

Bilanzierung umweltbedingter Gesundheitsrisiken

*Ein Diskussionsbeitrag zur Risikokommunikation
im umweltbezogenen Gesundheitsschutz*

Dirk Wintermeyer, André Conrad

Umweltbundesamt (Berlin)

Überblick

Methoden der Bilanzierung im Bereich Umwelt und Gesundheit:

- **Einsatzbereiche**
- **Bedeutung für die Risikokommunikation (Bevölkerung und Regulatoren)**
- **Relevanz für die einzelne Person („individuelle Gesundheitsbilanzen“)**

Methoden der Bilanzierung im Bereich Umwelt und Gesundheit

- **Umweltüberwachungssysteme**
- **Gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung / Umweltbeobachtung (GUB) inkl. Human-Biomonitoring (HBM)**
- **Bevölkerungsbezogene Expositionsschätzungen**
- **Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)**

Methoden I

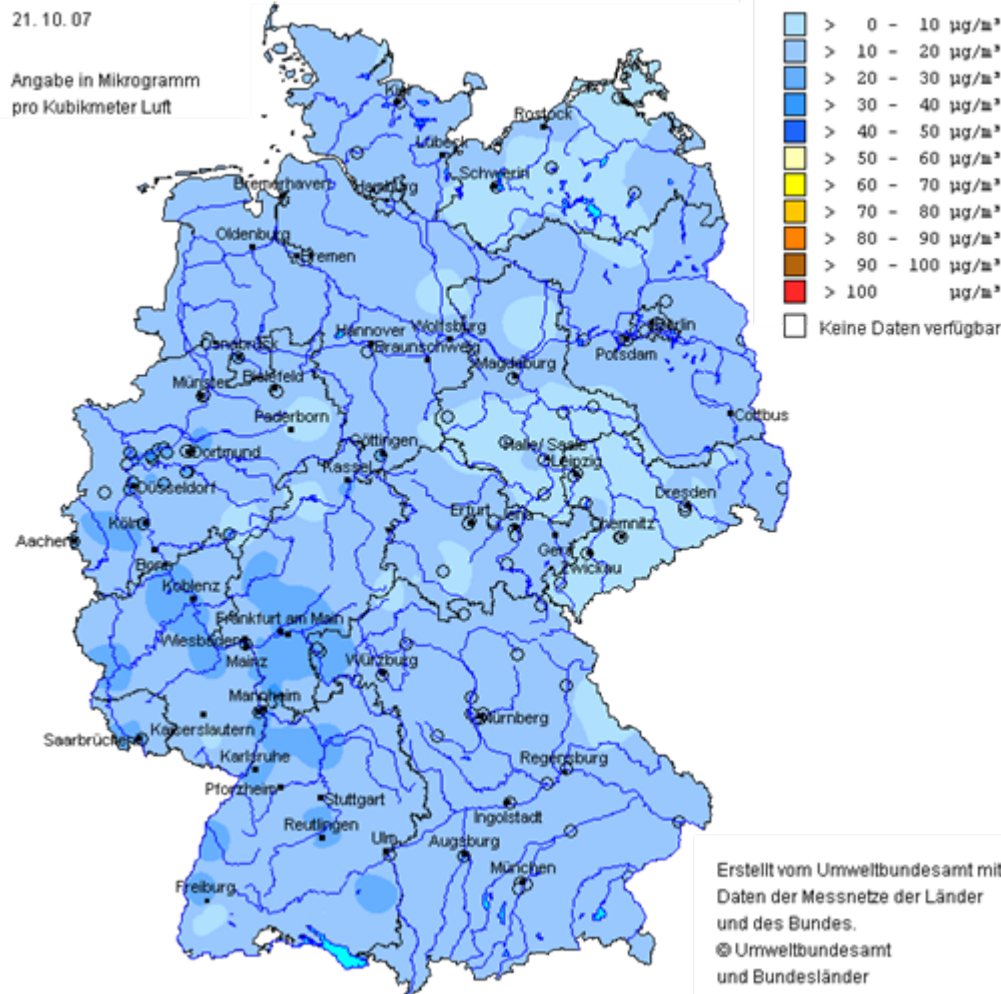
- **Umweltüberwachungssysteme**

Feinstaub-Konzentration in der Außenluft (PM₁₀)

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration

21. 10. 07

Angabe in Mikrogramm
pro Kubikmeter Luft



Luftmessstation

Quelle: Umweltbundesamt

Bewertung von Messdaten unter Berücksichtigung bestehender (gesundheitsbezogener) Grenzwerte

Beispiel:

Feinstaubbelastung (PM₁₀) in Deutschland 2007

Schutzgut	Mittelungs- zeitraum	Grenzwert	Anzahl der Messstationen mit Grenzwert- überschreitungen
Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit	24 Stunden	50 µg/m ³ PM10 dürfen nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden	34
Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m ³ PM10	1

Rechtliche Grundlagen

- Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität, Amtsblatt Nr. L 296 vom 21.11.1996, S. 55-63.
- Richtlinie über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickoxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft – Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.04.1999, Amtsblatt Nr. L 163 vom 29.06.1999, S. 41-60.

Bedeutung für die (individuelle) Gesundheit

Probleme:

- **Stellen die Grenzwerte tatsächlich Wirkungsschwellen dar?**
 - **Können empfindliche Bevölkerungsgruppen berücksichtigt werden?**
 - **Stationarität der (Außenluft-) Messstationen vs. Mobilität der Bevölkerung**
 - **80 - 90% der Zeit in Innenräumen**
- ⇒ **Ableitung (individueller) Gesundheitsrisiken schwierig**

Methoden II

- **Gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung (GUB) inkl. Human-Biomonitoring (HBM):**

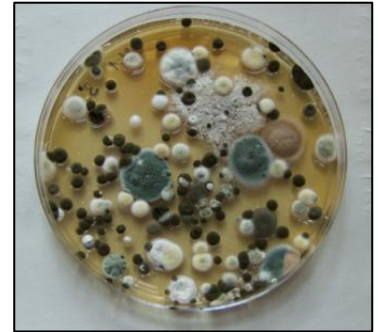
Betrachtung von potentiell schädlichen Umwelteinflüssen und deren Wirkung auf die Gesundheit

