konzepte, Modelle und Theorien. Daraus ergibt sich ein *Vermittlungsproblem*, wenn über den Kreis der Experten hinaus Zielgruppen von Laien angesprochen werden. Facetten dieses Vermittlungsproblems sind u.a. die folgenden Fragen:

- Wie können wissenschaftlich-technische Risikoinformationen in alltagssprachlich bedeutsame Informationen „übersetzt“ werden? Wie können komplexe Zusammenhänge prägnant und ohne wesentliche Informationsverluste dargestellt werden?
- Wie können die die Betroffenen unmittelbar interessierenden praktischen Fragen sinnvoll beantwortet werden, ohne die wissenschaftliche Basis zu verlassen?

Insbesondere macht „Aufklären“ Probleme, da es eine Einstellungsänderung auf Seiten der Empfänger anstrebt. Hier entsteht oft Widerstand. Ergebnisoffene und damit echte Diskurse sind weitgehend frei von diesem Problem. Beispiele hierfür sind „Runde Tische“ und Mediationsverfahren. In solchen Fällen geht der Kommunikator davon aus, daß erst durch Kommunikation (via Verhandeln) eine abschließende Risikobewertung - als Ergebnis der gemeinsamen Erörterungen - möglich wird. Grundlage solcher Verhandlungen sind sowohl Fairneß in der Kommunikation als auch die Sicherung der Kompetenz bei Risikobewertungen.

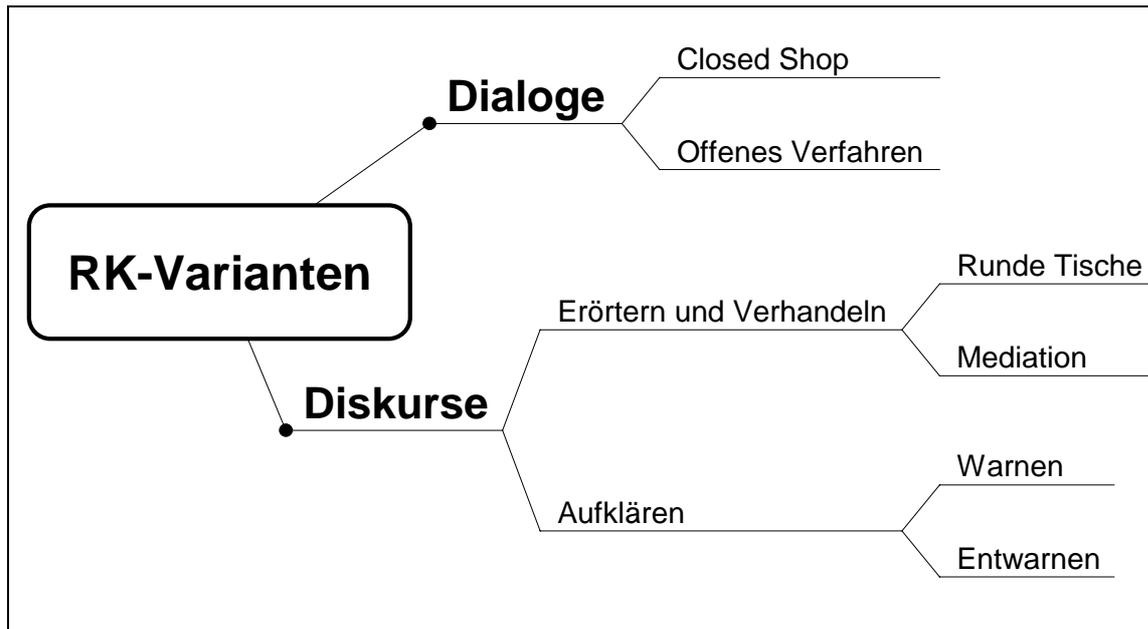


Abb. 13: Risikokommunikationsvarianten

4.4.5.2 Aufklären über Risiken

Bei der Aufklärung über Risiken - einem speziellen Part von Risikodiskursen - finden sich zwei Fälle: Warnen und Entwarnen. In beiden Fällen geht der Kommunikator davon aus, daß beim Empfänger seiner Botschaft ein Wissensdefizit oder eine verzerrte Bewertung vorliegt, die verändert werden sollten:

- Im Falle des Warnens ist das Ziel der Kommunikation eine *Risikoreduktion*. Es geht um die Risikominimierung zum Schutz der eigenen Person, anderer oder der Umwelt.
- Im Falle des Entwarnens geht es um die *Reduzierung von unangemessenen Besorgnissen und Ängsten*. Ziel ist die Vermittlung einer angemessenen Bewertung von Risikolagen.

In beiden Fällen - beim Warnen wie beim Entwarnen - ist das grundlegende Problem die Legitimation: Was legitimiert den Kommunikator dazu, davon auszugehen, daß seine Risikobewertung gültiger ist als die des Empfängers? Allerdings ist das Legitimationsproblem beim Entwarnen besonders kritisch.

Feld (1) in Tabelle 12 beschreibt eine Ausgangslage, die unkritisch ist: Die Risikobewertung der Experten und Risikowahrnehmung der Laien stimmen überein: es wird kein oder ein vergleichbar großes Risiko gesehen und übereinstimmend wird auch die Handlungsnotwendigkeit bewertet. In diesem Fall ist Risikokommunikation unproblematisch.

Befürchtungen in der Öffentlichkeit	Experten: Risikobewertung		
	gering	unklar bzw. uneinheitlich	hoch
gering	1	4	7
unsicher	2	5	8
gewiß	3	6	9

Tab. 12: Ausgangslagen für Risikokommunikation (nach Wiedemann und Schütz 1997)

Die Felder (2) und (3) bezeichnen Kommunikationssituationen, in denen der Laie Gefahren fürchtet bzw. der Überzeugung ist, daß er gefährdet ist, obwohl die Experten das Risiko übereinstimmend für gering halten. Risikokommunikation ist in diesen Fällen weitaus schwieriger. Noch schwieriger ist Risikokommunikation in den Feldern (5) und (6). Hier verstärkt der Expertenstreit die Unsicherheit und die Risikosensibilität der Öffentlichkeit. Der Konfliktfall entsteht, wenn eine Seite Entwarnung gibt und die andere Seite von der Existenz eines unzumutbaren Risikos ausgeht.

Für die Aufklärung über Risiken - ob nun Warnen oder Entwarnen - müssen sich Risiko-Botschaften am Empfänger orientieren und vollständig sein (siehe dazu Abb. 14). Inhaltlich sollten fünf Themen angesprochen werden: (1) die Risikocharakteristik im engeren Sinn, (2) die Unsicherheitsbewertung, (3) die Nutzenbewertung der Risikoquelle (wenn möglich), (4) Alternativen zu der Risikoquelle bzw. zur Risikoreduktion und (5) die Managementpraxis (Umgang und Kontrolle des Risikos).

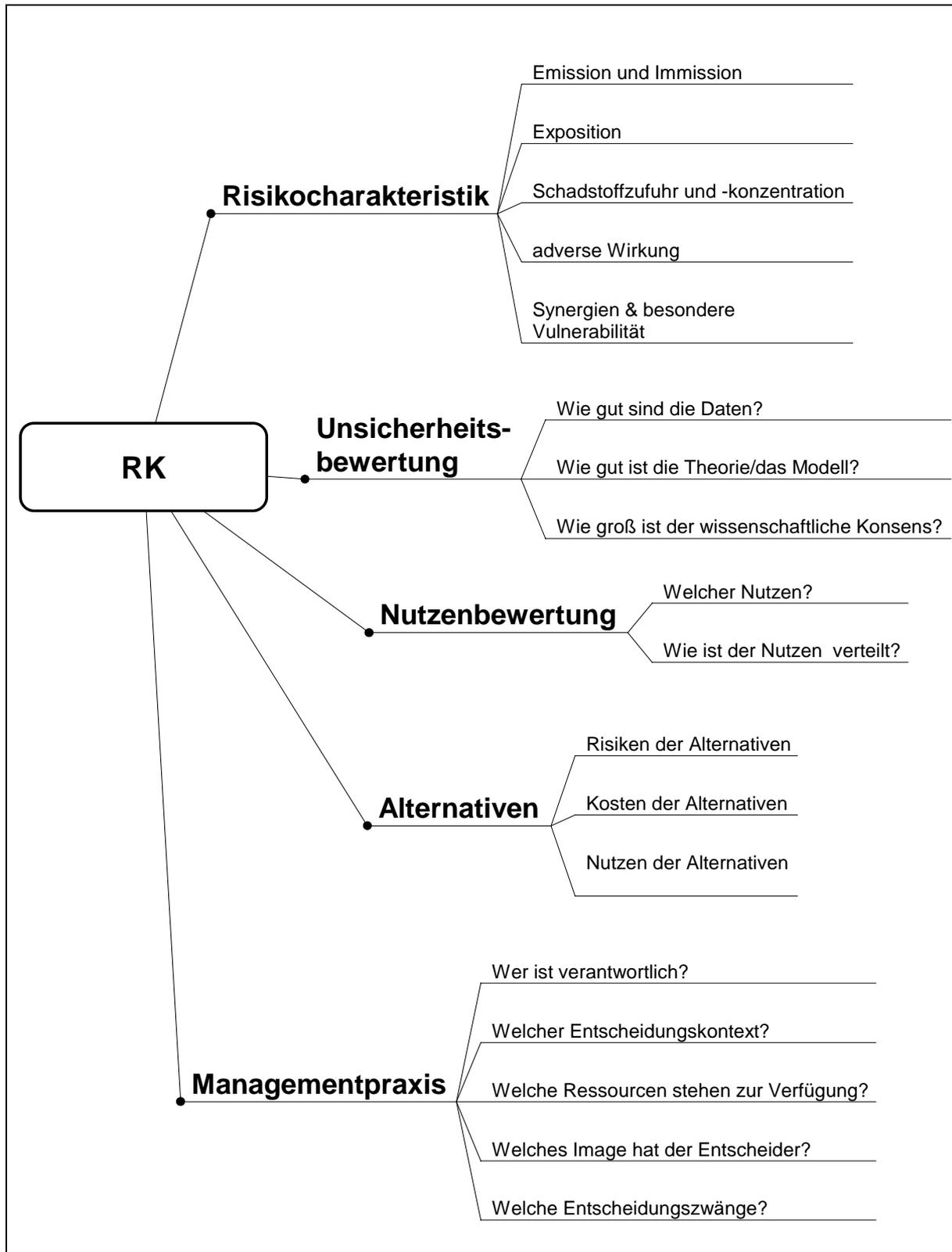


Abb. 14: Dimensionen der Risikokommunikation

4.4.6 Ansätze zur Verbesserung der behördlichen Risikokommunikation

Risikokommunikation von Bundesbehörden und Forschungseinrichtungen des Bundes ist eine Dienstleistung. Die Dienstleistung "Risikokommunikation" kann auch unter dem Gesichtspunkt des Qualitätsmanagements gesehen werden. Bei einem ganzheitlichen Qualitätsmanagement (Total Quality Management = TQM) handelt es sich nach der DIN EN ISO 8402 um eine "auf die Mitwirkung aller ihrer Mitglieder gestützte Managementmethode einer Organisation, die Qualität in den Mittelpunkt stellt und durch die Zufriedenheit ihrer Kunden, auf langfristigen Geschäftserfolg sowie auf Nutzen für die Mitglieder der Organisation und die Gesellschaft zielt."

Im TQM werden fünf Stufen des Prozeßmanagements unterschieden, die sich etwas abgewandelt auch auf die Risikokommunikation anwenden lassen (siehe dazu Abb. 15):

- Prozeßverantwortung
- Verständnis des Prozesses
- Messung des Prozesses
- Beherrschung des Prozesses
- Verbesserung von Prozessen.

Bei der Risikokommunikation ist die **Prozeßverantwortung** im Unterschied zu Produktionsprozessen, auf die das TQM abzielt, nur teilweise in den Händen von Bundesbehörden und -institutionen. Andere wissenschaftliche Institutionen, verschiedenste Berater und Berufsgruppen (Ärzte, Baubiologen usw.), die Medien sowie die Industrie und NGO's tragen zur Risikokommunikation bei. Der Gesamtprozeß ist somit weitgehend unkoordiniert und durch Wettbewerb am Meinungsmarkt charakterisiert.

Gegenwärtig besteht das Dilemma, daß die oberen Bundesbehörden wie UBA, BgVV, RKI und BfS keinen formalen politischen Auftrag zur Risikokommunikation haben. Sie geraten aber, wenn Diskussionen um Risiken eskalieren (z.B. beim BSE-Thema, bei Hoechst-Störfällen 1993, und z.Z. bei der Debatte um die PAK-Belastung in den ehemaligen amerikanischen Hausing-Arealen), in Risikokontroversen.

Jede Erörterung darüber, wie Risikokommunikation verbessert werden kann, erfordert deshalb zu allererst eine politische Entscheidung, ob und wie die oberen Bundesbehörden proaktiv Risikokommunikation betreiben sollen. Wird dies bejaht, so sind in den Institutionen, die diesen Auftrag bekommen, Leitbilder zu entwickeln, die festlegen, welche Aufgaben wie bei der Risikokommunikation zu übernehmen sind (siehe Abb. 15).¹¹

¹¹ Es geht dabei um die Entwicklung von Mission Statements und Richtlinien für die Risikokommunikation.

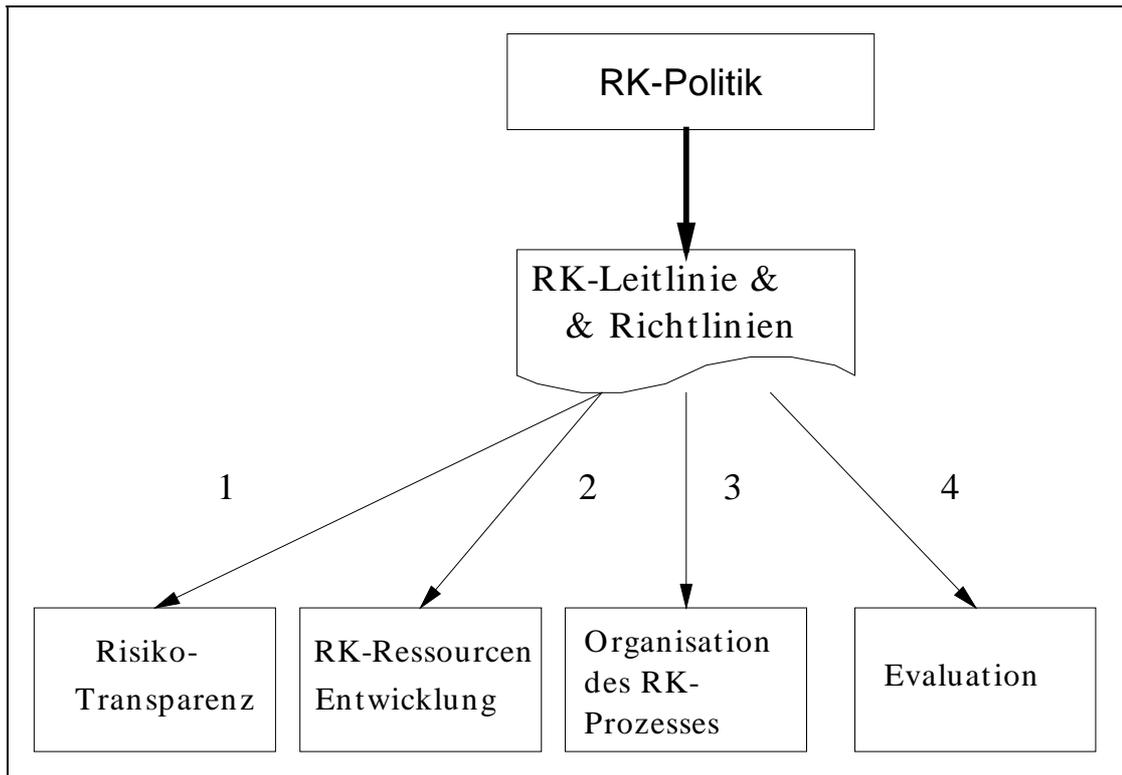


Abb. 15: Leitbildentwicklung für die Risikokommunikation

Mit ① werden Anforderungen an die Bereitstellung von Risikodaten gestellt. Sie betreffen sowohl die vollständige Verfügbarkeit vorhandener Daten als auch die Qualität im Sinne der vollständigen Risikocharakterisierung. Bei ② geht es um die ausreichende Bereitstellung personeller und logistischer Ressourcen. Mit ③ werden Anforderungen an Entwicklung von Risikokommunikationsinhalten (Verständlichkeit, Relevanz, Impact) und die Prozeßgestaltung (Erreichbarkeit, Schnelligkeit, Zwei-Wege-Kommunikation, Fairneß) gestellt und mit ④ Anforderungen an die Organisation von Lernprozessen der Behörden.