Umwelt-Einflüsse

1. biologische
2. physikalische
3. chemische

Instrumente

- I. Human-Biomonitoring
- II. Innenraum-Monitoring
- III. Fragebögen



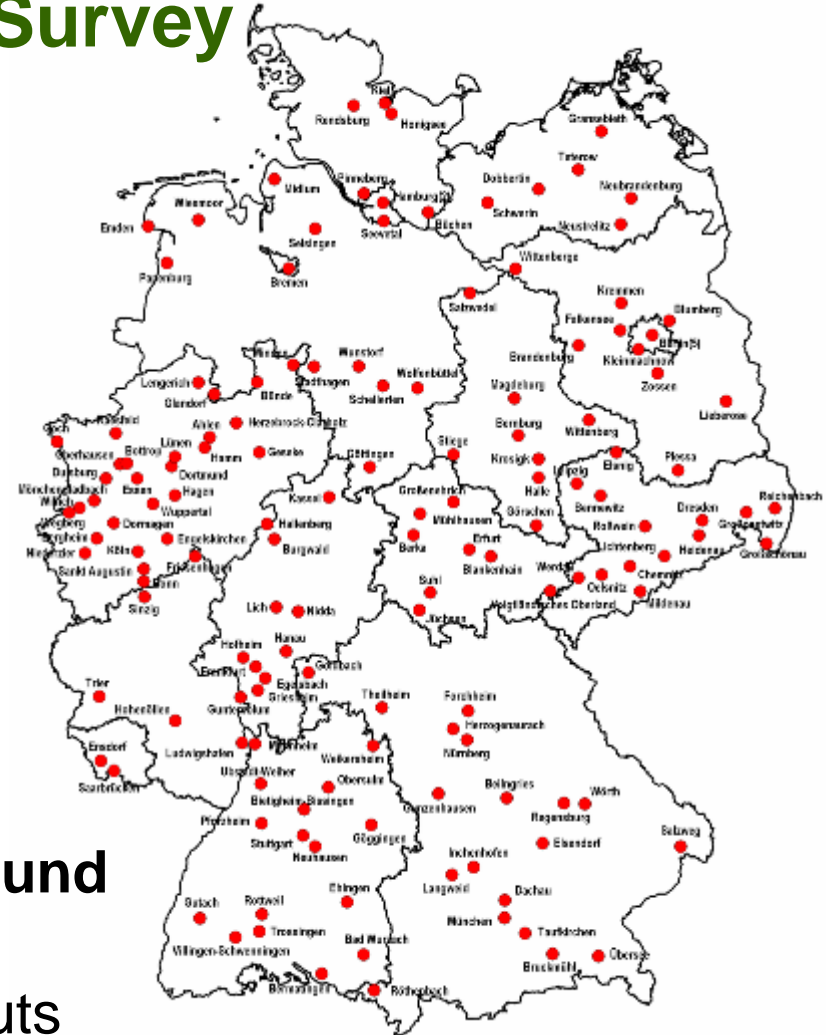
Design Kinder-Umwelt-Survey

1.790 Kinder (3 bis 14 J.)
aus 150 Untersuchungsorten

repräsentativ für
**Alter, Geschlecht, Gemeinde-
größe und Region (Ost/West)**

Feldarbeit von
Mai 2003 bis Mai 2006

**Unter-Stichprobe des Kinder- und
Jugendgesundheits surveys
(KiGGS) des Robert Koch-Instituts**



Kinder-Umwelt-Survey 2003 – 2006

Ausgewählte Ergebnisse:

Hausstaub und korporale Belastung (HBM)

Interview: Expositionsrelevantes Verhalten

Verwendung von Holzschutzmitteln
Tragen bestimmter Kleidung
Aufenthaltszeiten an bestimmten Orten
...