Dabei geht es um: (1) Bereitstellung risikobezogener Daten, (2) Entwicklung von Risikokommunikationsressourcen sowie (3) Organisation von Risikokommunikationsprozessen für wesentliche Risikothemen. Je nach Anlaß der Risikokommunikation (siehe dazu Tabelle 13) sind diese Prozesse auf verschiedene Weise zu gestalten. Die Bundesbehörden müssen in Abstimmung mit Gremien, wie z.B. dem LAI, der Strahlenschutzkommission oder der MAK-Kommission definieren, für welche Themen sie Risikokommunikation übernehmen. Erst dann können Überlegungen und Maßnahmen zur Verbesserung von Risikokommunikation abgeleitet werden. Dabei ist von den vorhandenen Kommunikationsproblemen auszugehen (siehe Abb. 16):

- solchen, die aus der Sache erwachsen,
- solchen, die den Umständen und Bedingungen der gesellschaftlichen Kommunikation über Risiken zuzuschreiben sind und
- solchen, die Probleme des Kommunikators sind.

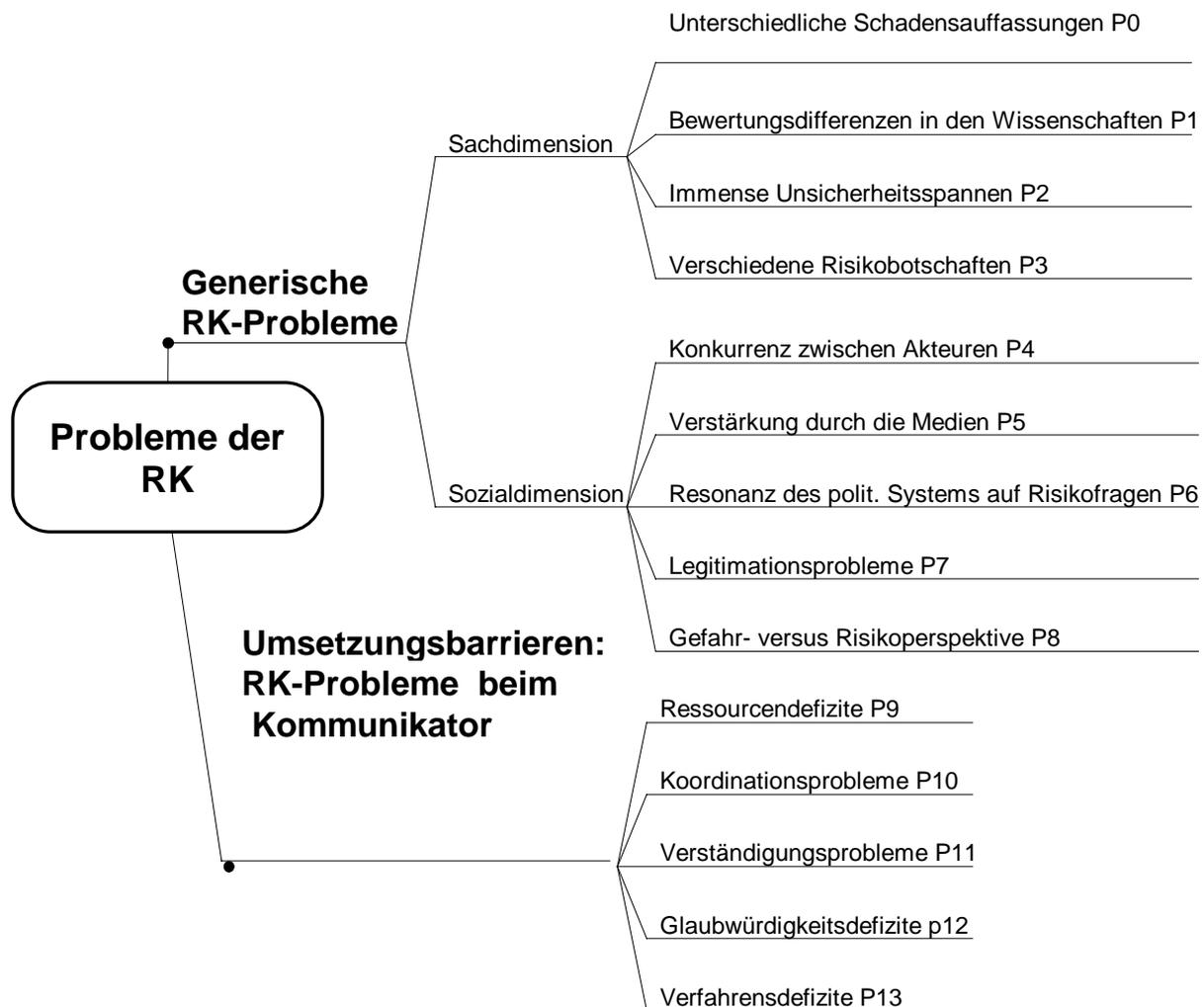


Abb. 16: Risikokommunikationsprobleme

Das **Prozeßverständnis**: Die einschlägige Literatur zeigt, daß die Probleme der Risikokommunikation hinlänglich verstanden sind (siehe Abb. 16).

Sachlich (P0 - P3) trifft Risikokommunikation zuweilen auf immense Unsicherheitsspannen, die zu unterschiedlichen Bewertungen und Interpretationen führen können. Solche Unsicherheiten können aus Meßproblemen, unvollständigen Daten, verschiedenen Modellannahmen und Extrapolationsmöglichkeiten erwachsen. Daraus resultieren Bewertungsdifferenzen unter Wissenschaftlern, die wiederum widersprüchliche Risikobotschaften zum Ergebnis haben können. Weiterhin besteht das Problem unterschiedlicher Schadensdefinitionen. Im Gesundheitsbereich reicht das von der Mortalität über die Morbidität bis zu Beschwerden und Reizungen (siehe dazu Kap. 4.2).

Darüber hinaus bestehen bei der Risikokommunikation soziale oder Beziehungsprobleme (P4 - P8). Die Akteure konkurrieren aufgrund unterschiedlicher Interessen miteinander, die von den Medien verstärkt werden und die aufgrund der Resonanz in der Politik dann zu schiefen, d.h. zwar möglicherweise politisch rationalen, aber ökonomisch oder wissenschaftlich nichtrationalen Entscheidungen und Risikoregulationen führen. Neben psychologischen, d.h. kognitiven, emotionalen und moti-

vationalen spielen soziale Faktoren eine Rolle. Es geht um „Vertrauen in den Risikokontrolleur“ oder „Vertrauen in die Angemessenheit der bestehenden Sicherheitsstandards“. Wynne betont, daß in die Wahrnehmung und Bewertung der Risiken immer die Bewertung der für die Risikokontrolle zuständigen Institutionen einfließt. Empirische Unterstützung findet diese Sichtweise durch die Arbeiten zur sozialen Verstärkung („Social Amplification“ - Ansatz). Sie zeigen, wie individuelle, soziale und kulturelle Faktoren zu einer Verstärkung oder auch Abschwächung der gesellschaftlichen Risikobewertung führen. Einfluß auf die Bewertung haben vor allem die Signalwirkungen des Risikoereignisses, d.h. die Wahrnehmung von zukünftigen Risiken und die vermutete oder wahrgenommene Inkompetenz des Managements. Die Risikowahrnehmung und die Medienberichterstattung über Risiken sind für den gesellschaftlichen Umgang mit einer Risikoquelle äußerst bedeutsam. Sie beeinflussen direkt das Ausmaß und den Umfang gesellschaftlicher Reaktionen. Technische Risikoaspekte, wie die Anzahl der Exponierten sowie die Größe der durch das Schadensereignis betroffenen Region, beeinflussen dagegen die gesellschaftliche Reaktion nur indirekt, eben via Medien und öffentliche Wahrnehmung.

In vielen Fällen besteht ein Legitimationsproblem: Durch welches Verfahren sind Risikoentscheidungen und -zumutungen zu legitimieren: durch Mehrheitsentscheidungen, Expertenurteil, Diskurse oder Gerichtsurteile? Immer wieder zu einem Problem führt auch das Aufeinandertreffen der in Abb. 12 dargestellten unterschiedlichen Risikokonzepte: Was für den einen ein Risiko ist (hier wird abgewogen), bleibt für den anderen eine Gefahr, die zu beseitigen ist.

In eher organisatorischer Sicht (P9 - P13) erwachsen Risikokommunikationsprobleme aus Ressourcenmängeln (Zeit, Personal und Finanzen), aus mangelnden Absprachen zwischen Behörden, aus Verständigungsproblemen zwischen Experten verschiedener Disziplinen, aus Glaubwürdigkeitsproblemen mit der Öffentlichkeit und aus mangelndem Wissen über gute bzw. geeignete Risikokommunikationsverfahren.

Messung des Prozesses: Bislang gibt es noch keine systematische, quantitative und fallbezogene Bewertung von Risikokommunikation(en) in Deutschland, die konkret die Stärken und Schwächen behördlicher Risikokommunikation zeigt. Der Aufbau von Evaluationsverfahren und deren Einsatz ist trotzdem ein notwendiger Schritt, auf den nicht verzichtet werden kann.

Verbesserung des Prozesses: Die Beherrschung und Verbesserung hat sich auf die Erbringung der eigenen Dienstleistung im Prozeß der gesellschaftlichen Risikokommunikation zu beziehen. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß der Prozeß der gesellschaftlichen Risikokommunikation nicht vollständig beherrscht werden kann. Kommunikation, gerade auch Risikokommunikation ist nicht in gleicher Weise optimierbar wie der Herstellungsprozeß eines materiellen Produkts. Kommunikation ist prinzipiell offen und voller Überraschungen. Folgende Punkte sind dabei für BMU und BMG sowie ihre nachgeordneten Bundesoberbehörden wichtig: (1) Strukturelle und institutionelle Verbesserungen, (2) organisatorische Verbesserungen sowie (3) Forschungs- & Entwicklungsprogramme.

4.4.6.1 Organisatorische Verbesserungen

Bei der derzeitigen Ausgangslage sind erfolgversprechende Verbesserungen der staatlichen Risikokommunikation nur durch entsprechende Ressourcenzuweisung oder aber durch Hintanstellen anderer Aufgaben möglich. Andererseits spart "gute" Risikokommunikation auch Ressourcen, indem sie lange frustrane öffentliche Auseinandersetzungen und möglicherweise "unnötige" oder "irrationale" Maßnahmen vermeiden hilft. Zu den erforderlichen Verbesserungen gehören:

- *Entwicklung eines Leitbildes "Risikokommunikation"*
Falls das BMU und das BMG Risikokommunikation als eine obligatorische Dienstaufgabe der oberen Bundesbehörden definieren, besteht der nächste Schritt in der Erarbeitung von Leitbildern für die Risikokommunikation. Festgelegt werden sollten Verantwortlichkeiten, Ziele und Standards zur Qualitätssicherung.
- *Aufbau eines Qualitätsmanagementansatzes für Risikokommunikation der Bundesbehörden*
Notwendig ist ein grundsätzlich evaluierbarer Ansatz, der problembezogen eine "Gute Praxis Risikokommunikation" ermittelt, Stärken/Schwächen der Risikokommunikation in Deutschland erfaßt und entsprechende Entwicklungsziele für obere Bundesbehörden definiert.
- *Aufbau eines Trainee-Programmes "Risikobewertung und Risikokommunikation" für Bundesbehörden*
In den Bundesbehörden sollte ein Trainee-Programm "Risikobewertung und Risikokommunikation" entwickelt werden, das alle mit Risikokommunikation befaßten und neu eingestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter zu durchlaufen haben.
- *Entwicklung und Schaffung eines Frühwarnsystems, das dazu dient, sich anbahnende Risikoprobleme rechtzeitig zu erkennen*
Die Bundesbehörden sollten für gesellschaftliche Risikoprobleme ein professionelles Erkennungs- und Bewertungssystem entwickeln. Die 5-8 wichtigsten gesellschaftlichen Risikothemen sollten systematisch vorausschauend in ihrer Entfaltung erfaßt und fortlaufend bewertet werden. Ein in Analogie übertragbares Bewertungskonzept wurde z.B. kürzlich vom „Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) für globale Umweltrisiken entwickelt.
- *Organisation einer ständigen Konferenz beim Umwelt- und Gesundheitsminister zu Risikofragen*
Der Entwurf eines Umweltgesetzes sieht die Schaffung einer Nationalen Umweltkommission unter Beteiligung verschiedener gesellschaftlicher Gruppen vor. In Analogie bzw. in Zusammenarbeit oder Erweiterung mit dieser geplanten Nationalen Umweltkommission könnte eine Einrichtung geschaffen werden, die den NGO's in Deutschland die Gelegenheit gibt, ihre Ansichten und Vorstellungen zu Risikobewertungen vorzutragen und die so eine Plattform für gegenseitige Information bildet.

- *Durchführung eines Modellprojektes „Partizipative Risikobewertung“*
Um Erfahrungen mit partizipativen Bewertungsverfahren zu sammeln sollte an einem ausgewählten Thema eine Risikoanalyse und -bewertung unter Beteiligung von Bürgern und Bürgerinnen durchgeführt werden. Dabei ist ein „Standardthema“ zu wählen, das eine für künftige Fälle vorausschauende proaktive Bewertung ermöglicht.
- *Zugriff auf Konfliktmittler (Mediatoren) bei Risikokontroversen*
In Zusammenarbeit mit vorhandenen Institutionen (z.B. der Bundesstiftung Umwelt) sind für bundesweite und überregionale Risikodebatten Einrichtungen und Personen zu erfassen, die als Konfliktmittler bei Auseinandersetzungen zwischen Behörden und gesellschaftlichen Gruppen fungieren können. In diesem Zusammenhang wären auch Qualitätskriterien zur Konfliktmoderation zu definieren und entsprechende Ressourcen (Finanzmittel) zur Verfügung zu stellen.
- *Standards für die Evaluation von Risikokommunikation*
Um aus Problemen und Kontroversen zu lernen und um die Praxis der Risikokommunikation zu verbessern, sind einfache Standardverfahren für die Evaluation zu entwickeln, die ohne großen Aufwand in der Praxis umgesetzt werden können.
- Außerdem sollte die Forschung und Entwicklung im Bereich Risikokommunikation gefördert werden (siehe Kap. 4.6).