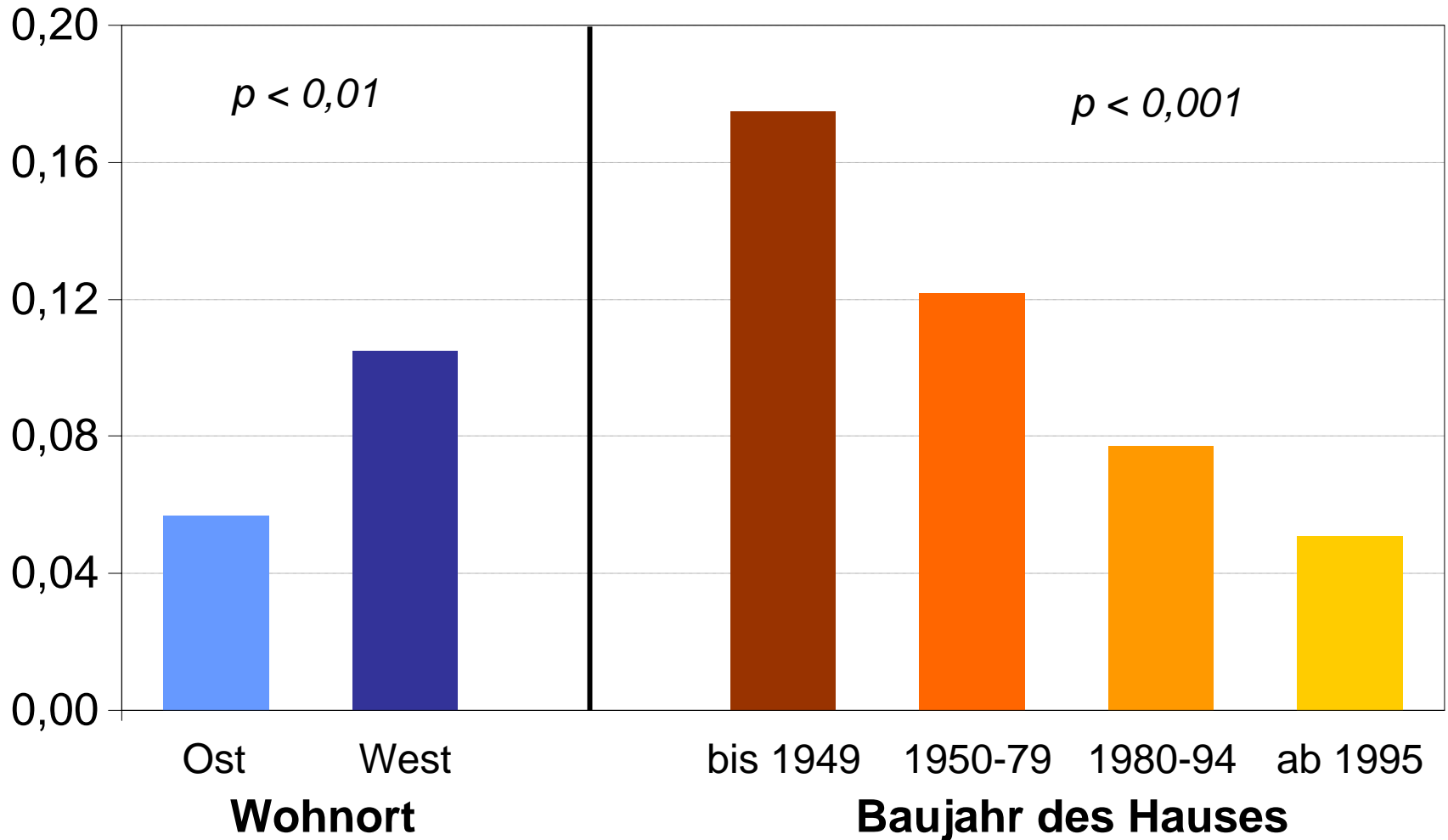


Innenraum-Monitoring

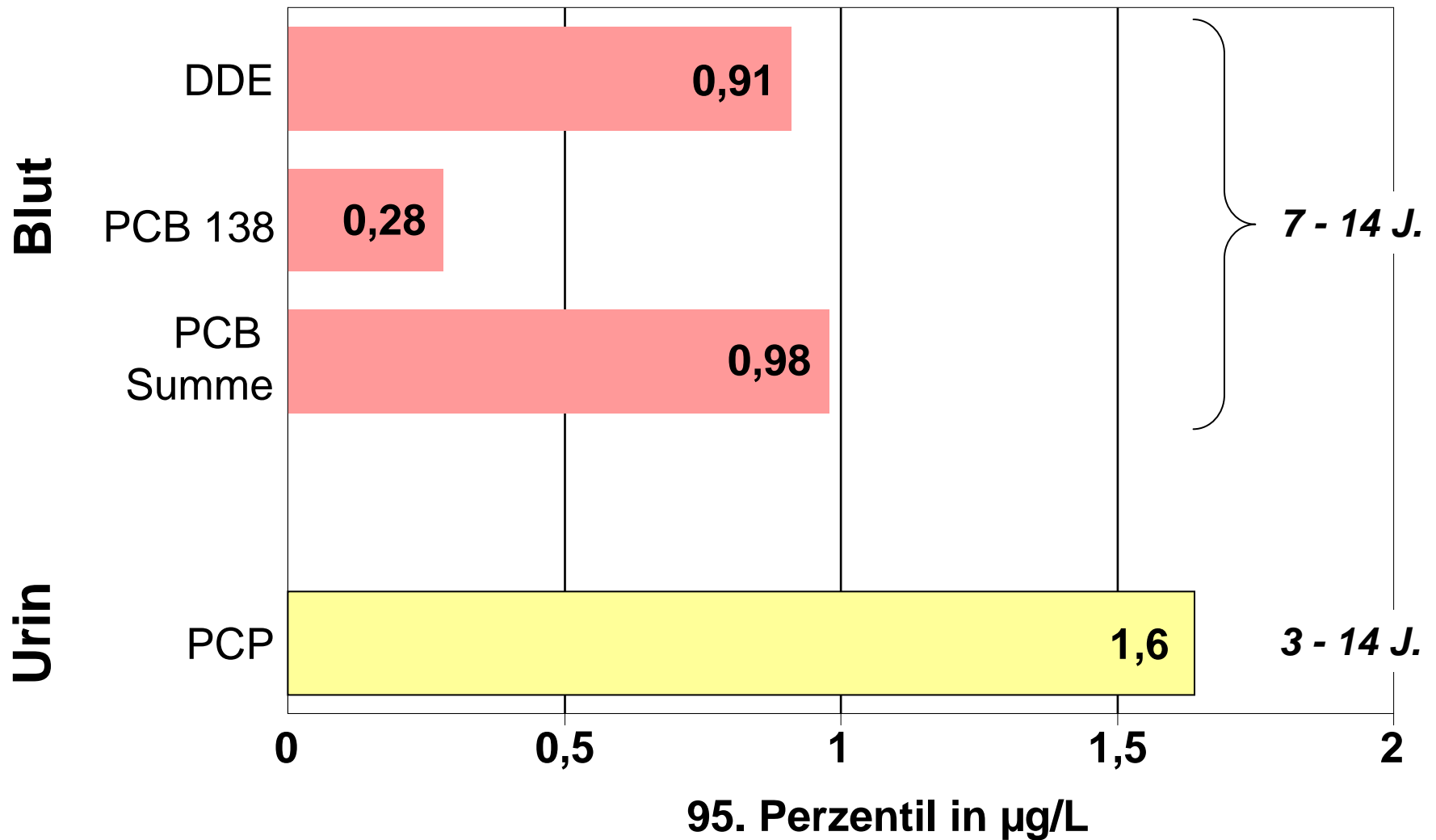
Hausstaub
(n = 600, 63 μm -Siebfraktion):
Biozide, PCB
...



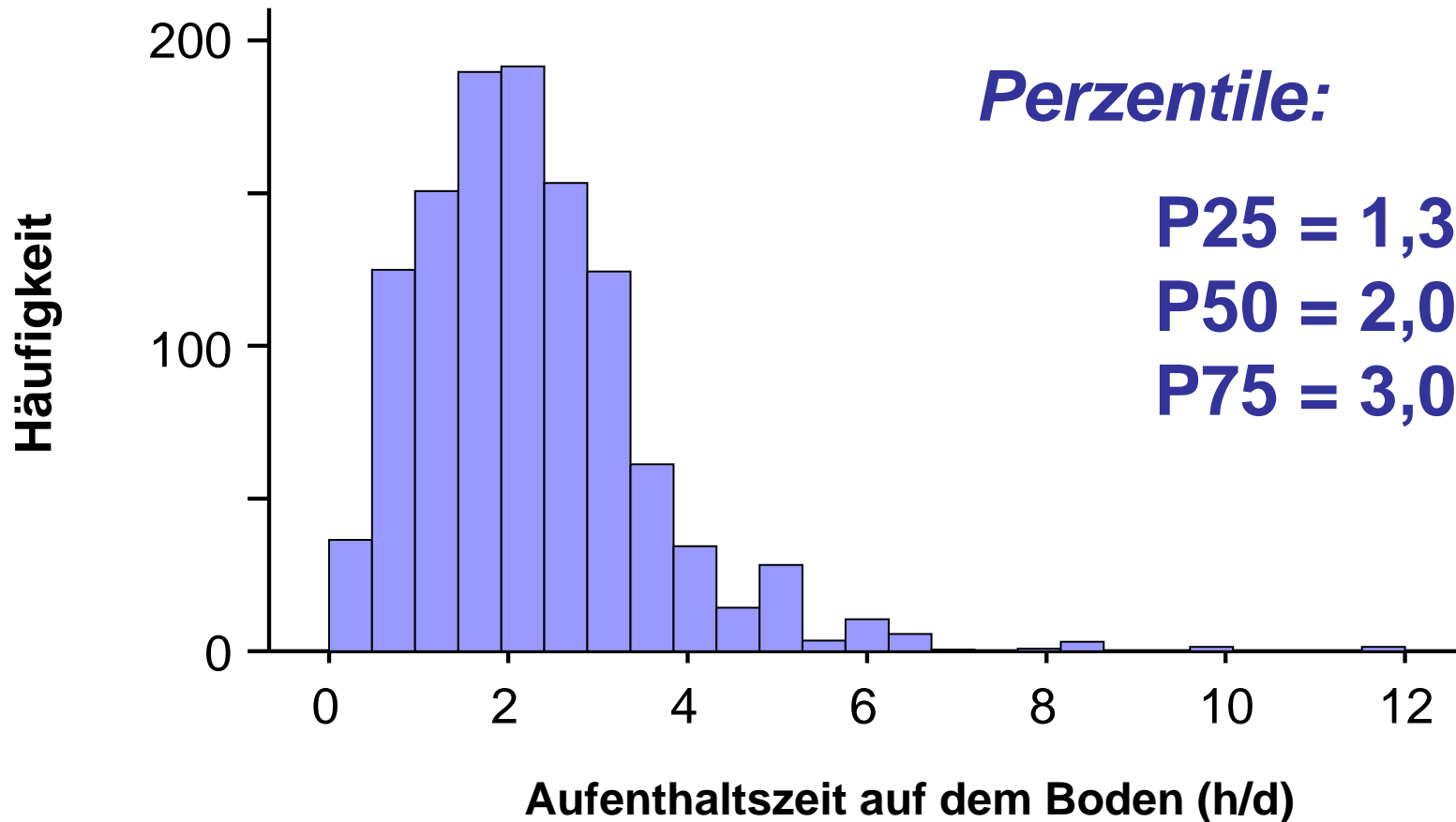
PCP im Hausstaub (geom. Mittel in mg/kg)



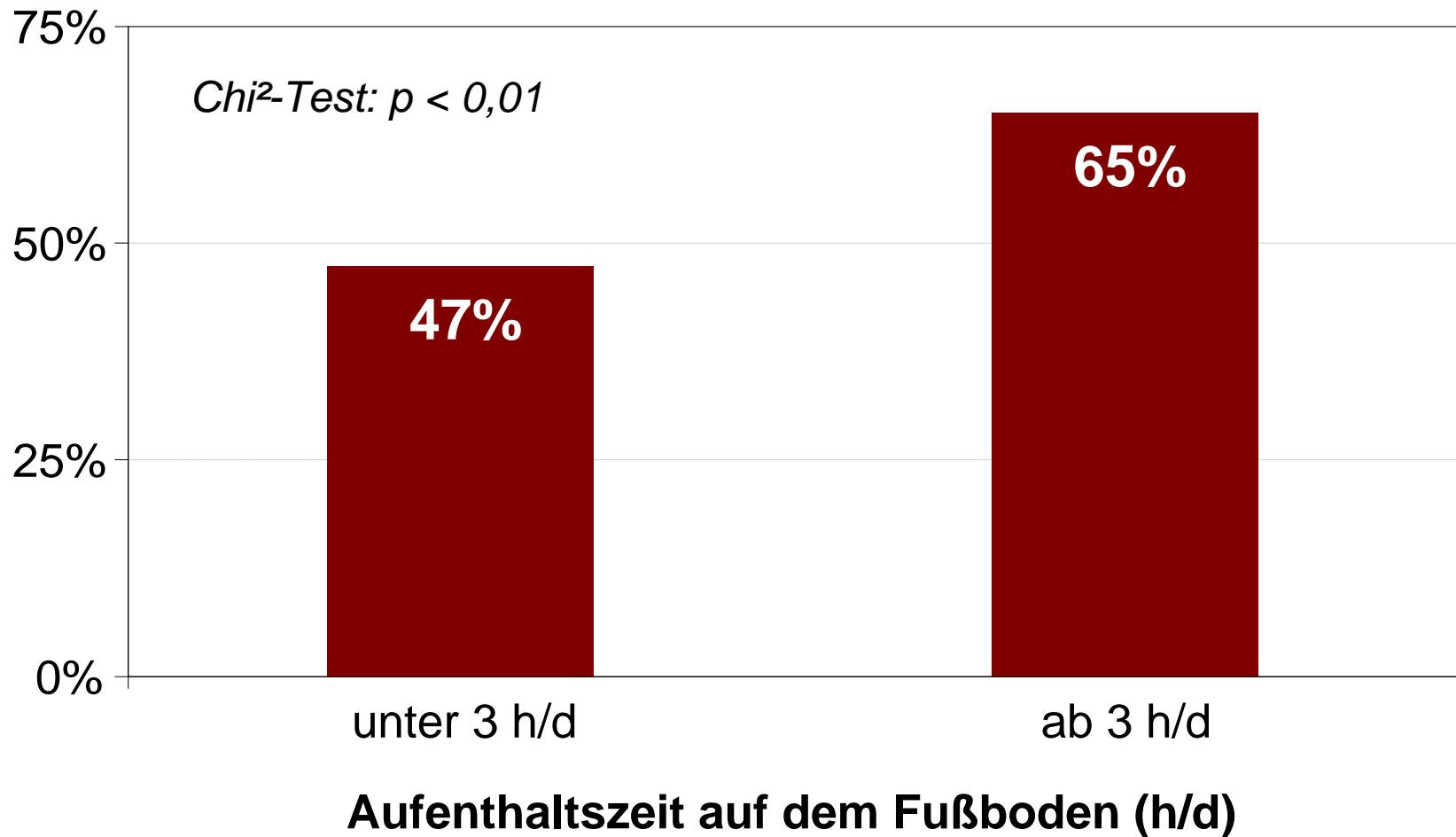
Verbindungen in Blut und Morgenurin



Aufenthaltszeit der 3- bis 10-jährigen Kinder in Deutschland auf dem Fußboden (Histogramm)



PCP im Morgenurin: Anteile über BG (0,6 µg/L)



Bedeutung für die (individuelle) Gesundheit

Probleme:

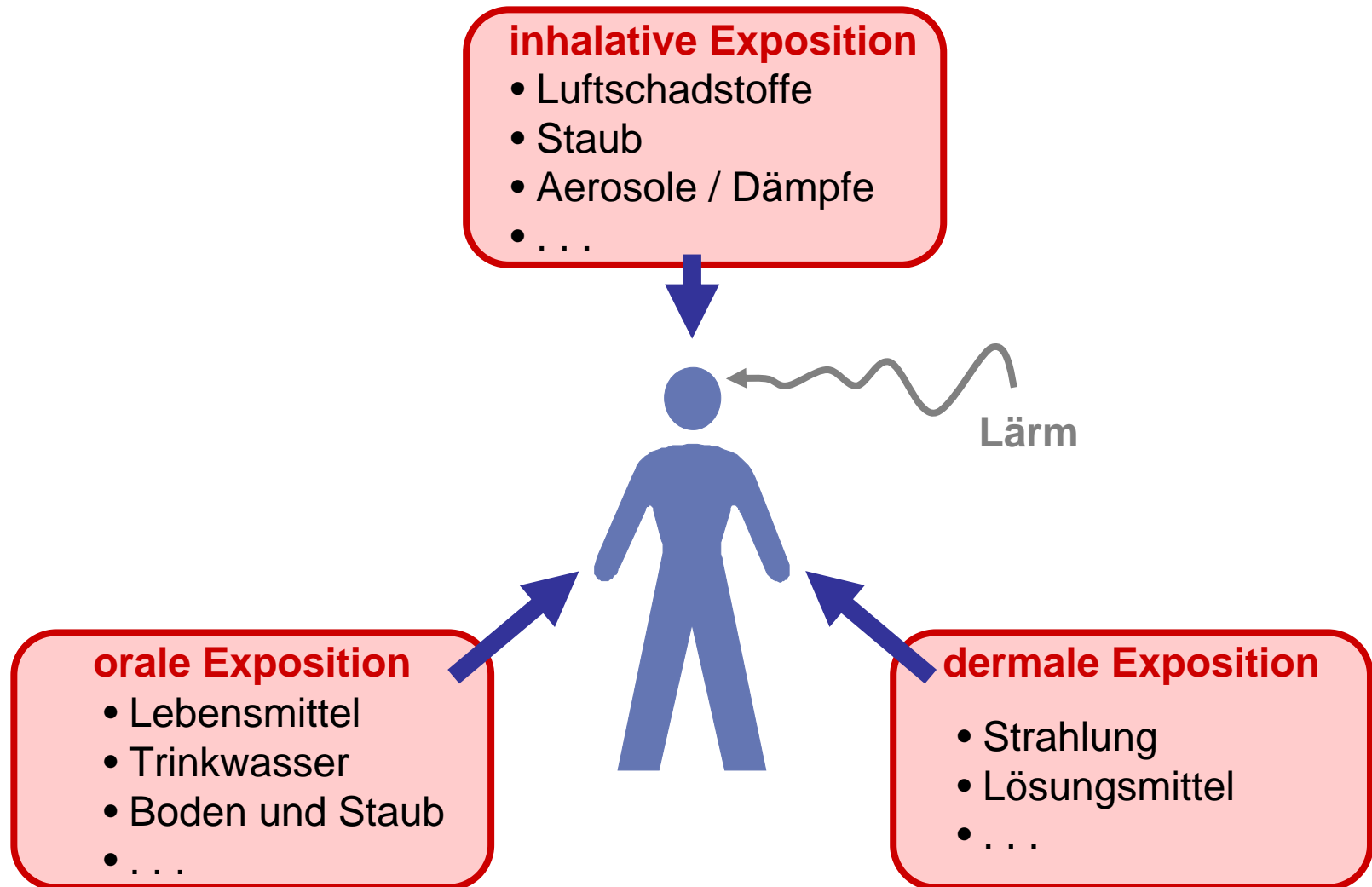
- **Aufklärung der Ursachen der korporalen Belastung aufgrund begrenzter Informationen limitiert**
 - **Übertragbarkeit der Ergebnisse auf nicht untersuchte Bevölkerung eingeschränkt**
 - **Regelmäßige Durchführung bundesweiter Umweltsurveys keine Routineaufgabe (hoher Kosten- und Zeitaufwand)**
- ⇒ **Ableitung (individueller) Gesundheitsrisiken eingeschränkt**