4.5 Umweltmedizin

4.5.1 Standortbestimmung

Im Rahmen der ärztlichen Weiterbildungsordnung findet eine Differenzierung der Umweltmedizin ihren Niederschlag. So beziehen sich die Weiterbildungsinhalte des *Fachgebietes Hygiene und Umweltmedizin* überwiegend auf die präventivmedizinischen Aspekte der Umweltmedizin (die alte „Umwelthygiene“)¹², während die *Zusatzbezeichnung Umweltmedizin* vorwiegend den klinischen Fachgebieten offensteht. Die jeweils unterschiedliche Schwerpunktsetzung hat oft auch ein unterschiedliches Verständnis von Umweltmedizin bei den verschiedenen ärztlichen Berufsgruppen zur Folge. Die Weiterbildungsordnung erscheint hier im übrigen inkonsistent, da der Begriff „Umweltmedizin“ in zwei verschiedenen Wortbedeutungen verwendet wird, nämlich zum einen einmal im Sinne der individualmedizinisch-klinisch orientierten Zusatzbezeichnung und zum anderen mit bevölkerungsmedizinischer Akzentuierung unter Bezug auf das Fach Hygiene und Umweltmedizin. Der gleiche Begriff wird also für unterschiedliche Sachverhalte benutzt. So nebensächlich dieser Umstand erscheinen mag, so mannigfache Verständigungsprobleme und Mißverständnisse bringt er doch im Hinblick auf das „Verständnis von Umweltmedizin“ mit sich. Dem interdisziplinären Cha-

¹² Unbenommen davon, daß auch an einigen universitären Hygieneinstituten in den letzten Jahren individualmedizinisch ausgerichtete „Ambulanzen“ eingerichtet wurden, kann ein Primat der Hygiene in der individualmedizinisch-„klinischen“ Umweltmedizin weder historisch noch inhaltlich begründet werden. In der klassischen Hygiene ist und war immer der bevölkerungsmedizinisch-präventive Ansatz prägend.

rakter des Faches entsprechend, sind im Bereich der Umweltmedizin auch viele Natur- und Sozialwissenschaftler tätig.

4.5.2 Methodisches Instrumentarium der Umweltmedizin [s.a. 2.3]

Die Umweltmedizin bedient sich der Umwelttoxikologie, der Umweltepidemiologie und der Erkenntnisse, die sie aus dem Studium von Einzelfällen "Umweltkranker" gewinnt. Sowohl die Umwelttoxikologie als auch die Umweltepidemiologie sind - so wichtig ihr Beitrag für die umweltmedizinische Forschung und Praxis ist - allein nicht geeignet, die komplexen, von vielen verschiedenen Faktoren abhängigen Ursache-Wirkungsbeziehungen in der Umweltmedizin angemessen zu erfassen. Hier bietet der *individualmedizinische Zugang* ergänzend Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung, die systematischer als bisher genutzt werden sollten. In der klinischen Umweltmedizin kann die „Exploration des einzelnen Falles“ sehr viel detaillierter erfolgen als in der Epidemiologie, allerdings limitiert die Einzelfallbetrachtung aber auch grundsätzlich die Verallgemeinerbarkeit. Dies gilt insbesondere, wenn nur spärliche oder unsichere Kenntnisse zur Ätiologie, Pathogenese und Klinik vorliegen. Eben diese Situation ist in der praktisch-klinischen Umweltmedizin in aller Regel mehr noch als in der Arbeitsmedizin gegeben. Schon dort erweist sich trotz höherer und eindeutigerer Belastungen die Kausalitätsfrage oft als strittig. Es muß betont werden, daß in der Medizin sichere Aussagen über Kausalbeziehungen eher die Ausnahme sind und solche Aussagen in der Regel nur mehr oder weniger wahrscheinlich oder plausibel gemacht werden können. Obwohl sich in diesem Punkt die Umweltmedizin nur quantitativ von den meisten anderen medizinischen Disziplinen unterscheidet, geht die Fragwürdigkeit des Kausalzusammenhangs an die Substanz dieses Fachgebietes, das sich ja gerade der Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen Umweltfaktoren und Gesundheitsstörungen verpflichtet fühlt.

Eine fundierte Diagnostik für Patienten, die sich durch bestimmte Umweltbelastungen gesundheitlich beeinträchtigt fühlen, kann nur im etablierten und vernetzten medizinischen Versorgungssystem (niedergelassene Ärzte und Kliniken) geleistet werden. Sollten sich begründete Anhaltspunkte für eine umweltmedizinische Problemstellung ergeben, so kann ergänzend zur allgemeinen medizinischen Differentialdiagnose eine spezielle umweltmedizinische Abklärung erforderlich sein. Diese erstreckt sich in erster Linie auf die folgenden Aspekte:

- Expositionsabschätzung auf der Basis einer umweltmedizinischen Anamnese, einer Ortsbegehung und Umgebungsuntersuchung;
- Abschätzung der inneren Exposition durch umweltmedizinisches Biomonitoring;
- Karenz-, Reexpositionen- und Provokationsversuche;
- toxikologische Beurteilung eines festgestellten Expositionsfaktors;
- Beurteilung der Symptome und Befunde im Hinblick auf die vermutete oder festgestellte Exposition.

Der Umweltmediziner kann bei der Patientenversorgung eine Risikoabschätzung vornehmen und sich in einem die individuelle Risikosituation erläuternden Gespräch mit dem Patienten mit seinen Befürchtungen fachlich kompetent auseinandersetzen. Er leistet dabei einen wesentlichen Beitrag bei der Behandlung umweltassoziierter Gesundheitsbeeinträchtigungen. Wissenschaftlich gesicherte umwelt-

medizinische Diagnosen sind bei der aktuellen Umweltbelastung in Deutschland derzeit sicher die Ausnahme. Ein spezifisches Klientel der Umweltmedizin bilden Patienten mit chronisch rezidivierenden Symptomen, die Einwirkungen von Umweltfaktoren zugeschrieben werden. Ob hierfür eine eigenständige umweltmedizinische symptombeschreibende als pathogenetisch begründete Diagnosen z.B. multiple chemische Empfindlichkeit (MCS) gerechtfertigt ist, ist wissenschaftlich umstritten.

Ähnlich wie mit der Diagnostik verhält es sich mit spezifischen umweltmedizinischen Therapieansätzen. Abgesehen von der probeweisen Expositionsminderung oder -karenz kann die Umweltmedizin bisher nicht mit wissenschaftlich gesicherten Therapieformen aufwarten. Um so breiter ist das alternativmedizinische Behandlungsangebot.

So gesehen kann die wissenschaftlich begründete individualmedizinische Umweltmedizin nur in ausgewählten Fällen konkrete Beiträge zur medizinischen Versorgung von Patienten leisten. Unter "Public-Health"-Aspekten dagegen leistet die Umweltmedizin wichtige Beiträge zur Abschätzung umweltbedingter Gesundheitsrisiken.

Den umweltmedizinischen Wirkungsuntersuchungen sind in einzelfallanalytischer, wie in gruppen-diagnostischer und epidemiologischer Hinsicht enge Grenzen gesetzt. Subklinische Effektbio-marker eignen sich bislang kaum für umweltmedizinische Zwecke, da sie oft unspezifisch sind und meist erst bei höherer Belastung ein signifikantes Ergebnis liefern. Hinzu kommt, daß:

- viele Zusammenhangshypothesen (Ursache-Wirkungs-Hypothesen) unzureichend ätiologisch plausibel und
- die unspezifischen und polysomatischen Beschwerden bzw. Befindlichkeitsstörungen, die auch in nicht spezifisch belasteten Bevölkerungsgruppen relativ häufig vorkommen, in ihrer Ätiologie und Wertigkeit schwer einschätzbar sind.

Obwohl umweltmedizinische Wirkungsuntersuchungen aufgrund methodischer Grenzen oft von fraglichem Nutzen sind, werden sie von Initiativgruppen Betroffener, engagierten Ärzten, den öffentlichen Medien, Politikern und den an Aufträgen interessierten Instituten und Laboratorien immer wieder gefordert. Die Erwartungen, die in solche Untersuchungen gesetzt werden, gehen oft weit über die Erkenntnismöglichkeiten hinaus. Im Einzelfall sollte daher genauer überlegt werden, inwieweit die aufgeworfenen Fragen mit der avisierten Untersuchung überhaupt beantwortet werden können.

In Anbetracht großer Besorgnis und auf ausdrücklichen Wunsch der Betroffenen können und sollen dennoch kleinere umweltepidemiologische Untersuchungen durchgeführt werden, wenn den Betroffenen im vorab die methodischen Möglichkeiten und Grenzen dargelegt werden (s. hierzu auch den Bericht der gemeinsamen Arbeitsgruppe des Länderausschusses für Immissionsschutz und des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB, 1993). Die Daten und Ergebnisse sind dabei so zu dokumentieren, daß sie bei ähnlich gelagerten Fällen herangezogen werden können und sich dadurch ggf. weitere Untersuchungen vermeiden lassen. Hilfreich wäre hier die Entwicklung standardisierter Erhebungsinstrumente um Meta-Analysen zu ermöglichen. Womöglich läßt sich durch derartige kleine Gruppenuntersuchungen auch der Prozeß der Risikokommunikation transparenter gestalten

(Beispiele: Schwermetall- oder Dioxinbelastung bei Kleingarten-Nutzern; PCB-Belastung bei Nutzern kontaminierter Räume).

4.5.3 Probleme der Qualitätssicherung [s.a. 2.2]

Gerade in einem sich neu entwickelnden Fachgebiet wie der Umweltmedizin ist Qualitätssicherung von eminenter Bedeutung. Mangelnde Qualitätssicherung im Bereich der Umweltmedizin ist inzwischen zu einem beträchtlichen Problem geworden. An den folgenden Beispielen wird dies deutlich.

Umweltmedizinische Umgebungsuntersuchungen erfordern eine klare, am Beschwerdebild und der Anamnese orientierte Indikationsstellung. Umweltmedizinischer Sachverstand und Erfahrung ist für die Durchführung von Ortsbegehungen, Probenahme, Messung der Schadstoffe, Dokumentation und Ergebnisinterpretation unverzichtbar, eine effektive Qualitätssicherung unumgänglich. Mittlerweile drängen zahlreiche unzureichend qualifizierte „Umweltmedizinische Beratungsbüros“ und (mobile) „Umweltambulanzen“ mit einem breiten und vielversprechenden Angebot auf den Markt. Nicht selten wird bereits durch die Bezeichnung dieser Einrichtungen und das offerierte Leistungsspektrum eine medizinische Kompetenz vorgetäuscht, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Eine ausreichende umweltmedizinische Qualitätssicherung ist bei diesen Angeboten meist nicht gewährleistet.

Die Qualitätssicherungsbemühungen im Bereich der umweltmedizinischen Umgebungsuntersuchungen vollziehen sich unkoordiniert in verschiedenen Arbeitsgruppen, Ausschüssen, Fachgesellschaften und Institutionen. Eine bessere Abstimmung erscheint dringend erforderlich. Ähnliche Verhältnisse herrschen beim sog. Biomonitoring, d. h. bei der Untersuchung von Fremdstoffen und deren Metaboliten, bzw. von Wirkungsindikatoren (z. B. von DNA- und Proteinaddukten) in biologischem Material. Anders als in der konventionellen klinischen Chemie handelt es sich bei der Analyse von Umweltschadstoffen um Spuren- oder Ultraspurenanalytik mit den ihr eigenen analytischen Unsicherheiten. Nur ein kleiner Teil der Laboratorien nimmt offenbar regelmäßig an qualifizierten Ringversuchen teil, und nur etwa zwei Drittel der teilnehmenden Einrichtungen erhält ein Zertifikat. Bezeichnenderweise waren bei einer kürzlich durchgeführten Laborvergleichsuntersuchung mit realen Proben die Ergebnisse wegen Befundunterschieden um das bis zu Siebenfache zwischen den beteiligten Labors nicht verwertbar. Dennoch wird mit derartig unzureichend qualitätsgesicherten Befunden in der ärztlichen Praxis gearbeitet. Hinzu kommt, daß neben den im Prinzip wissenschaftlich akzeptierten, wenn auch in der Ausführung häufig mangelhaft qualitätsgesicherten Verfahren, eine Vielzahl in ihrer Aussagekraft wissenschaftlich nicht abgesicherter Methoden (z. B. Quecksilberbestimmung im Speichel oder im Urin nach Mobilisation durch einen Komplexbildner) und ein kaum überschaubares alternativmedizinisches Angebot zur Bestimmung korporaler Schadstoffbelastungen existiert.

Neben der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin (DGAUM) hat sich in letzter Zeit die Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes um eine Qualitätssicherung des umweltmedizinischen Biomonitorings bemüht. Außerdem gibt es diverse regionale und lokale Initiativen, z. B. den Arbeitskreis „Analytische Qualitätssicherung (AQS) Human-Biomonitoring“ in Baden-Württemberg. Eine bundesweite Koordination dieser Bemühungen fehlt allerdings bis heute.

Das hier für die Fremdstoffanalytik Erwähnte gilt noch viel weitergehend für bestimmte diagnostische Methoden und Verfahren, die im Rahmen der praktizierten Umweltmedizin zur Anwendung kommen. Das Spektrum reicht von zwar wissenschaftlich etablierten aber ungenügend standardisierten und in ihrer klinischen Relevanz unzureichend bewerteten Verfahren, wie z. B. bestimmten immunologischen Funktionstesten, bis zu aufwendigen apparativen Verfahren, etwa der SPECT-Diagnostik bei neurotoxikologischen Fragestellungen. Die hier auftretenden Probleme der Qualitätssicherung betreffen vor allem die Indikationsstellung für solche Untersuchungen und die Befundinterpretation.

Mehr noch als in anderen medizinischen Fachgebieten, werden in der „umweltmedizinischen Diagnostik“ häufig unkonventionelle Methoden der alternativen Medizin (z.B. Bioresonanz, Elektroakupunktur nach Voll, Kinesiologie...) angewandt, deren Wirksamkeit z.T. nicht belegt werden konnte, z.T. noch nicht überprüft worden ist. Entsprechend verhält es sich mit vielen in der praktischen Umweltmedizin angewandten therapeutischen Ansätzen, die als Neutralisations-, Entgiftungs- oder Ausleitverfahren den Patienten offeriert werden. Hier ist eine bessere Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlich-umweltmedizinischen Instituten, den Medizinischen Diensten der Krankenkassen, dem zuständigen Richtlinien-Ausschuß der Ärzte und Krankenkassen und einschlägigen Fachgesellschaften zu fordern, um offensichtliche Auswüchse zu unterbinden. Dies könnte z.B. durch Verweis der Patienten an umweltmedizinische Referenzzentren (wie z.B. das Hessische Zentrum für Klinische Umweltmedizin in Gießen) und durch institutionelle Förderung solcher Einrichtungen geschehen.