Methoden III

- **Bevölkerungsbezogene Expositionsschätzungen**

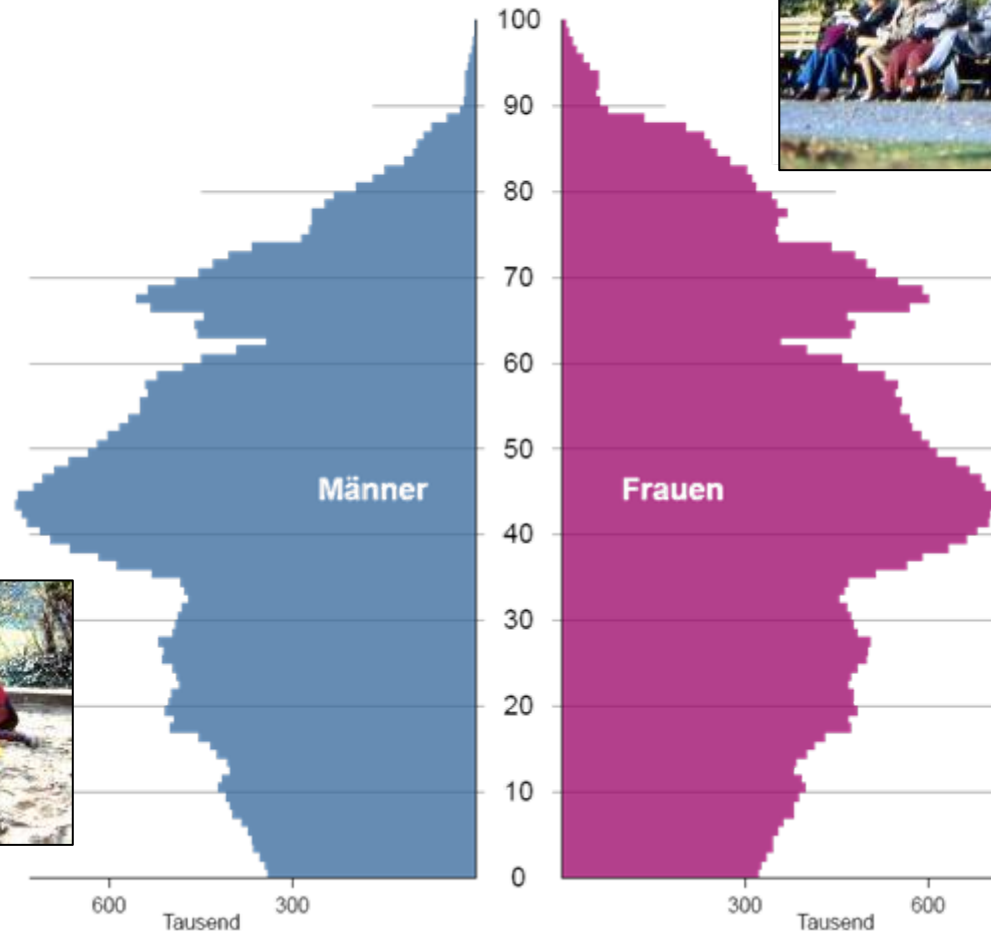
Bevölkerungsbezogene Schätzung der Schadstoffe aus der Umwelt, die der Mensch aufnimmt, auf Basis von Modellrechnungen

Expositionspfade zum Menschen



Betrachtete Bevölkerung

Altersaufbau: 2007
Deutschland



Quelle: Destatis

Fallbeispiel Feinstaub: Wie viel Feinstaub atmen wir täglich ein?

$$\text{Menge} = \sum_{\text{Aufenthalts-orte}} \text{Konzentration (in Atemluft)} \times \text{Atem-volumen} \times \text{Zeit}$$

Extrem ungünstiger Fall (Punktschätzung)



Quelle: BMU / Böhme

$$10 \text{ mg} = \sum_{\text{Aufenthalts-orte}} 500 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 20 \text{ m}^3/\text{d} \times 24 \text{ h}$$

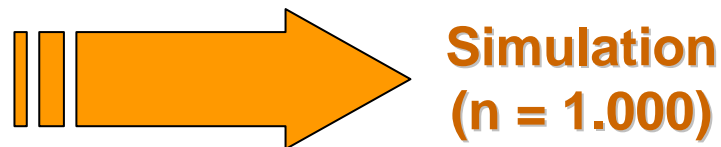
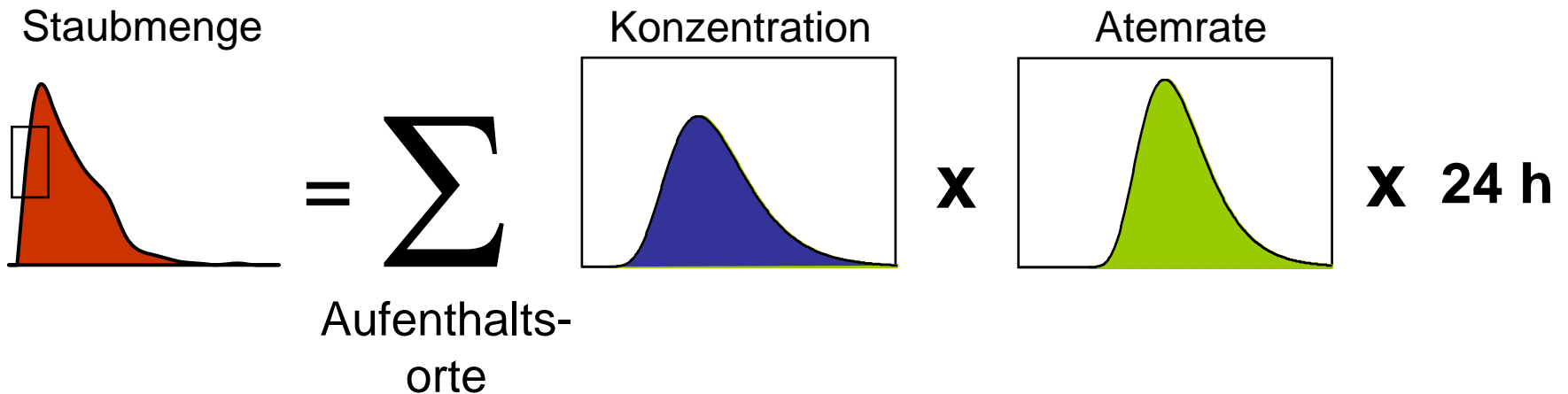
Extrem günstiger Fall (Punktschätzung)