Für den deutschsprachigen Raum bemühen sich die Arbeitsgemeinschaft der umweltmedizinischen Ambulanzen und Praxen und die Internationale Gesellschaft für Umweltmedizin (ISEM) um eine Verbesserung der Qualität umweltmedizinischer Tätigkeit. Beide veranstalten regelmäßig Treffen zum Austausch von Erfahrungen und zur Harmonisierung von umweltmedizinischen Methoden und Verfahren. Allerdings haben diese Bemühungen bisher nicht zur Ausarbeitung z.B. eines einheitlichen Anamnesefragebogens und zu in schriftlicher Form ausgearbeiteten Standards und Einheitsverfahren geführt. Auf regionaler Ebene bemühen sich vielerorts umweltmedizinische Qualitätszirkel um den Erfahrungsaustausch und die Hebung der Qualitätsstandards

Insgesamt ist auf dem Gebiet der umweltmedizinischen Qualitätssicherung eine größtenteils unabgestimmte Entwicklung in den verschiedensten Institutionen bzw. auf regionaler Ebene, in den Bundesländern und auf Bundesebene zu verzeichnen. Es fehlt eine hinlängliche Erfassung und fachöffentliche Darstellung dieser Aktivitäten sowie deren angemessene Gesamtkoordination. Außerdem muß die Überprüfung und Vereinheitlichung der Methoden weiter vorangetrieben werden.

Medizinische Qualitätssicherung ist primär Aufgabe der Ärztekammern, der Selbstverwaltungspartner, der wissenschaftlichen Fachgesellschaften und der Leistungserbringer. Aus Gründen des öffentlichen Interesses und wegen der aus den Ergebnissen der Umweltmedizin möglicherweise für die Gesamtgesellschaft resultierenden Folgen ist es gleichwohl sinnvoll, eine Initiative hierzu von Seiten der wissenschaftlichen Bundesoberbehörden zu ergreifen.

Zu diesem Zweck ist geplant, im Robert Koch-Institut (RKI) eine *Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für umweltmedizinische Methoden* (ZEBUM) einzurichten. Zu deren Unterstützung wird

bereits im Vorgriff eine umweltmedizinische Methodendatenbank als Komponente des Umweltmedizinischen Informationssystems (UMIS) mit Mitteln des BMG aufgebaut. Außerdem wird seitens des Robert Koch-Instituts die Einberufung einer *Kommission für umweltmedizinische Qualitätssicherung* unter Beteiligung der relevanten Fachgesellschaften und Institutionen (einschließlich Ärztekammern und Kassenärztlichen Vereinigungen) erwogen. Auf diese Weise soll den divergierenden Entwicklungen entgegengewirkt und zu einer Bündelung und Transparenz der Qualitätssicherung auf dem Gebiet der Umweltmedizin beigetragen werden. Auch in den wissenschaftlichen Bundesoberbehörden ist im Hinblick auf umweltmedizinische Arbeitsschwerpunkte und Zuständigkeiten die Koordination und Kooperation zu verbessern. Zusätzlich ist die Einrichtung und Förderung von entsprechenden Referenzzentren an Universitätskliniken zu fordern.

4.5.4 Organisationsformen der Umweltmedizin

Das Aufgabengebiet der Umweltmedizin erstreckt sich von der Wissenschaft und Forschung über den Bereich der Aus-, Fort- und Weiterbildung bis zur praktischen Anwendung und Umsetzung umweltmedizinischer Erkenntnisse im Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie in der medizinischen Versorgung der Bevölkerung. Dementsprechend sind z. B. so verschiedene Institutionen eingebunden wie:

- Universitäten und andere Forschungseinrichtungen,
- wissenschaftliche Fachgesellschaften (z.B. die Gesellschaft für Hygiene und Umweltmedizin, die Internationale Gesellschaft für Umweltmedizin - ISEM, Interdisziplinäre Gesellschaft für Umweltmedizin - IGUMED),
- Berufsverbände,
- Ausbildungs-, Fortbildungs- und Weiterbildungsstätten,
- Umwelt- und Gesundheitsämter bzw. der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD),
- staatliche Untersuchungsanstalten und die zuständigen wissenschaftlichen Einrichtungen des Bundes,
- die zuständigen Bundes- und Landesministerien,
- Beratungsstellen, Ambulanzen, Praxen und Kliniken im „non profit“-Bereich,
- privatwirtschaftliche Beratungsbüros, Laboratorien, Institute und Kliniken,
- Verbände, Vereine, Selbsthilfegruppen (sog. NGOs) und die öffentlichen Medien sowie die Öffentlichkeit insgesamt.

4.5.5 Strukturelle Anbindung der „Klinischen Umweltmedizin“

Auf die begrenzten Möglichkeiten der patientenbezogenen Umweltmedizin wurde mehrfach hingewiesen. Jegliches Untersuchungs- und Beratungsangebot - soweit durch öffentliche Mittel gefördert - sollte deshalb in ein Qualitätssicherungs- und Evaluationskonzept eingebunden sein. Darüber hinaus sind wissenschaftlich begleitete Modellprojekte auf diesem Sektor dringend erforderlich, um die Chancen und Grenzen bzw. den Nutzen und die Kosten der "Klinischen Umweltmedizin" besser einschätzen zu können. Dem Problem unlauterer Anbieter wird man auf Dauer vermutlich nur durch wissenschaftliche Fakten, durch hartnäckige Qualitätssicherungsanforderungen und - nicht zuletzt - durch nachhaltige Präventionsanstrengungen im Bereich des Umwelt- und Verbraucherschutzes beikommen.

Von allen Ärztinnen und Ärzten ist zu fordern, daß sie bei der Betreuung ihrer Patienten auch Aspekte der Wechselwirkung zwischen Umwelt und Gesundheit angemessen berücksichtigen, so wie dies ja beispielsweise auch hinsichtlich der arbeitsmedizinischen, sozialmedizinischen und psychosomatischen Belange gilt. Insofern gehört Basiswissen in Umweltmedizin in die Curricula der Medizinischen Ausbildung. Natürlich wird man von den behandelnden Ärzten nicht erwarten, daß sie im Bereich der Umweltmedizin eingehend weitergebildet sind bzw. die Zusatzbezeichnung erworben haben, ebensowenig wie man von ihnen eine Weiterbildung in Arbeitsmedizin, Sozialmedizin oder psychosomatischer Medizin erwartet (sondern lediglich eine entsprechende Ausbildung während des Studiums). Es liegt in der ärztlichen Verantwortung, im gegebenen Fall einen speziell weitergebildeten Umweltmediziner zu konsultieren.

Ob alle niedergelassenen Ärztinnen und Ärzte, die inzwischen die Zusatzbezeichnung Umweltmedizin erworben haben, eine entsprechende konsiliarische Beratung leisten können, ist fraglich. Zwar haben sie formal eine entsprechende Qualifikation erworben, ob sie aber faktisch zu einer angemessenen Betreuung umweltmedizinischer Patienten in der Lage sind, muß bezweifelt werden. Für diese verhaltene Einschätzung spricht:

- Eine im Rahmen der Übergangsvorschriften bisher eher flüchtige umweltmedizinische (Kurs)-Weiterbildung,
- die begrenzte technische Untersuchungsmöglichkeiten (der Rückgriff auf kommerzielle Umweltmobile löst dieses Problem nur scheinbar),
- der hohe Zeitbedarf pro Fall durch die erforderlichen umfangreichen Recherchen und ausführlichen umweltzentrierten Anamneseerhebungen (bei nicht aufwandsgerechter Honorierung),
- die bisher eher beschränkten diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten der Umweltmedizin.

Expertenkreise äußern sich skeptisch zu der Frage, ob eine überwiegend umweltmedizinisch ausgerichtete Kassenarzt-Praxis gleichzeitig seriös und wirtschaftlich arbeiten könnte. Wegen des hohen Zeitaufwandes für den Einzelfall könne die Kassenarzt-Praxis im Grunde nur eine geringe Zahl nach umweltmedizinischen Prinzipien zu betreuenden Patienten wirtschaftlich „verkraften“. Geringe Patientenzahlen kollidieren aber wiederum mit der Forderung nach ausreichender Erfahrung und Untersuchungskapazität. Dementsprechend richtet sich die Kritik von Fachexperten gegen das Konzept, ein umweltmedizinisches Konsiliarsystem *ausschließlich* im niedergelassenen Bereich mit überwiegend selbständig arbeitenden Facharztpraxen anzusiedeln, verbunden mit der Auffassung, die patientenbezogene Umweltmedizin gehöre in ihrer fachärztlichen Ausprägung am ehesten an regionale, im Verbund organisierte umweltmedizinische Zentren. Kristallisationskern könne z. B. eine von der öffentlichen Hand mindestens teilweise finanzierte Einrichtung, z.B. eine umweltmedizinische Ambulanz an einem Forschungsinstitut oder an einer Universitätsklinik sein. Welches klinische Fach hierbei die Leitfunktion/Koordinationsfunktion übernimmt, ist zweitrangig und hängt überwiegend von den lokalen Gegebenheiten ab. Wie die Erfahrung an einigen Zentren zeigt, ist es aber von Vorteil, wenn die Leitungsfunktion bei Personen oder Einrichtungen liegt, die sich der somatischen Umweltmedizin verpflichtet fühlen, da ansonsten leicht der Umweltkontext aus dem Auge verloren wird oder eine ungerechtfertigte „Psychiatisierung“ entsprechender Patienten stattfindet. Wichtig ist auf jeden Fall ,

daß eine reibungslose Mitarbeit anderer relevanter Einrichtungen in der Region sichergestellt wird, so daß der maßgebliche Sachverstand in einem Verbund oder „Zentrum“ organisiert ist. Zur Verbesserung der umweltmedizinischen Rahmenbedingungen könnte der Aufbau eines gemeinsamen überregionalen Forschungsverbundes beitragen. Ferner könnte die Kooperation zwischen verschiedenen umweltmedizinisch relevanten Fachdisziplinen grundsätzlich auch vom Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD), dessen Aufgaben- und Verantwortungsbereich vielfältige Bezüge zur Umweltmedizin aufweist, übernommen werden.

Allerdings ist der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD) weder personell noch technisch für die individualmedizinische Betreuung im Sinne der medizinischen Diagnostik und Therapie konzipiert und ausgestattet, wenn er auch in der Vergangenheit diesbezüglich subsidiär tätig geworden ist, soweit ein öffentliches Interesse hierfür bestand. Die einschlägigen Bemühungen um die Einrichtung umweltmedizinischer Beratungsstellen oder „Ambulanzen“ im Rahmen des ÖGD sind auch unter diesem Aspekt zu werten. Der öffentliche Gesundheitsdienst setzt sich seit jeher im Rahmen der präventiven, bevölkerungsbezogenen Umweltmedizin bzw. Umwelthygiene mit Auswirkungen von Umweltfaktoren auf die menschliche Gesundheit auseinander und verfügt hierbei über eine jahrzehntelange Erfahrung. Die Rolle des ÖGD in diesem weiten Aufgabenfeld wird in einer Entschließung der 57. GMK zur „Umwelthygiene im öffentlichen Gesundheitsdienst“ ausführlich dargelegt. Ziel der Umwelthygiene ist es danach ganz allgemein, gesundheitsgefährdende Umwelteinflüsse zu erkennen, zu beschreiben, gegebenenfalls nachteilige Einflüsse zu verhindern oder zu beseitigen und Kenntnisse und Verhaltensweisen zur Nutzung förderlicher und Vermeidung schädlicher Umwelteinflüsse zu erarbeiten und zu vermitteln. Eine klare Trennung zwischen diesen Aufgaben und der Umweltmedizin besteht nicht, wenn auch die Schwerpunkte - eher bevölkerungsbezogen bei der Umwelthygiene und eher individualmedizinisch bei der Umweltmedizin - unterschiedlich gesetzt sind. Beiden Bereichen ist die interdisziplinäre Sicht und Herangehensweise eigen. Individuelle Umweltmedizin ist auf bevölkerungsbezogen erhobene Erkenntnisse angewiesen, ebenso wie umgekehrt Erfahrungen an einzelnen Erkrankten wichtige Hinweise für den präventiven Gesundheitsschutz geben.

Der bevölkerungsbezogene, dem Gemeinwohl verpflichtete Aspekt der Umweltmedizin, läßt sich nicht immer und ohne weiteres von der individualmedizinischen Umweltmedizin trennen. Der ÖGD wurde in der Wahrnehmung der Öffentlichkeit durchwegs als erster Adressat für das Vorbringen umweltbezogener Gesundheitsbeeinträchtigungen angesehen. Dem ÖGD wird aus Sicht des Bürgers einerseits die fachliche Kompetenz für die Erkennung umweltmedizinischer Probleme, andererseits die Fähigkeit zur Beseitigung der vermuteten Ursache zugetraut. Wegen der hohen öffentlichen Aufmerksamkeit für den Problembereich „Umwelt und Gesundheit“ muß der ÖGD ein großes Interesse an einer hohen Qualität der Umweltmedizin haben. Er ist außerdem aufgerufen, seine langjährigen Erfahrungen auf diesem Gebiet aktiv einzubringen. Aufgrund seiner interdisziplinären Kompetenz bietet sich an und ist z.T. in den Ländern schon Praxis, daß der ÖGD individualmedizinisch in der Umweltmedizin tätig wird, die Entwicklung in der Umweltmedizin begleitet, steuert, dokumentiert, evaluiert und Qualitätszirkel sowie interdisziplinäre umweltmedizinische Arbeitskreise initiiert und gegebenenfalls federführend betreut.

In Fachkreisen wird die Forderung nach neuen und intensivierten Kooperationsformen zwischen dem ÖGD und der niedergelassenen Ärzteschaft erhoben, wofür folgende Argumente angeführt werden:

- Gerade der öffentliche Gesundheitsdienst verfügt über die interdisziplinäre Arbeitsweise und Kontakte, um die für eine erfolgreiche Umweltmedizin notwendige Schnittstellenfunktion auszufüllen.
- Der niedergelassene Arzt oder eine universitäre Einrichtung wird nur in Ausnahmefällen über Kenntnisse der lokalen Umweltexpositionen verfügen, um daraus umweltmedizinische Ursachen-Wirkungs-Hinweise für die von seinen Patienten beklagten Symptome abzuleiten. Der ÖGD hingegen verfügt zusätzlich über gute Kontakte zu anderen staatlichen oder kommunalen Dienststellen (Umweltschutzbehörden, Bauaufsicht, Gewerbeaufsicht, Lebensmitteluntersuchungsstellen), um die zur Beurteilung des Einzelfalls erforderlichen Informationen abzurufen bzw. um nach Feststellung einer Ursachen/Wirkung-Kette gegebenenfalls Abhilfemaßnahmen zu veranlassen.
- Der öffentliche Gesundheitsdienst muß aus bevölkerungsmedizinischen Gründen daran interessiert sein, kontinuierlich die gesundheitliche Relevanz von Umweltbedingungen zu beobachten. Er muß möglichst frühzeitig auf gesundheitliche Probleme, die sich durch spezifische Belastungen anbahnen, aufmerksam werden und den öffentlich-rechtlichen Handlungsbedarf prüfen. Die umweltmedizinische Beratungstätigkeit kann dabei eine wichtige Sentinell-(Wächter-) funktion erfüllen.
- Bei der umweltmedizinischen Beratungstätigkeit stellt sich häufig die Frage, inwieweit die gesundheitliche Belastung des/der betreffenden Patienten/in durch eine Umwelttoxine durch behördliche Auflagen und Eingriffe vermindert oder beseitigt werden kann. Der ÖGD wäre schlecht beraten, die Expertise, die die Grundlage für solche Entscheidungen über öffentlich zu vertretende und zu bezahlende Maßnahmen ist, der niedergelassenen Ärzteschaft oder einer wissenschaftlichen Forschungseinrichtung zu überlassen.
- Einbindung in eine individualmedizinische Beratungstätigkeit ist auch für den bevölkerungsmedizinischen Aufgabenbereich von erheblichem Nutzen. Gerade ein in der praktisch-klinischen Umweltmedizin erfahrener Arzt kann die Notwendigkeit z.B. einer Sanierungsmaßnahme abschätzen und den gesundheitlichen Gewinn gegen andere schutzwürdige Rechtsgüter abwägen und darüber mit den Betroffenen kommunizieren.
- Die individualmedizinische Umweltmedizin erfordert, über eine rein ärztliche Kompetenz hinaus, interdisziplinär begründetes naturwissenschaftlich-technisches, aber auch sozialwissenschaftliches Fachwissen, das dem niedergelassenen Arzt nur selten, dem ÖGD dagegen sehr wohl zur Verfügung steht.
- Der ÖGD hat notwendigerweise ein hohes Interesse an einer Weiterentwicklung und Standardisierung von umweltmedizinischen Methoden. Darüber hinaus muß die umweltmedizinische Qualifikation der Mitarbeiter des ÖGD entwickelt und erhalten werden. Hierzu ist ein ständiger Kontakt mit der praktischen Umweltmedizin unabdingbar.

Der öffentliche Gesundheitsdienst hält zur Erfüllung seiner bevölkerungsbezogenen umweltmedizinischen Aufgaben entweder selbst eine hochqualifizierte Laborkapazität zur Bestimmung von Schadstoffen in Umweltmedien und Körperbestandteilen (Blut, Urin, Haaren etc.) vor, oder er hat aufgrund seiner bevölkerungsmedizinischen Aufgaben die entsprechenden Kenntnisse über und Erfahrungen mit der Nutzung entsprechender Kapazitäten an wissenschaftlichen Einrichtungen. Die hier über Jahre gewonnenen Erfahrungen weisen dem ÖGD und seinen diesbezüglichen Einrichtungen eine wichtige Funktion bei der Standardisierung und Qualitätsüberwachung der hochentwickelten chemischen Analytik in der Umweltmedizin zu. Er muß in eigenem Interesse dafür sorgen, daß für die Interpreta-

tion der Meßergebnisse ausreichend validierte Beurteilungsmaßstäbe (Grenz-, Richt-, Referenzwerte) und Verfahren zur Objektivierung behaupteter Belastungen zur Verfügung stehen.

Innerhalb des ÖGD müssen Strukturen geschaffen werden, die der Problemerkennung vor Ort sowie einer effektiven Problemaufarbeitung dienen. Sofern nicht nur eine lokale oder individuelle Problemlage besteht, sondern allgemeine Interessen berührt sind (so z. B. im Produkt- und Konsumbereich) müssen die zuständigen Landes- und Bundeseinrichtungen eingebunden werden. Hierzu bedarf es effizienterer Vernetzungen zwischen den verschiedenen Ebenen und Einrichtungen.

Ein weiteres Diskussionsfeld bildet die kassenärztliche Vergütung umweltmedizinischer Leistungen. Niedergelassene Ärzte kritisieren das Fehlen angemessener Vergütungsgrundlagen. Der kürzlich von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung veröffentlichte Katalog zu den sogenannten Individuellen Gesundheitseinzelleistungen (IGEL-Papier der KBV) enthält eine Reihe umweltmedizinischer Leistungen, die von den Patienten privat bezahlt werden sollen. Jedoch wird die Aufnahme einiger dieser Leistungen in den Leistungskatalog diskutiert, insbesondere die umweltmedizinische Erst- und Folgeanamnese, die eingehende umweltmedizinische Beratung und das umweltmedizinische Biomonitoring. Es wäre nicht hinzunehmen, wenn in diesem Katalog aufgeführte Leistungen, wie umweltmedizinische Erst- und Folgeanamnese, eingehende umweltmedizinische Beratung, umweltmedizinische Wohnraumbegehung, Schadstoffmessung, Biomonitoring, Feststellung eines umweltmedizinisch begründeten Behandlungskonzeptes und Gutachten grundsätzlich aus dem Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherung herausgenommen würden. Dies würde sich mittel- und langfristig negativ auf die Qualität der umweltmedizinischen Betreuung der Versicherten auswirken. Andererseits müßten Abrechnungsmodalitäten an Qualitätskriterien gebunden sein, die über die Verfahren der Abrechnung in der Praxis dann auch besser durchgesetzt werden könnten.

Im folgenden werden zwei häufig vertretene Positionen dargestellt:

- Eine angemessene Vergütung der in der umweltmedizinischen Praxis erbrachten Leistungen erfolgt nur vereinzelt durch vertragliche Vereinbarungen zwischen den Kassenärztlichen Vereinigungen und den Krankenkassen auf regionaler Ebene. Bundesweit ist jedoch eine einheitliche Vergütung der zeitaufwendigen umweltmedizinischen ärztlichen Leistungen nicht in Sicht. Dies wird sich mittel- und langfristig negativ auf die Qualität der umweltmedizinischen Betreuung der Versicherten auswirken. Änderungen des ärztlichen Leistungskataloges (Gebührenordnung) sind daher anzustreben.
- Die wissenschaftliche Basis der klinischen Umweltmedizin ist noch sehr schmal, die Methoden und Indikationsstellungen sind häufig umstritten; der Nutzen klinisch-umweltmedizinischer Maßnahmen ist oft nicht hinreichend belegt. Die Krankenkassen sind daher nur sehr bedingt gefordert. Angesichts des zugleich hohen Beratungs- und Untersuchungsaufwandes stellt sich die Frage, ob die Kosten für umweltmedizinische Leistungen - sofern keine klare medizinische Indikation besteht - nicht von den inanspruchnehmenden Personen getragen werden sollten.

Die weitere Entwicklung auf diesem Gebiet wird dem Erkenntnisfortschritt und der zunehmenden Erfahrung mit der praktischen Anwendung umweltmedizinischer Verfahren folgen. Im übrigen gelten für die Umweltmedizin dieselben Grundsätze wie für etablierte medizinische Fachrichtungen: der

Gesetzgeber hat die Beurteilung von Untersuchungs- oder Behandlungsmethoden auf die Selbstverwaltung der Ärzte und Krankenkassen übertragen. Neue Untersuchungs- oder Behandlungsmethoden dürfen in der ambulanten Versorgung danach zu Lasten der Krankenkassen nur dann abgerechnet werden, wenn der Bundesausschuß für Ärzte und Krankenkassen Empfehlungen über die Anerkennung des diagnostischen Nutzens der neuen Methode abgegeben hat. Dieses Verfahren stellt sicher, daß in jedem Fall eine fachgerechte, sachnahe medizinische Beurteilung einer Behandlungsmethode erfolgt, wie sie der Gesetzgeber selbst nicht mit der gleichen Kompetenz vornehmen könnte.

4.5.6 Förderung der Umweltmedizin durch die zuständigen wissenschaftlichen Bundesoberbehörden - Zuständigkeiten, Arbeitsschwerpunkte und Kooperation

Angesprochen sind hierbei gleichermaßen)

- das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV),
- das Robert Koch-Institut (RKI),
- das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WaBoLu) des Umweltbundesamtes (UBA), die in Berlin ansässig sind.

Im Hinblick auf Strahlenexpositionen und die Wirkungen ionisierender und nichtionisierender Strahlung muß außerdem das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) genannt werden. Erwähnt seien der Vollständigkeit halber ferner das Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM), die Bundesanstalt für Ernährung und die Bundesanstalt für Milchforschung, die in ihrem Zuständigkeitsbereich begrenzt spezielle Aufgaben der Umweltmedizin wahrnehmen.

Gemäß ihrer Zuständigkeiten ergeben sich für das BgVV, das RKI und das UBA unterschiedliche Schwerpunktsetzungen in der Umweltmedizin (s. Tabelle 13).

Beim BgVV stehen stoffliche Bewertungen und humantoxikologische Beurteilungen von Expositionen durch Verbraucherprodukte im Sinne des gesundheitlichen Verbraucherschutzes im Vordergrund. Beim RKI geht die Betrachtung von umweltbezogenen Krankheiten aus. Die Arbeitsschwerpunkte betreffen insbesondere die Umweltepidemiologie, die umweltmedizinischen Methoden und die Qualitätssicherung. Das UBA setzt seine Schwerpunkte bei den Umweltbelastungen unter Einschluß der Aspekte „Innenraum und Bauprodukte“ und ist auf Umwelthygiene bzw. den gesundheitlichen Umweltschutz hin orientiert.

Damit die beschränkten personellen Kapazitäten so effektiv wie möglich eingesetzt werden können, bedarf es einerseits der Arbeitsteilung und klarer Zuständigkeiten. Dies erleichtert auch die Beziehungen der Institute untereinander sowie die Beziehungen im Außenverhältnis. Andererseits ergeben sich in einem Querschnittsfach, wie der Umweltmedizin, auch manche Überschneidungen sowie unterschiedliche Perspektiven und methodische Ansätze in bezug auf ein und denselben Sachverhalt. In solchen Fällen muß eine gute Zusammenarbeit und Abstimmung gewährleistet sein.

Tab. 13: Umweltmedizin im BgVV, RKI, UBA/WaBoLu

	Spezifikation	Ausgangspunkt	Schwerpunkte
BgVV	Gesundheitlicher Verbraucherschutz	chemische Stoffe, Exposition über Bedarfsgegenstände, Lebensmittel	Analyse und Bewertung des gesundheitlichen Risikopotentials von chemischen Stoffen, Zubereitungen und Produkten gemäß ChemG unter bes. Berücksichtigung des Bezugs auf Bedarfsgegenstände, Lebensmittel, Biozide und Tierarzneimittel (Expositionsabschätzung; gesundheitsbezogene Standards für Bedarfsgegenstände und Lebensmittel; Überwachungs- und Sanierungsstrategien). Dokumentation und Bewertung von Vergiftungsfällen gemäß §16e ChemG.
RKI	Umweltmedizin Umweltbezogener Gesundheitsschutz	Gesundheitsstörungen, Krankheiten	Umweltepidemiologie. Evaluation umweltbezogener Krankheitsbilder u. umweltmedizinischer Verfahren. Auf- u. Ausbau eines umweltmed. Informationssystems (UMIS-RKI). Gesundheitssurvey, umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung. Umweltmedizinische Psychologie und Risikokommunikation. WHO Collaborating Centre for Information and Communication on Environmental Health
UBA	Umwelthygiene Gesundheitsbezogener Umweltschutz	Exposition über Wasser, Boden, Luft Lärm	Analyse und Bewertung des gesundheitlichen Risikopotentials chemischer, physikalischer u. biologischer Umwelteinflüsse unter besonderer Berücksichtigung des Medienbezugs (Expositionsabschätzung; gesundheitsbezogene Umweltstandards; Überwachungs- u. Sanierungsstrategien). Expositionsbezogene Untersuchungen (Umgebungsuntersuchungen und Biomonitoring; Umweltsurvey), gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung. WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control. WHO Collaborating Centre for Research on Drinking Water Hygiene.

Für die zukünftige Arbeit der drei Bundesoberbehörden sind folgende Aktivitäten geplant:

Ausbau eines Informationsnetzwerkes: Hierzu wird auf Kapitel 4.3 verwiesen.

Erfassung und (für die Zukunft geplant) Bewertung umweltmedizinischer Methoden: Die am Robert Koch-Institut im Aufbau befindliche Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für umweltmedizinische Methoden (ZEBUM) soll mit Hilfe der UMIS-Methodendatenbank die in der Umweltmedizin eingesetzten Methoden und Verfahren erfassen und dokumentieren. Zu den einzelnen Verfahren und ihrer Anwendung sollen von Projekt-Mitarbeitern und ggf. von ausgewiesenen externen Wissenschaftlern/Praktikern Expertisen erstellt werden. Die verfügbaren Informationen werden sodann zu einer systematischen Methodenbeschreibung und -bewertung aufbereitet. Geplant sind folgenden Module der Darstellung:

- Technische Beschreibung;
- Einsatzgebiete/Indikationsstellungen (begründete und nichtbegründete), Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen;
- praktische Durchführung, Dokumentation;
- Auswertung, Interpretationskriterien;
- Qualitätssicherung (interne u. externe QS, Validität, Reliabilität, Qualität der Ergebnisse, Prüflaboratorien, Akkreditierungs- und Zertifizierungsstellen);
- Anwendungshäufigkeit, Kosten.

Darüber hinaus sollte sich eine Kommission "Umweltmedizinische Qualitätssicherung" mit grundsätzlichen Fragen der Struktur-, Prozeß- und Ergebnisqualität im Gesamtbereich der Umweltmedizin (d.h. der bevölkerungsbezogenen und patientenbezogenen Umweltmedizin) befassen. Diese Kommission hätte die verschiedenen Aktivitäten zur umweltmedizinischen Qualitätssicherung auf Bundesebene in neutraler Weise zu koordinieren und zu bündeln. Alle relevanten Fachgruppen, Gesellschaften und Einrichtungen müßten daher in der Kommission vertreten sein. Die Kommission soll sich um eine Validierung, Harmonisierung und - wenn möglich - Standardisierung von Verfahren und Verfahrensweisen in der Umweltmedizin bemühen. Ein Hauptanliegen besteht in der Erarbeitung von Expertisen und abgestimmten Stellungnahmen (Konsensuspapieren) zu Methoden der umweltmedizinischen Expositionsbestimmung, Diagnostik und Therapie im Hinblick auf deren Qualitätssicherung.

Herausgabe eines Periodikums: Der Umweltmedizinische Informationsdienst (UMID) wurde in der Vergangenheit vom Institut für Wasser- Boden- und Lufthygiene herausgegeben. Er wird vorwiegend innerhalb des ÖGD gelesen und geschätzt. Der UMID sollte zukünftig von einem eigenverantwortlich arbeitenden gemeinsamen Redaktionsstab aller drei in Berlin ansässigen Bundesoberbehörden herausgegeben und damit auf eine breitere Grundlage gestellt werden. (s.a. 4.3)

Durchführung von Fortbildungsveranstaltungen: Eine jährlich stattfindende "Umweltmedizinische Fortbildung" sollte künftig von allen drei Bundesinstituten mit rotierender Federführung/Vorbereitung verantwortet und durchgeführt werden.

Einrichtung eines ständigen Arbeitskreises Umwelt und Gesundheit der Berliner Bundesinstitute: Dieses Gremium soll zu Koordination und Integration der Beratungs-, Forschungs- und Fortbildungsaufgaben beitragen.

Ziel: Verbesserungen der Qualitätssicherung im Bereich der Umweltmedizin und der Kooperation zwischen den beteiligten Institutionen (insbesondere innerhalb des ÖGD sowie zwischen den Bundesoberbehörden)

Empfehlungen:

- Verbesserung der Koordination bei der Erarbeitung von Kriterien der Qualitätssicherung insbesondere im Bereich der umweltmedizinischen Umgebungsuntersuchungen und des Biomonitorings. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse kann durch eine höhere Akzeptanz sowie eine genauere Abstimmung der Qualitätssicherung deutlich verbessert werden.
- Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlich-umweltmedizinischen Instituten, den Medizinischen Diensten der Krankenkassen, dem zuständigen Richtlinien-Ausschuß der Ärzte und Krankenkassen und den einschlägigen Fachgesellschaften, um Auswüchse in der Anwendung unkonventioneller, teilweise unwirksamer oder ungeprüfter Methoden in der umweltmedizinischen Diagnostik zu unterbinden. Dies könnte z.B. durch Verweis der Patienten an umweltmedizinische Referenzzentren und durch institutionelle Förderung derartiger Einrichtungen geschehen.
- Einrichtung der in der Planung befindlichen „Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für umweltmedizinische Methoden“ (ZEBUM) am RKI einschließlich einer „Kommission für umweltmedizinische Qualitätssicherung“ (unter Beteiligung der relevanten Fachgesellschaften und Institutionen);
- Einrichtung und Förderung entsprechender Referenzzentren an Universitätskliniken;
- Durchführung wissenschaftlich begleiteter Modellprojekte im Rahmen eines Qualitätssicherungs- und Evaluationskonzeptes zur besseren Einschätzung der Chancen und Grenzen sowie des Nutzens und der Kosten der klinischen Umweltmedizin;
- Aufbau regionaler, im Verbund organisierter umweltmedizinischer Zentren zur qualifizierten umweltmedizinischen Betreuung der Patienten. Kristallisationskern könne z.B. eine teilweise von der öffentlichen Hand finanzierte Einrichtung, z.B. eine umweltmedizinische Ambulanz an einem Forschungsinstitut oder einer Universitätsklinik, sein.
- Aufbau eines gemeinsamen überregionalen Forschungsverbundes zur Verbesserung der umweltmedizinischen Rahmenbedingungen;
- Verbesserung der Kooperation zwischen ÖGD und der niedergelassenen Ärzteschaft;

- Errichtung von Strukturen innerhalb des ÖGD, die der Erkennung der gesundheitlichen Relevanz von Umweltbedingungen vor Ort sowie der effektiven Problemaufarbeitung dienen; dabei Einbindung der zuständigen Landes- und Bundeseinrichtungen;
- Verbesserung der Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen den beteiligten wissenschaftlichen Bundesoberbehörden im Bereich der Umweltmedizin:
 - Ausbau eines Informationsnetzwerkes
 - Erfassung und Bewertung umweltmedizinischer Methoden (UMIS-Methoden- datenbank)
 - Herausgabe eines Periodikums
 - alternierende Durchführung von Fortbildungsveranstaltungen
 - Einrichtung eines ständigen Arbeitskreises Umwelt und Gesundheit der Berliner Bundesinstitute zur Koordination und Integration der Beratungs-, Forschungs- und Fortbildungsaufgaben.

4.6 Forschung zu Umwelt und Gesundheit

4.6.1 Rahmenbedingungen

Das Hauptziel der Forschung hinsichtlich des Beziehungsgeflechts von Umwelt und Gesundheit besteht darin, umweltbedingte (in der Regel durch menschliche Aktivitäten verursachte) Gesundheitsrisiken und umweltassoziierte Gesundheitsstörungen frühzeitig zu erkennen, wissenschaftlich zu bewerten sowie Strategien und konkrete Möglichkeiten zu deren Verhütung und Bekämpfung zu entwickeln. Eine wissenschaftlich fundierte Risikoidentifizierung, -bewertung und -information trägt wesentlich zur Risikokommunikation in der Fachwelt und in der Gesellschaft bei und bildet die Grundlage für ein gezieltes und effektives Risiko-Management.

Aus der Darstellung des fachlichen und methodischen Hintergrunds, der gesundheitsrelevanten Umweltprobleme und der Instrumente und Strategien im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit geht im einzelnen hervor, daß zahlreiche Wissens- und Forschungsdefizite existieren, zu deren Beseitigung im folgenden allgemeine Empfehlungen sowie Empfehlungen zu prioritären Forschungsfeldern gegeben werden.

Im Programm der Bundesregierung „Forschung für die Umwelt“ (1997) werden die Schwerpunkte und Rahmenbedingungen auch für den Komplex „Umwelt und Gesundheit“ benannt. Die im Programm herausgestellten prioritären Themenfelder für die gesundheitsbezogene Umweltforschung sollten durch institutionelle Förderung und Projektförderung insbesondere seitens des BMU und des BMG unterstützt werden:

- Erarbeitung und Verbesserung der methodischen und konzeptionellen Grundlagen für ein nationales Beobachtungssystem „Umwelt und Gesundheit“ (einschließlich eines gesundheitsbezogenen

Umweltmonitorings, eines Humanbiomonitorings und einer umweltbezogener Gesundheitsberichterstattung).

- Forschung zu den Effekten chronischer Exposition besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen (z.B. Säuglinge und Kleinkinder).
- Untersuchungen zur Bedeutung der genetischen Disposition für die Beurteilung von Umweltbelastungen im Hinblick auf die Gesundheit.
- Erfassung der gesundheitlichen Auswirkung bedeutsamer regionaler Umweltveränderungen und einer ggf. im Zusammenhang damit stehenden Zunahme an Umweltstressoren auf die Gesundheit.
- Forschung über die möglichen Auswirkungen globaler Umweltveränderungen auf die Gesundheit.
- Forschung zu umweltmedizinischen Fragen, z.B. zur Abklärung und Beurteilung des Stellenwertes umweltassoziierter Krankheitsbilder und Befindlichkeitsstörungen sowie zur Aufklärung neurotoxischer und endokriner Effekte von Chemikalien.
- Analyse des Managements von Problemen des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes auf unterschiedlichen Ebenen der Administration.

Die BMBF-Förderung sollte sich auf 2 Förderschwerpunkte konzentrieren:

- Innenraumluftverunreinigungen,
- Umwelt, Gesundheit und Lebensstil.

Das BMBF hat damit eine erhebliche Begrenzung seiner bisherigen Aktivitäten vorgenommen. Damit sind aber die thematischen Rahmenbedingungen für durch dieses Ministerium geförderte Forschungsvorhaben in Abhängigkeit von gesundheits- und umweltpolitischen Notwendigkeiten und wissenschaftlichen Erfordernissen vorgegeben. Eine entsprechende Ergänzung durch das EU-Forschungsprogramm ist dringend erforderlich.

Darüber hinaus wird im Programm der Bundesregierung „Forschung für die Umwelt“ ausgeführt:

„Um das Zusammenführen der verschiedenen Forschungsstränge insgesamt zu sichern und die knappen im Bundeshaushalt veranschlagten Fördermittel ausschließlich auf prioritäre Themen zu konzentrieren, ist eine übergreifende Koordination notwendig. Hierzu werden im Rahmen des in Erarbeitung befindlichen Gemeinsamen Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ konkrete Vorschläge gemacht werden.“

4.6.2 Relevante Forschungsfelder

In erster Linie kommt es darauf an, einen offensichtlichen Bezug des Umweltproblems zur menschlichen Gesundheit zu identifizieren. Bei der Auswahl von prioritären Forschungsfeldern aus umwelthygienischer und umweltmedizinischer Sicht ist eine Reihe objektiver Kriterien zu berücksichtigen:

- Nachweisbares Wissensdefizit auf dem betrachteten Gebiet;
- bekannte oder vermutete gesundheitsschädigende Potenz des Umweltfaktors und damit verbundenes gesundheitliches Risiko (Epidemiologie, Toxikologie, Fallbeobachtungen);
- Ausmaß/Schweregrad und Art (reversibel/irreversibel) der umweltassoziierten Gesundheitsstörung;
- betroffene Population (% der Bevölkerung) mit objektivierter (grenz- bzw. richtwertüberschreitende) Exposition (Intensität, Dauer/Häufigkeit, Verbreitung);
- Anteil sog. Risikogruppen (bes. Kinder);
- Erfolgsaussicht.

Außerdem werden die Gewichtung des Themas in der Öffentlichkeit (Bevölkerung, Interessengemeinschaften, Medien) sowie ökonomisch-technologische Gesichtspunkte (Kosten-Nutzen-Relation, technologische Machbarkeit, finanzielle Ressourcen) zu beachten sein.

Unter diesen Bedingungen kann für das Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit eine begrenzte Anzahl prioritärer Forschungsfelder formuliert werden, die im Grundsatz mit den im Forschungsprogramm der Bundesregierung bereits umrissenen Komplexen übereinstimmt. Die Reihenfolge der inhaltlich unterschiedlichen Forschungskomplexe stellt keine Rangfolge dar, sondern entspricht im wesentlichen der Gliederung des Programms:

- Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen
- Defizite in der Humantoxikologie
- Optimierung von Expositionsmodellen
- Evaluation von Register - und Monitoring-Systemen
- Prioritäre Expositionen
- Harmonisierung der gesundheitsbezogenen Standardsetzung/vergleichende Risikobewertung
- Praxisorientierte Risikokommunikation/ Evaluation von Bürgerbeteiligungsmodellen
- Evaluation der Umweltmedizin

Für die einzelnen prioritären Forschungsfelder werden im folgenden relevante Themenkomplexe und einzelne Leit- oder Rahmenthemen benannt. Prioritär bedeutet dabei, daß die Projekte vordringlich bzw. kurzfristig begonnen werden sollten und daß in einem mittelfristigen Zeitraum (2-5 Jahre) nach dem Vorliegen erster Resultate über eine Fortführung entschieden werden kann. Die Themen werden dem Programm der Bundesregierung "Forschung für die Umwelt" sinngemäß zugeordnet (EPF = Einzelprojektförderung, FS 1 = Förderschwerpunkt 1, FS 2 = Förderschwerpunkt 2) und hinsichtlich der überwiegenden Forschungsmethode charakterisiert (EP = epidemiologische Methode, EX = experimentelle Methode, KL = klinische Methode, S = sonstige Methode).

Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen

In der Bevölkerung bestehen berechtigte Ängste und Befürchtungen, durch Umwelteinflüsse chemischer, physikalischer und biologischer Art zu erkranken. Möglicherweise relevantere psycho-soziale und Lebensstilfaktoren werden hingegen meist vernachlässigt..

Eine Gesundheitsstörung wird als umweltassoziiert angesehen, wenn durch Ärzte und /oder Patienten der Verdacht auf eine mögliche Verursachung durch Umwelteinflüsse geäußert wird und keine andere Ursache erkennbar ist. Im Hinblick auf den gegenwärtig noch begrenzten Erkenntnistand ist Diagnose einer solchen Gesundheitsbeeinträchtigung oder Krankheit letztlich überwiegend eine Ausschlussdiagnose und zumeist eine Verdachtsdiagnose. Belastbare epidemiologische Daten über die Häufigkeit umweltassoziiierter Gesundheitsstörungen liegen nicht vor. Notwendige Forschung:

Gezielte Untersuchungen zu Epidemiologie, Ursachen und Entstehungsmechanismen, Diagnostik, Therapie und Prävention umweltassoziiierter Gesundheitsstörungen (Multiple Chemical Sensitivity/MCS, Chronic Fatigue Syndrom/CFS, Sick Building Syndrom/SBS und Fibromyalgie-Syndrom unter besonderer Berücksichtigung von Lebensstilfaktoren (psycho-sozialer Streß; Alkohol-, Tabak-, Arzneimittel- und Drogenmißbrauch) und Einflüssen aus der Arbeitswelt.
(FS II; EP, KL)

Abklärung des Anteils umweltbedingter Faktoren am multikausalen Ursachengefüge sog. Volkskrankheiten, z.B. chronischer Atemwegserkrankungen und Allergien (besonders bei Kindern und Jugendlichen), Krebs (z.B. Lungen- Blut- und Genitalkrebs) und psychosomatischer Leiden (Nervensystem, Atemwege, Magen-Darm-Trakt, Herz-Kreislauf-System) sowie bei Befindlichkeitsstörungen.
(FS II; EP, KL)

Studien zur Aufklärung der Rolle von Umweltfaktoren bei Reproduktionsstörungen (Infertilität, Aborte und Totgeburten) und Mißbildungen (z.B. Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalte).
(FS II; EP, KL)

Untersuchungen zur Gesundheitsrelevanz von Effekten bzw. adversen Effekten (nur Biomarker von Expositionen oder bereits Frühsymptom umweltassoziiierter Gesundheitsstörungen?) unter Berücksichtigung konkurrierender Lebensstilfaktoren.
(FS II; EP, KL)

Defizite in der Humantoxikologie

Im Programm der Bundesregierung „Forschung für die Umwelt“ (1997) ist einer der Schwerpunkte der auf Umwelt und Gesundheit gerichteten Forschung die Abschätzung von Risiken von Umweltveränderungen und Umweltbelastungen für den Menschen.

Ein wesentliches Fachgebiet für die Erforschung der dafür relevanten wissenschaftlichen Grundlagen ist die Humantoxikologie. Sie sollte deshalb unbedingt weiter ein wichtiger Schwerpunkt zukünftiger Forschungspolitik bleiben, wobei sich die Prioritätensetzung verstärkt an den Bedürfnissen einer präventiven Umweltmedizin, die auch den sachgerechten Umgang mit bereits eingetretenen Umweltbelastungen einschließt, orientieren sollte. Der in letzter Zeit beobachtete Abbau von Lehr- und For-

schungskapazität für Schadstofftoxikologie an den deutschen Universitäten muß deshalb mit Sorge betrachtet werden.

Das Fehlen belastbarer Erkenntnisse (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) in den unten aufgeführten Themengebieten beherrscht die Diskussionen mit der betroffenen Öffentlichkeit im Themenfeld Umwelt und Gesundheit, so daß eine Klärung besonders dringlich erscheint. Notwendige Forschung:

- *Entwicklung von Methoden zur besseren Erfassung und Bewertung der Wirkungen von Umweltnoxen allgemein, besonders aber bezogen auf:*
 - *den Immunstatus und auf die Entstehung von allergischen Reaktionen,*
 - *neurophysiologische und neuropsychologische Systeme,*
 - *einzelne Gewebe, wie z.B. das Knochenmark,*
 - *bestimmte Lebensphasen, wie Kindheit, Jugend, Alter, Schwangerschaft sowie während einer Krankheit, d.h. Entwicklung von Methoden zur biologischen Definition von Risikogruppen und zur Erforschung der einer besonderen Empfindlichkeit zugrunde liegenden Mechanismen.*
- *Verbesserung der Methoden zur Ermittlung und Bewertung der Wirkungen niedriger Dosen von Schadstoffen*
 - *im vorklinischen Bereich (d.h. z.B. funktionelle, morphologische oder biochemische Veränderungen ohne eigentlichen „Krankheitswert“),*
 - *nach Langzeitexposition.*
- *Verbesserung von Methoden zur besseren Erfassung der Spätwirkungen von Umweltschadstoffen*
 - *hinsichtlich ihrer Mutagenität und/oder Kanzerogenität,*
 - *hinsichtlich des Reproduktionsgeschehens des Menschen.*
- *Entwicklung von Methoden und Konzepten zur Untersuchung, Erfassung und Bewertung von Kombinationswirkungen bei gleichzeitiger Exposition gegenüber verschiedenen Umweltnoxen und Stressoren aus gleichem Eintragspfad, aus unterschiedlichen Eintragspfaden und unter konkurrierenden Umwelteinflüssen (z.B. Tabakrauch, Alkohol, Arzneimittel, psychosoziale Streßfaktoren). Da wegen der Vielzahl möglicher Kombinationen Einzeluntersuchungen wenig sinnvoll sind, geht es hier eher um die Entwicklung theoretischer Konzepte, die es ermöglichen, das gleichzeitige Auftreten verschiedener Noxen bei der toxikologischen Risikobewertung mit zu berücksichtigen.*
- *Weiterentwicklung von Indikatoren der Wirkung auf molekularer Ebene und der sogenannten molekularen Epidemiologie, insbesondere im Hinblick auf die Assoziation von Daten aus dem Effektbiomonitoring und der Häufigkeit von Erkrankungen.*
- *Methodische Entwicklungen zur Verbesserung der Interspeziesextrapolation (Schluß von Wirkungen im Tierversuch auf die Situation beim Menschen) und Entwicklung von biometrischen Methoden zur metaanalytischen Auswertung mehrerer tierexperimenteller Studien.*
- *Entwicklung und Verbesserung für den Menschen aussagekräftiger toxikologischer in vitro-Testsysteme unter Anwendung moderner molekularbiologischer Techniken.*

(für den Komplex: EFP; EX, KL, EP)

Bei der Vielzahl der offenen Fragen und ihrer Komplexität ist einleuchtend, daß nur eine *gemeinsame Anstrengung in internationalem Maßstab* eine Perspektive für eine Abarbeitung dieses umfangreichen Katalogs bietet. Ein Teil der Themen ist sowohl von den Ländern im Rahmen ihrer Möglichkeiten als auch vom Bund in den verschiedenen Forschungsprogrammen und Förderschwerpunkten aufgegriffen worden und wird bereits von verschiedenen Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder bearbeitet. Es fehlt jedoch an einer transparenten Prioritätensetzung, die sich an den Bedürfnissen der Praxis orientiert. Gerade in Zeiten knapper werdender finanzieller Ressourcen ist eine Koordination der Forschungspolitik, nicht nur im nationalen Rahmen zwischen Bund und Ländern, sondern auch im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft von besonderer Bedeutung. Bezüglich der Umweltmedizin kann diese Koordination nicht ohne angemessene Beteiligung der für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz verantwortlichen Einrichtungen des Öffentlichen Gesundheitsdienstes der Länder gewährleistet werden. Als ein erster Schritt auf nationaler Ebene wird die Herstellung von Transparenz durch eine gemeinsame Bedarfs- und Sachstandserhebung vorgeschlagen. Ein Workshop unter Beteiligung des Bundes, der Länder sowie der auf diesem Gebiet tätigen Forschungseinrichtungen und geeigneter Sachverständiger wäre ein hierzu geeignetes Instrument. Er könnte die Grundlagen für eine gemeinsame Festlegung von Prioritäten, für eine schwerpunktmäßige Arbeitsteilung und für die Institutionalisierung eines Informationsaustausches zwischen Wissenschaft sowie Bundes- und Länderbehörden schaffen.

Optimierung von Expositionsmodellen

Zu einer besseren Abschätzung des Risikos, das der menschlichen Gesundheit aus der Umweltbelastung mit Schadstoffen droht, ist eine Abschätzung der Exposition bei bestimmten vorstellbaren Szenarien des täglichen Lebens erforderlich. Bisher werden überwiegend konservative (d.h. im Zweifelsfall überschätzende) theoretische Modelle bei der Expositionsabschätzung zugrunde gelegt. Solche Rechenmodelle überschätzen bei multiplikativer Anwendung mehrerer konservativer Abschätzungen das Risiko unter Umständen um mehrere Größenordnungen. Ihre Anwendung unter dem Grundsatz der Vorsorge verursacht möglicherweise nicht unerhebliche Aufwendungen zur Reduktion des Risikos. Die Entwicklung realistischerer Modelle ist deshalb dringlich. Hierfür bieten sich probabilistische Verfahren an. Es gilt deshalb, anstehende Arbeiten, die probabilistische Expositionsabschätzungen zur Anwendungsreife bringen, zu fördern und zu unterstützen. In einem ersten Schritt sollten

- *die probabilistischen Expositionsmodelle weiterentwickelt,*
- *die Datengrundlage für die probabilistische Expositionsabschätzung (Verteilungsfunktionen der Parameter der Expositionsmodelle) verbessert,*
- *Modelle zur Quotierung der einzelnen Expositionspfade entwickelt und*
- *Vergleichsuntersuchungen zwischen den Ergebnissen von Biomonitoring-Untersuchungen und probabilistischen Expositionsabschätzungen zur Validierung der Modelle durchgeführt werden.*

(für den Komplex: EPF; EX)

Auch für diesen Forschungskomplex von internationaler Bedeutung gelten in ähnlicher Weise die für die o. g. Defizite in der Toxikologie ausgeführten grundsätzlichen Erwägungen hinsichtlich der Prioritätensetzung und Arbeitsteilung.

Evaluation von Register - und Monitoring-Systemen

Als Grundlagen für eine rationale Planung und Organisation gesundheits- und umweltpolitischer Maßnahmen unter dem Vorsorgeaspekt und für Ansatzpunkte einer praxisorientierten umweltmedizinischen Forschung müssen geeignete Datenquellen zur Verfügung stehen. Diese sollten

- eine systematische und periodische Erfassung und Bewertung der wichtigsten äußeren und inneren Belastung des Menschen durch Umweltfaktoren ermöglichen,
- die allgemeine Gesundheitsstatistik zur Erfassung Mortalität und Todesursachen, ergänzt durch spezielle Krankheitsregister (Krebs, Mißbildungen), gewährleisten und
- eine Verknüpfung von Umwelt- und Krankheitsdaten anstreben.

Weiterentwicklung, Erprobung und wissenschaftliche Evaluierung umweltmedienorientierter Monitoringsysteme (Trinkwasser, Luft, Lärm, Lebensmittel einschließlich Muttermilch) zur Ableitung geeigneter Überwachungs-, Präventions- und Sanierungsstrategien.
(EPF; EP, EX)

Weiterentwicklung, Erprobung und wissenschaftliche Evaluierung bevölkerungsorientierter Monitoringsysteme zur Erfassung des Gesundheitszustandes und der inneren Fremdstoffbelastung der Bevölkerung (Gesundheitssurvey einschließlich Ernährungs- und Arzneimittelsurvey, Umweltsurvey, Humanorganprobenbank).
(EPF II; EP, KL)

Zusammenführung und vergleichende Auswertung der Daten regionaler Krebsregister auch unter Berücksichtigung von Umwelteinflüssen.
(EPF II, EP, KL)

Aufbau eines nationalen Fehlbildungsregisters, das auch die Analyse des Einflusses von Umweltfaktoren ermöglicht.
(EPF II; EP, KL)

Aufbau einer periodischen und synoptischen gesundheitsbezogenen Umweltberichterstattung auf der Grundlage der mit Monitoring-Systemen erhobenen Daten.
(EPF; EP)

Prioritäre Expositionen

Unter Berücksichtigung der o.g. Kriterien für eine Prioritätensetzung wird sich die Forschung zu Umwelt und Gesundheit auf ausgewählte Schwerpunkte konzentrieren müssen. Dabei werden namentlich solche Expositionen beachtet, denen ein hoher Prozentsatz der Bevölkerung, einschließlich

von Risikopopulationen (Kinder, Schwangere, kranke und ältere Menschen) ausgesetzt sind. Im folgenden werden Themenkomplexe mit nachgewiesener oder vermuteter Gesundheitsrelevanz medien- bzw. faktorenbezogen aufgeführt.

Lärm

Durch Lärm fühlen sich die Bürger häufig persönlich am stärksten betroffen und gestört. Bisherige Untersuchungen zu Lärmwirkungen außerhalb des Gehörorgans lassen vermuten, daß die Lärmbelastung an der Entstehung von Herzinfarkten wesentlich beteiligt sein kann.

*Weitere Aufklärung der sog. extraauralen Wirkung von Verkehrslärm, besonders im Hinblick auf seine Bedeutung innerhalb des Streßmodells und unter spezieller Beachtung der Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System, den Magen-Darm-Trakt sowie auf das Immunsystem.
(FS II, EP, EX, KL)*

*Untersuchungen zu den sozialen Auswirkungen der Verkehrslärmbelastung.
(FS II, EP, S)*

Außenluft

Im Mittelpunkt der potentiellen gesundheitlichen Gefährdungen stehen die Belastungen vor allem durch KFZ-Abgase und Industrieanlagen im Hinblick auf die Entwicklung von chronischen Erkrankungen des Atemtrakts (einschließlich Lungenkrebs).

*Untersuchungen zur Wirkung von Kfz-Abgasen und Feinstäuben auf den Atemtrakt.
(FS II; EP, KL, EX)*

*Studien zur individuellen Empfindlichkeit gegenüber bodennahem Ozon im Hinblick auf irritative und allergische Effekte.
(FS II, EP, KL)*

*Abschätzung gesundheitlicher Risiken durch die Ausbreitung von Mikroorganismen aus Anlagen (Kompostierung, Intensivtierhaltung) in der Nachbarschaft von Siedlungen.
(FS II, EP, KL)*

Innenraumluf

Die Menschen in Mitteleuropa verbringen etwa 80-90% ihrer Tageszeit in Innenräumen, davon über 50% in der Wohnung. Menschliches Komfortstreben führt ständig zu neuen Bauprodukten und Raumausstattungsgegenständen, ebenso zu neuen Reinigungsmitteln, Sprays, Parfums usw. Hobby- und Freizeittätigkeiten im Haushalt sind mit zusätzlichen chemischen Innenraumbelastungen verbunden. Durch energiesparende Abdichtungsmaßnahmen ist die Luftwechselrate deutlich reduziert worden. Die daraus resultierenden Belastungen und gesundheitlichen Gefährdungspotentiale haben zur Einrichtung eines besonderen BMBF-Förderschwerpunktes geführt, dessen Forschungsinhalte deshalb in einigen Aspekten detaillierter dargestellt werden sollen.

Analytik und Untersuchung der Raumluf:

Entwicklung und Bewertung von Standardmethoden zur Probenahme und Analyse von polaren und schwerflüchtigen organischen Verbindungen, speziellen kanzerogenen Verbindungen, Hausstaub und seinen Inhaltsstoffen, Aeroallergenen und Mikroorganismen.

(FS I; EX)

Entwicklung von standardisierten sensorischen Untersuchungsmethoden zur Bewertung von Produkten und Innenluft.

(FS I; EX, KL)

Beurteilung von Quellen und ihren Emissionen:

Entwicklung von Bewertungsverfahren für die Emission von Materialien und Produkten, insbesondere von Bauprodukten.

(FS I; EX)

Erforschung der Reaktionen von Innenraumluftverunreinigungen untereinander und mit Ausstattungsmaterialien zur Verbesserung der Abschätzung realer Expositionssituationen.

(FS I; EX)

Wirkungsforschung:

Wirkung von Innenraumluftverunreinigungen, z.B. von Bioziden, bei den in der Praxis vorkommenden Konzentrationen auf Haut, Schleimhäute, Atemwege, Nervensystem, Herz-Kreislauf-System und Immunsystem.

(FS I; EP, KL)

Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen gas- und staubförmigen Innenraumluftverunreinigungen und Gesundheitseffekten, insbesondere bei allergischen Erkrankungen.

(FS I; KL, EX)

Bestimmung der (inhalations)toxischen Eigenschaften neuer Produktinhaltsstoffe (z.B. Substitutionsprodukte für Lösemittel).

(FS I; EX)

Erfassung und Bewertung von Exposition und Risiko:

Erarbeitung und Bewertung von Modellen zur Abschätzung der Exposition der Normalbevölkerung und von Risikogruppen gegenüber kurz- und langfristig wirkenden Schadstoffen im Innenraum.

(FS I; EP, EX)

Lüftungstechnik, Luftreinigung und andere technische Minderungslösungen:

Weiterentwicklung des Konzeptes der bedarfsgesteuerten Lüftung, besonders unter hygienischen Aspekten.

(FS I; EX)

Risiko/Nutzen-Analyse der Luftbefeuchtung.

(FS I; S)

Entwicklung von akzeptablen Lösungen für die Reduzierung der Radonbelastung im großflächigen Maßstab.

(FS I; EX)

Übergeordnete gesellschaftliche Aspekte:

Ermittlung der Kosten schlechter Innenraumluftqualität (Kosten für das Gesundheitswesen, Produktionsausfälle an nichtindustriellen Arbeitsplätzen).

(FS I; S)

Gesundheitsbezogene Charakterisierung des Niedrigenergiehauses unter besonderer Berücksichtigung der Raumluftqualität und der Auswirkung des Betriebens von Lüftungsanlagen.
(FS I; S)

Nichtionisierende Strahlung

Durch die zunehmende Verbreitung des Mobilfunks sind in der Bevölkerung Bedenken gewachsen, ob durch diese hochfrequenten elektromagnetischen Wellen bei längerfristiger Einwirkung gesundheitliche Folgen zu besorgen sind.

Weiterverfolgung der gesundheitlichen Auswirkungen neuer und sich rasch ausbreitender Technologien, z.B. Mobilfunk.
(EPF; EP, KL)

Trinkwasser

Durch das hohe Entwicklungsniveau von Trinkwasserhygiene und Trinkwasserversorgung in Deutschland spielen diesbezügliche Gesundheitsrisiken nur eine untergeordnete Rolle. Durch die Einhaltung der Überwachungsvorschriften und -methoden wird gewährleistet, daß unzulässige Veränderungen der Wasserqualität frühzeitig erkannt und abgestellt werden können. In erster Linie kommt es darauf an, die qualitativ hohe Trinkwasserqualität zu sichern. Allerdings gibt es kein Erfassungssystem, mit dessen Hilfe wasserbürtige Erkrankungen gezielt gesucht, registriert und ausgewertet werden könnten.

Entwicklung von Vorsorgestrategien zur nachhaltigen Sicherung der Trinkwasserqualität, z.B. Untersuchungen von Zusammenhängen zwischen Ressourcenschutz und Trinkwasserqualität und von Gefahren, die von Altlasten ausgehen können.
(EPF; EP, EX)

Erforschung quantitativer Beziehungen zwischen Trinkwasserbelastung und Erkrankungsrisiko für ausgewählte wasserbürtige Krankheitserreger.
(EPF; EP)

Entwicklung einer Strategie und einer epidemiologischen Methodik zur Erfassung und Bewertung wasserbürtiger Gesundheitsrisiken und Erkrankungen (z.B. kupferassoziierter Gesundheitsstörungen):
(EPF; EP, KL)

Badewasser

Von Badebeckenwasser und Wasser in Badegewässern können gesundheitliche Gefahren ausgehen, die beim Trinkwasser nicht vorkommen. Im Vordergrund stehen die von den Badenden selbst ausgehende mikrobiologische Belastung des Badewassers sowie die Belastung durch Desinfektionsnebenprodukte (z.B. Trihalogenmethane). An Freibadeplätzen stellt die Beeinträchtigung der Wassergüte durch Massenwachstum von Algen (insbesondere Blaualgen), die toxische Stoffwechselprodukte enthalten, ein gesundheitliches Gefährdungspotential dar.

Untersuchungen zur fäkalen Belastung von Badegewässern und zum Erkrankungsrisiko der Badenden.
(EPF; EP, KL)

Studien zum gesundheitlichen Gefährdungspotential von Oberflächenwasser, das mit Blaualgen kontaminiert ist.

(EPF; EP, KL, EX)

Abwasser

Abwasser (Haushalts-, Industrie-, Gewerbe-, Landwirtschafts- und Krankenhausabwasser, Niederschläge) enthält flüssige Abfallstoffe in gelöster, kolloidaler, fein- und grobdispenser Form. Es beinhaltet sowohl chemische Stoffe (z.B. Pestizide, Detergentien, Arzneimittel), als auch Krankheitserreger (Viren, Bakterien, Parasiten). In jüngster Zeit sind Besorgnisse in der Bevölkerung durch nach der Abwasserreinigung noch nachweisbare Spuren von Arzneimitteln und von sog. hormonell wirksamen Stoffen, z.B. bestimmten Pestiziden, aufgetreten.

Entwicklung einer hygienisch fundierten Konzeption für die vollständige Entfernung von Krankheitserregern aus Kläranlagenabläufen (zentrale Abwasserreinigung) und aus Abläufen von Hauskläranlagen (dezentrale Abwasserreinigung).

(EPF; EX)

Untersuchungen zum weitgehenden Abbau bestimmter Abwasserinhaltsstoffe (Arzneimittel, hormonell wirksame Stoffe) durch Klärstufen mit extrem hoher Biomassekonzentration und hohem Schlammfilter.

(EPF; EX)

Boden, Altlasten

Bodenkontaminationen können einerseits durch Altlasten früherer industrieller, gewerblicher, militärischer oder anderer Nutzung (Deponien) entstanden sein. Zum anderen können auch der diffuse Eintrag luftgetragener Stoffe, eine gezielte Anwendung von Stoffen im Rahmen der Bodenbewirtschaftung und ein Eintrag beim Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen dafür verantwortlich sein. Als Schadstoffe kommen vor allem in Betracht: Metalle und ihre Verbindungen (bes. Schwermetalle), persistente organische Verbindungen (bes. Chlororganika), Pflanzenbehandlungsmittel, Säurebildner, Mineralölkohlenwasserstoffe und polyzyklische Aromaten. Die menschliche Gesundheit kann direkt über die orale Aufnahme, durch Inhalation oder über Hautkontakt, aber auch auf indirektem Wege über das Grundwasser und über Nahrungspflanzen gefährdet werden.

Entwicklung von Bodenwerten im Sinne des Bodenschutzgesetzes und nutzungsbezogener Bewertungskriterien für Bodenbelastungen.

(EPF; EX)

Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit von Schadstoffen im Boden zur Optimierung der Abschätzung tatsächlich wirksamer Konzentrationen.

(EPF; EX)

Weiterentwicklung mikrobiologischer bodenschonender Sanierungstechniken.

(EPF; EX)

Gesundheitsschädlinge

Im Hinblick auf die Problematik der Hygieneschädlinge im Siedlungsbereich (Körper-, Haus-, Hof- und Freilandungeziefer sowie Lästlinge, Vorrats-, Textil- Zimmerpflanzen- und Holzschädlinge) sind zwei Aspekte zu beachten: Gefahren durch die Schädlinge an sich (Übertragung und Verschleppung

von Krankheitserregern, Verursachung von Allergien, Schädigung durch Toxinbildner sowie psychische Beeinträchtigungen, Verunreinigung und Verderb von Lebensmitteln) und Gefahren durch die in erster Linie chemische Bekämpfung der Schädlinge (s.a. Innenraum).

Epidemiologische Studien zu den Vektoren und zu den von ihnen übertragenen Erregern unter Berücksichtigung regionaler Faktoren.
(FS II, EPF; EP, EX)

Populationsdynamische Studien in Richtung auf die Massenentfaltung von Krankheitserregerüberträger.
(FS II, EPF; EP, EX)

Entwicklung integrierter Schädlingsbekämpfungsmethoden.
(EPF; EX)

Studien zum unnötigen Einsatz von Bekämpfungsmitteln sowie zur Ermittlung der Resistenz und deren Management in Deutschland.
(EPF; EX)

Lebensmittel

Im weitesten Sinne Forschungsprogramme sind das Lebensmittelmonitoring (s. Kap. 3.7) und Untersuchungen zum Verzehrverhalten der Bevölkerung und relevanter Teilgruppen. Bezüglich der gesundheitlicher Beeinträchtigungen, die von Lebensmitteln ausgehen können, ist immer zu berücksichtigen, daß die Hauptgesundheitsgefahren in falscher (zu viel, zu fett, zu eiweißreich) Ernährung und in der Kontamination mit pathogenen Mikroorganismen liegen. In der Öffentlichkeit spielen Befürchtungen über Gefahren durch gentechnisch hergestellte Lebensmittel eine große Rolle. Hier den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu verbessern ist von großer Bedeutung.

Notwendige Forschung:

Untersuchungen der Eigenschaften von Lebensmitteln mit gentechnisch veränderten Ausgangsstoffen, an Hand derer Äquivalenz zu Lebensmitteln mit nicht-gentechnisch veränderten Ausgangsstoffen festgelegt werden kann.
(EPF; EX)

Erforschung der Beziehungen zwischen Belastungen von Lebensmitteln mit chemischen Stoffen und Erkrankungsrisiken bzw. Erkrankungen.

Exposition gegenüber sog. hormonell (endokrin) wirksamen Stoffen

Im wissenschaftlichen Schrifttum der letzten Jahre wird vermehrt und z.T. kontrovers über Störungen des hormonellen Gleichgewichtes bei Tier und Mensch durch chemische Stoffe natürlichen und synthetischen Ursprungs berichtet. In erster Linie wird die öko- und humantoxische Potenz von chemischen Verbindungen mit östrogenen Aktivität diskutiert. Die Häufigkeit bestimmter Tumorformen und angeborener Fehlbildung der Geschlechtsorgane sowie Hinweise auf eine Abnahme der Spermienzahl und -qualität mit Konsequenzen im Hinblick auf die Fruchtbarkeit haben in der Öffentlichkeit zu einer breiten Diskussion dieses Problems geführt. Die Bundesregierung hat dieses Thema frühzeitig aufgegriffen und nach Expertenberatungen Mittel in Höhe von ca 12 Mio. DM für die Finanzierung von Forschungsvorhaben zur Verfügung gestellt.

Die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie geförderten 32 Vorhaben betreffen folgende Teilaspekte: Datenrecherchen, Literaturstudien, Analytik, Umweltmonitoring; Entwicklung von Testmethoden, Ökotoxikologie, Toxikologie, Wirkung auf den Menschen.

Diese zusätzlichen Forschungsaktivitäten ergänzen in wirkungsvoller Weise die im Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit durch Einzelprojektförderung oder Förderschwerpunkte umrissenen prioritären Forschungsfelder.

(Sonder-Förderschwerpunkt; EP, EX, KL)

Harmonisierung der gesundheitsbezogenen Standardsetzung/ Vergleichende Risikobewertung

Forschung zu den Grundlagen und zur Harmonisierung der gesundheitsbezogenen Standardsetzung und zur vergleichenden Risikobewertung dient nicht nur der gesundheitlichen Vorsorge, sondern kann gleichermaßen einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung von Risikokommunikation und Risikomanagement auf dem Gebiet von Umwelt und Gesundheit liefern. Dazu ist es erforderlich, wissenschaftliche Grundlagen auf den folgenden Gebieten zu erarbeiten:

- *Fortentwicklung und Standardisierung von Verfahren zur Richt- bzw. Grenzwertableitung unter dem Gesichtspunkt der gesundheitlichen Vorsorge.*
- *Erarbeitung synoptischer Beurteilungs- und Bewertungshilfen einschließlich ihrer definierenden Rahmenbedingungen.*
- *Entwicklung von Konzepten zur Berücksichtigung von Risikopopulationen (besonders empfindlichen Subpopulationen) bei der Grenzwertsetzung.*
- *Entwicklung realitätsnaher Modelle und Hypothesen zu Ursachen-Wirkungs-Ketten und zur Abschätzung von Wirkungsschwellen.*
- *Entwicklung von Konzepten zur Behandlung von Noxen ohne Wirkungsschwelle.*
- *Untersuchungen zum Verhältnis der Nachweisgrenzen für chemische Umweltschadstoffe zu den Schwellenwerten für biologische Wirkungen.*
- *Konzepte zur Einschätzung der gesundheitlichen Bedeutung einer Kumulation von Umweltnoxen im menschlichen Organismus.*
- *Bewertung der Grenzen der empirischen Umweltmedizin im Hinblick auf die Aufstellung von Grenz- und Richtwerten sowie eine Einschätzung, inwieweit Plausibilitätsbetrachtungen über Ursachen-Wirkungszusammenhänge zulässig und tragfähig sind (Umgang mit der systemimmanenten Bewertungsunsicherheit).*
- *Risikobewertung und -vergleich mit anderen als den bisher üblichen Endpunkten (z.B. Herzinfarkt und Lärm; Passivrauchen).*
- *Durchführung und Evaluation exemplarischer Risikovergleiche.*

(für den Komplex: EPF; EX, EP, KL; S)

Praxisorientierte Risikokommunikation/ Evaluation von Bürgerbeteiligungsmodellen

Im Themenfeld Umwelt und Gesundheit dominieren Konflikte zwischen Verwaltung und Betroffenen, deren Ursache in der unterschiedlichen Wahrnehmung von Risiken aus Umweltbelastungen zu sehen ist. Der rationale Austausch der unterschiedlichen Positionen der an solchen Konflikten Beteiligten erfordert eine Verbesserung der Verfahren der Risikokommunikation und die Erprobung von Modellen einer Beteiligung von Betroffenen an Entscheidungsprozessen. Dies muß wissenschaftlich begleitet und evaluiert werden. Sich daraus ergebende Forschungsprojekte sind:

- *Exemplarische Evaluation von Risikokommunikation und Bürgerbeteiligungsmodellen.*
- *Empirische Untersuchungen zu den Determinanten einer Nutzen-Risiko-Abwägung durch von Umweltbelastungen betroffene Bevölkerungsgruppen.*
- *Untersuchung der Determinanten und Methoden einer rationalen Prioritätensetzung bei der Bewältigung von „Gefahren“ aus der anthropogen veränderten Umwelt.*
- *Entwicklung und Bewertung von Methoden und Modellen für einen öffentlichen Diskurs über Risiken aus der Umwelt mit betroffenen Bevölkerungsgruppen (Risikokommunikation).*
- *Analyse der Bedeutung einer umweltmedizinischen Individualberatung für die Risikokommunikation.*

(für den Komplex: EPF; EP, S)

Forschungsprojekte, die sich speziell auf die Erfordernisse der Risikokommunikation von Bundesoberbehörden beziehen (s. Kapitel 4.4)

- *Entwicklung einer Übersicht "Leistungseigenschaften von Risikoanalyse- und Risikobewertungsverfahren"*
Zwar sind den Experten die Leistungseigenschaften von Risikoanalyse- und Risikobewertungsverfahren bekannt. In der Öffentlichkeit ist allerdings mit erheblichen Wissenslücken zu rechnen. Deshalb ist eine entsprechende Bestandsaufnahme und Charakterisierung ein sinnvoller Schritt, um Kontroversen zu minimieren.
- *Entwicklung eines komparativen Risikobewertungsverfahrens für Kommunen*
Die Entwicklung einer komparativen Risikobewertungsmethodik, die von Landesbehörden und Gesundheitsämtern in eigener Regie angewandt werden kann, um Handlungsprioritäten beim Risikomanagement zu erkennen, ist unter den gegenwärtigen restriktiven ökonomischen Bedingungen ein wichtiges Instrument für einen ganzheitlichen und kostenbewußten Umgang mit Risiken.
- *Empirische Untersuchungen zur Verbesserung des Verständnisses von Risiken*
Hier geht es um die Analyse, wie mittels geeigneter Risikoindikatoren, Risikovergleiche und dem Aufbau von Risikotexten das Verständnis von Risikolagen verbessert werden kann.

(für den Komplex: EPF; EP, S)

Evaluation der Umweltmedizin

Die Umweltmedizin ist ein sich entwickelndes interdisziplinäres Wissens- und Lehrgebiet der Medizin, das - ähnlich wie die Arbeitsmedizin - hygienische, toxikologische, epidemiologische, klinische, psychologische und naturwissenschaftliche Disziplinen und ihre spezifischen Methoden integriert, um die dem Fachgebiet eigenen Forschungs-, Praxis- und Bildungsaufgaben wahrnehmen zu können.

Die Hauptaufgaben der Umweltmedizin bestehen in der Erfassung und Bewertung der Belastung durch Umweltfaktoren (Umwelthygiene, Umwelttoxikologie) und der Wirkung dieser Faktoren auf den menschlichen Organismus (Umweltepидemiologie, Klinische Umweltmedizin).

Es ist üblich geworden, eine bevölkerungsbezogene, präventivmedizinisch orientierte Umweltmedizin von einer individualmedizinischen, klinischen Umweltmedizin zu unterscheiden. Wesentliche Komponenten sind demnach die Präventive Umweltmedizin (oder „Umwelthygiene“) und die Klinische Umweltmedizin („Umweltmedizin“ im engeren Sinne).

Da die Umweltmedizin noch eine relativ „junge“ medizinische Fachrichtung ist, die wissenschaftliche Impulse und Inhalte aus unterschiedlichen Disziplinen akkumuliert und weiterentwickelt, erscheint es angebracht, durch geeignete Forschungsvorhaben eine kritische Überprüfung der angewandten Krankheitsbegriffe und Methoden sowie der entwickelten Kapazitäten und Strukturen durchzuführen.

- *Studien zur diagnostischen Validität umweltmedizinischer Untersuchungsmethoden unter Einbeziehung alternativer Verfahren; Entwicklung diagnostischer Stufenprogramme unter Beachtung differentialdiagnostischer Prinzipien.*
- (EFP; KL)

- *Abschätzung des umweltmedizinischen Untersuchungs- und Beratungsbedarfs*
- (EPF; EP, KL)

- *Untersuchungen zur Effektivität umweltmedizinischer Beratungsstellen unter Berücksichtigung eingesetzter diagnostischer, therapeutischer, personeller und finanzieller Ressourcen.*
- (EPF; KL, S)

- *Entwicklung geeigneter Zugangswege zur Abschätzung monetärer Aspekte von umweltassoziierten Gesundheitsstörungen.*
- (EFP; KL, S)

- *Vergleichende Effizienzbewertung der in Deutschland erprobten unterschiedlichen Versionen in der umweltmedizinischen Aus-, Weiter- und Fortbildung.*
- (EFP; S)

4.6.3 Forschungskoordination

Im Programm der Bundesregierung „Forschung für die Umwelt“ wird im Hinblick auf die begrenzten Ressourcen nicht nur eine inhaltliche Konzentration auf *prioritäre Themen*, sondern auch eine übergreifende *Koordination* gefordert und in ihren Grundzügen dargestellt.

Da Umweltforschung generell als Querschnittsaufgabe aufzufassen ist, beginnt bereits in der Planungsphase die Koordination einzelner Vorhaben auf fachlicher interdisziplinärer und interinstitutioneller Ebene.

Im Hinblick auf die Finanzierung sind die unterschiedlichen Schwerpunkte der Bundesressorts zu berücksichtigen: Während beim Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie die Forschungsförderung allgemein im Vordergrund steht, sind es bei anderen Bundesministerien die spezifischen Ressortaufgaben.

Es wird überlegt, ob über die Einbeziehung bewährter Vorgehensweisen und Gremien hinaus (interministerielle Arbeitsgruppen, Bund/Länder-Kommissionen für Bildungsplanung und Forschungsförderung, Wissenschaftsrat) für die inhaltlich-spezifischen Belange der Forschung im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit eine eigene Koordinationsform gefunden werden sollte. Es sollte geprüft werden, ob das bisherige Procedere der Ressorts zugunsten einer einheitlichen Vergabepaxis bei Forschungsvorhaben verändert werden kann. Beispielhaft könnte das gemeinsame Vorgehen bei dem Sondervorhaben „Endokrin wirksame Substanzen“ sein.