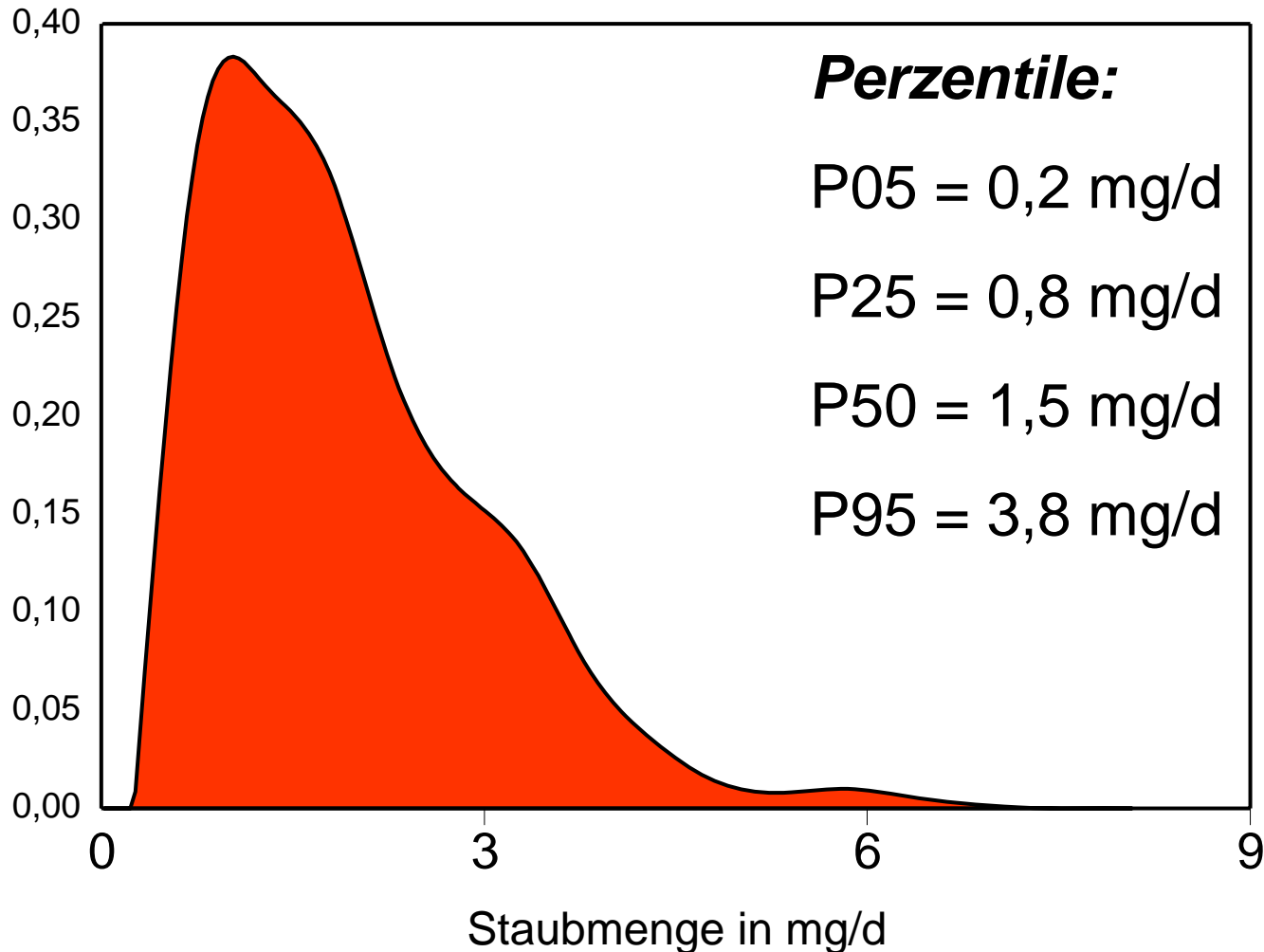
Quelle: BMU / Oed

$$0,08 \text{ mg} = \sum_{\text{Aufenthalts-orte}} 10 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \mathbf{x} \quad 8 \text{ m}^3/\text{d} \quad \mathbf{x} \quad 24 \text{ h}$$

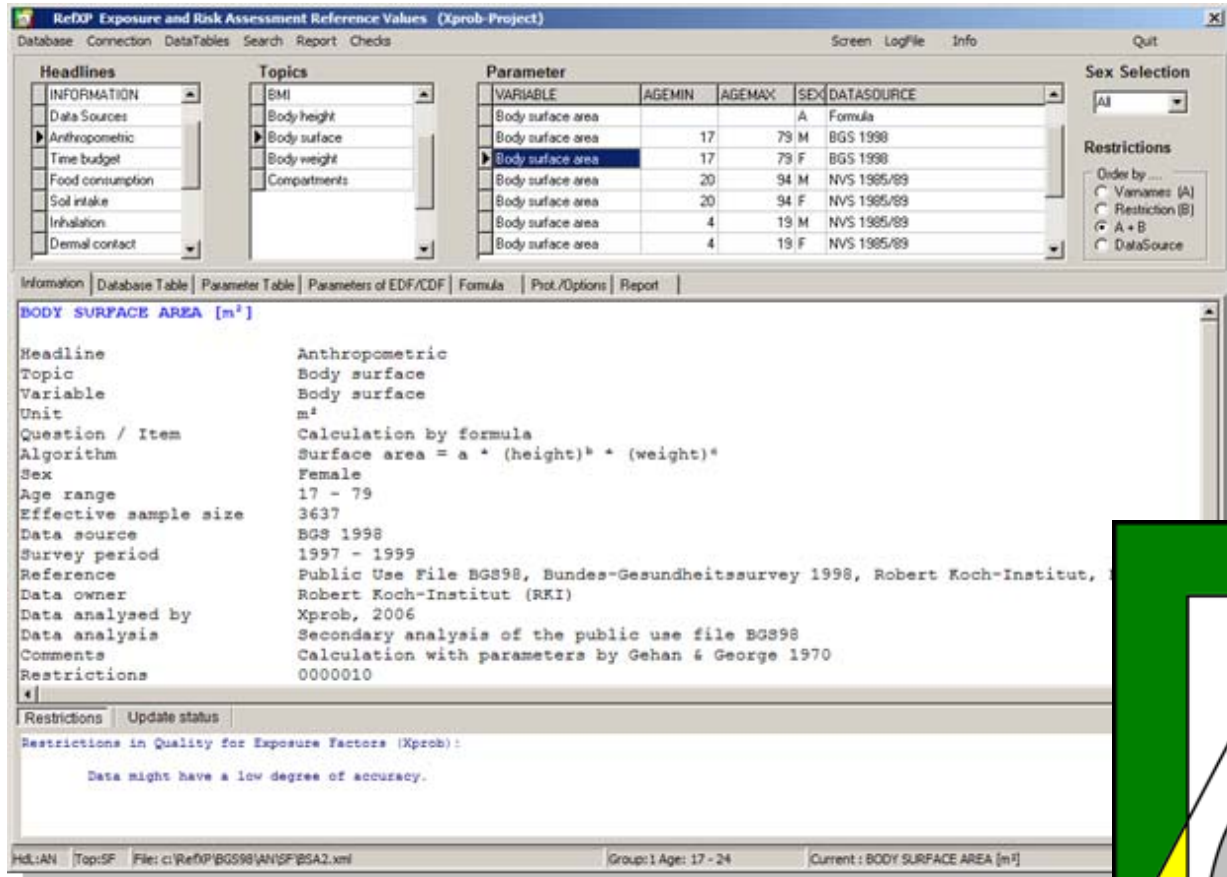
Berücksichtigung von Variation Verteilungsschätzung



Ergebnis einer Simulation (Dichte-Funktion)



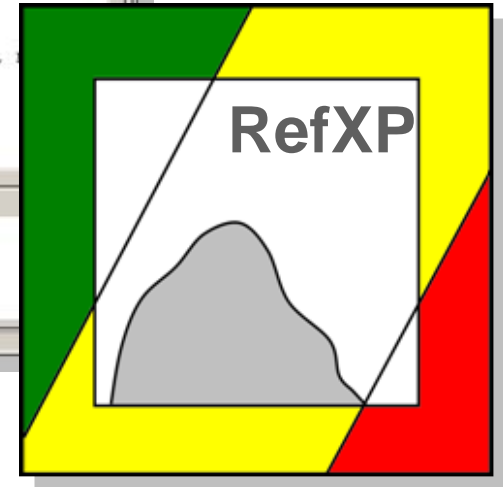
Die Datenbank RefXP



The screenshot shows the RefXP software interface with the following components:

- Headlines:** A list of categories including INFORMATION, Data Sources, Anthropometric, Time budget, Food consumption, Soil intake, Inhalation, and Dermal contact.
- Topics:** A list of sub-categories including BMI, Body height, Body surface, Body weight, and Compartments.
- Parameter Table:** A table with columns for VARIABLE, AGEMIN, AGEMAX, SEX, and DATASOURCE. The selected row is:

VARIABLE	AGEMIN	AGEMAX	SEX	DATASOURCE
Body surface area			A	Formula
Body surface area	17	79	M	BGS 1998
Body surface area	17	79	F	BGS 1998
Body surface area	20	94	M	NVS 1985/89
Body surface area	20	94	F	NVS 1985/89
Body surface area	4	19	M	NVS 1985/89
Body surface area	4	19	F	NVS 1985/89
- Sex Selection:** A dropdown menu set to 'All'.
- Restrictions:** Radio buttons for 'Order by...' with options: 'Varnames (A)', 'Restriction (B)', 'A + B', and 'DataSource'.
- Information Panel:**
 - Database Table:** BODY SURFACE AREA [m²]
 - Headline:** Anthropometric
 - Topic:** Body surface
 - Variable:** Body surface
 - Unit:** m²
 - Question / Item:** Calculation by formula
 - Algorithm:** Surface area = a * (height)² * (weight)²
 - Sex:** Female
 - Age range:** 17 - 79
 - Effective sample size:** 3637
 - Data source:** BGS 1998
 - Survey period:** 1997 - 1999
 - Reference:** Public Use File BGS98, Bundes-Gesundheitssurvey 1998, Robert Koch-Institut,
 - Data owner:** Robert Koch-Institut (RKI)
 - Data analysed by:** Xprob, 2006
 - Data analysis:** Secondary analysis of the public use file BGS98
 - Comments:** Calculation with parameters by Gehan & George 1970
 - Restrictions:** 0000010
- Restrictions:** A section titled 'Restrictions in Quality for Exposure Factors (Xprob):' with the text 'Data might have a low degree of accuracy.'
- Status Bar:** Shows 'File: c:\RefXP\BGS98\AN\SF\BSA2.xml', 'Group: 1 Age: 17 - 24', and 'Current: BODY SURFACE AREA [m²]'.

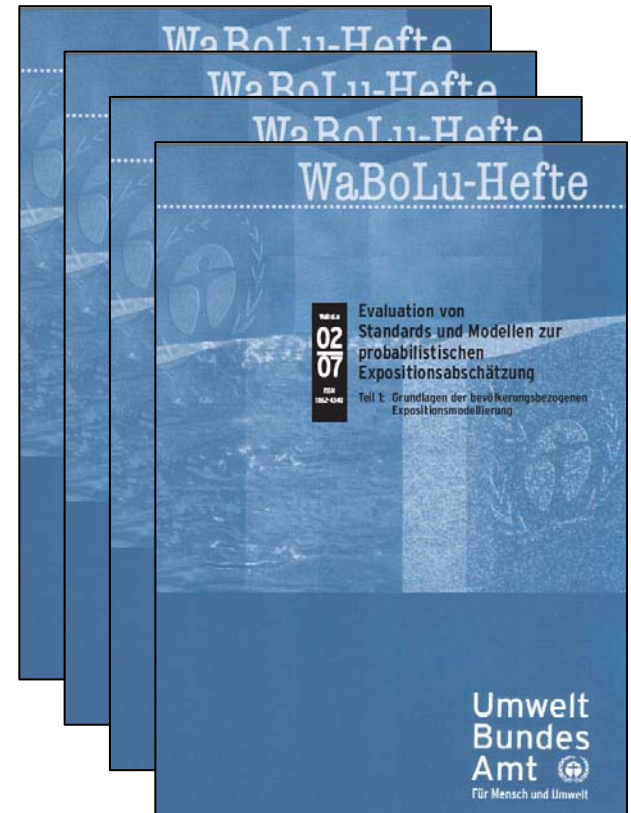


Inhalte der Datenbank RefXP

- Anthropometrische Daten (Körpergewicht, ...)
- Aufenthaltszeiten und -orte
- Lebensmittel- und Trinkwasserverzehr
- Inhalation (Atemraten)
- Wohncharakteristika (Wohndauer, -fläche, ...)
- Hautoberfläche
- Orale Aufnahme von Boden
- **Nicht enthalten: Schadstoff-Konzentrationen in Umweltmedien!**

Abschlussbericht zum Projekt *Xprob*

- **Gute Praxis** der bevölkerungsbezogenen Expositionsschätzung
- Kriterien zur Beurteilung der **Datenqualität**
- **Fallbeispiele**
- **Leitfaden** zur Durchführung von bevölkerungsbezogenen Expositionsschätzungen mit @Risk[®] in MS-Excel[®]



Bedeutung für die (individuelle) Gesundheit

Probleme:

- Nicht alle Expositionsparameter können im Modell berücksichtigt werden
 - Teilweise mangelhafte Datenlage
 - Berechnungsaufwand hoch
 - Es wird nur die Exposition, nicht die gesundheitliche Wirkung modelliert
- ⇒ **Ableitung (individueller) Gesundheitsrisiken eingeschränkt**

Methoden IV

- **Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)**

Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)

Global Burden of Disease-Studie (WHO, seit 1992):

Weltweite Quantifizierung von Mortalität, Morbidität und Risikofaktoren anhand von 108 Krankheiten, Behinderungen auf nationaler Ebene

Ziele:

- **Entwicklung effizienter und kostengünstiger Risikominderungsmaßnahmen**
- **Vergleich des Gesundheitsstatus‘ und der Risikofaktoren zwischen den Nationen**

Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)

Methodik von EBD-Studien:

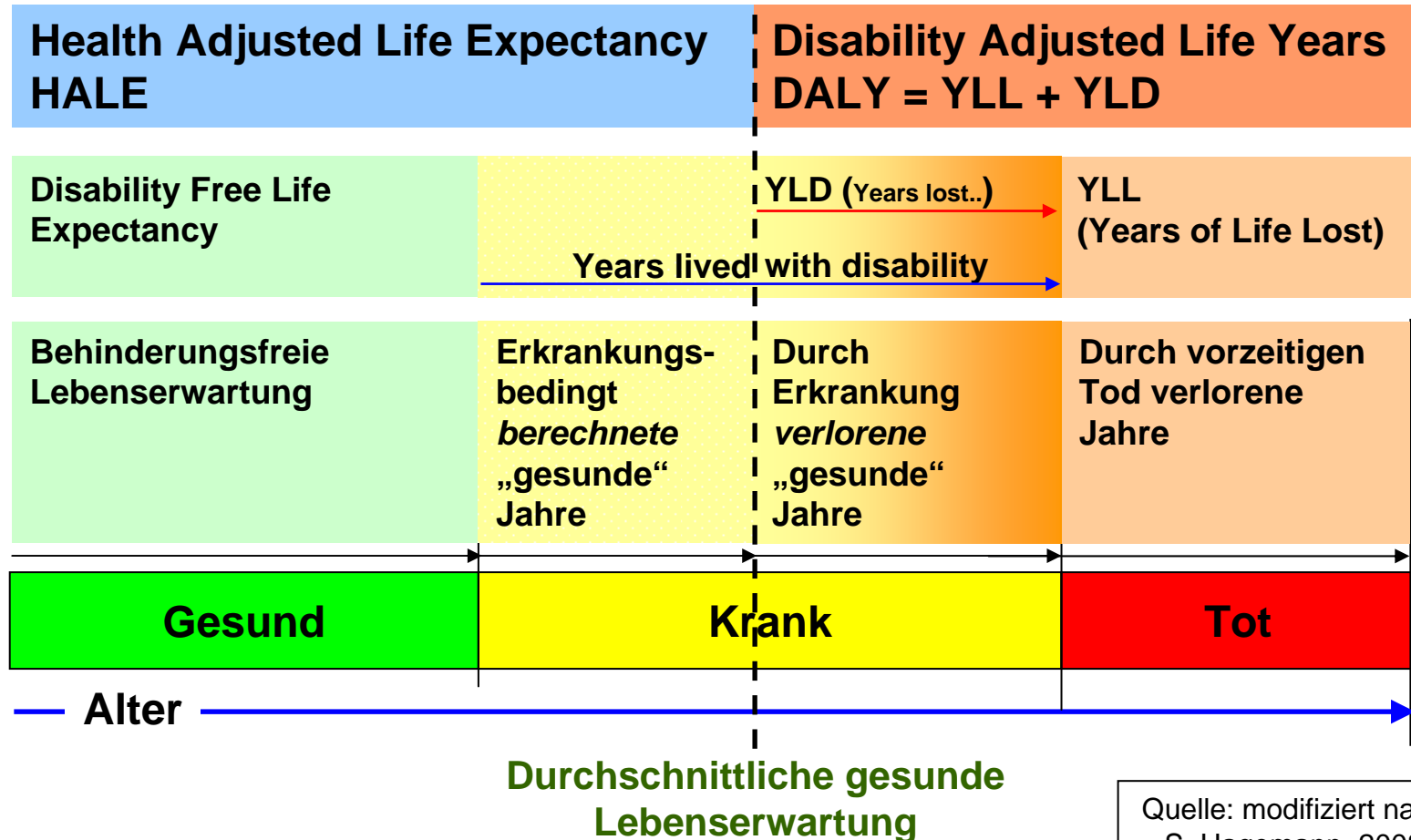
- Vergleichbarkeit von Gesundheitsrisiken durch Summenmaße („Summary Measures of Population Health“, SMPH)
- Entwicklung der „Disability-adjusted life years“ - DALY (Murray & Lopez, 1997):

$$\text{DALY} = \text{YLL} + \text{YLD}$$

YLL: years of life lost due to premature mortality

YLD: years lost due to disability

Krankheitslasten vergleichbar machen: Summenparameter



Quelle: modifiziert nach S. Hagemann, 2008

Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)

Environmental Burden of Disease (EBD):

Quantifizierung von Mortalität, Morbidität bedingt durch Umweltfaktoren auf nationaler Ebene (Prüss-Üstün et al., WHO, 2003)

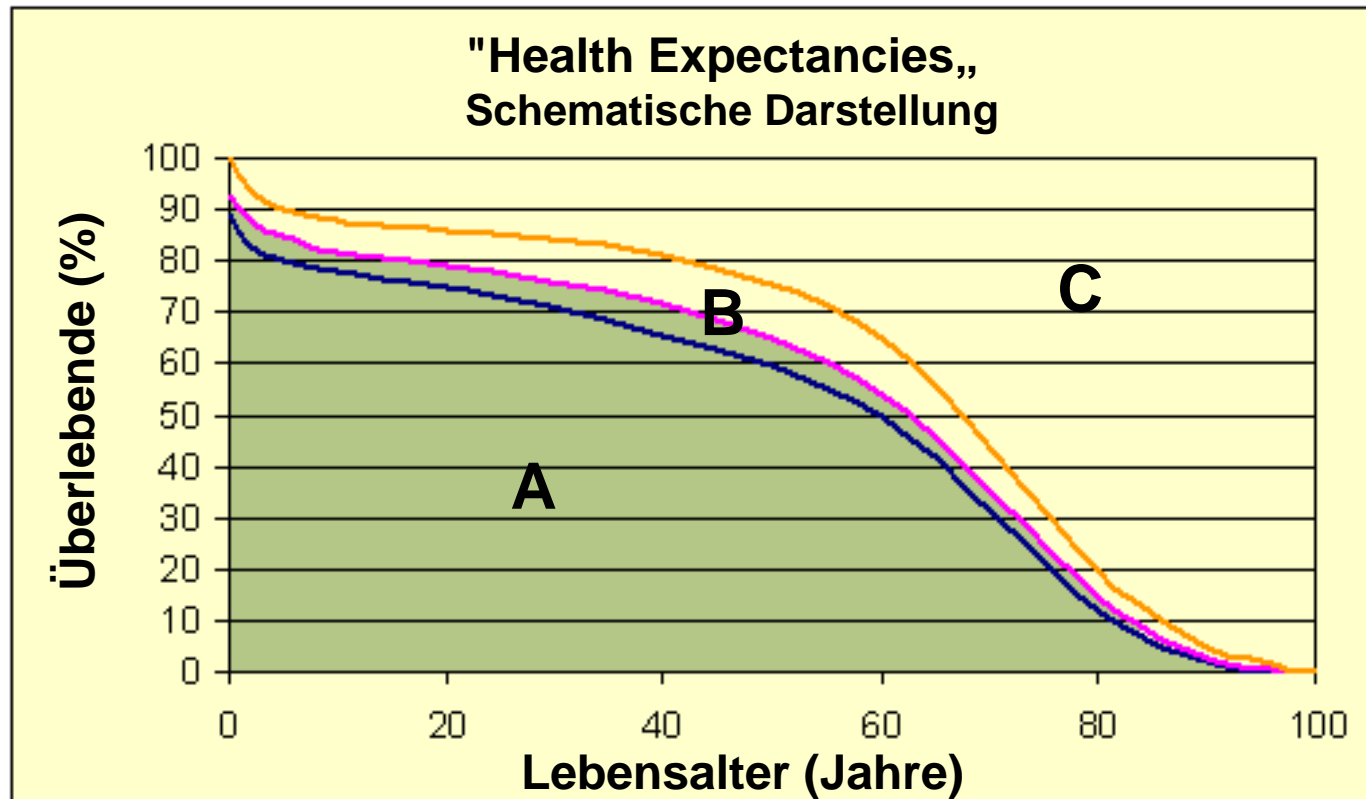
Luftqualität	Strahlung
Chemikaliensicherheit (Unfälle)	Abfälle, Bodenkontamination
Lebensmittelsicherheit	Verkehrsunfälle
Wohnumgebung	Verunreinigte Gewässer
Lärm	Arbeitssicherheit

Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)

Ziele von EBD-Studien:

- **Welche Umweltbelastungen generieren die größten Beeinträchtigungen der Bevölkerungsgesundheit?**
- **Um wie viel wird die Krankheitslast sinken, wenn RM-Maßnahmen implementiert werden?**
- **Welche Expositionsreduktionen würden die größten Verbesserungen erzeugen?**

Umweltbedingte Krankheitslasten - „Environmental Burden of Disease“ (EBD)



Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)

Probleme:

- Hoher Daten- und Berechnungsaufwand
 - Fehlende oder ungenaue Daten zur Morbidität und zu Todesursachen
 - Gewichtung unterschiedlicher Erkrankungen, Behinderungen (bei den YLD) diskussionswürdig, gerade wegen des großen Einflusses auf die Gesamtberechnung
 - Keine Ableitung individueller Gesundheitsrisiken
- ⇒ **Lediglich ein qualitativer Vergleich unterschiedlicher Gesundheitsrisiken relativ zueinander möglich**

Schlussfolgerungen für die (individuelle) Risikokommunikation im Bereich Umwelt und Gesundheit

- **Umweltüberwachungssysteme**
- **Gesundheitsbezogene Umweltbericht-
erstattung / Umweltbeobachtung (GUB)
inkl. Human-Biomonitoring (HBM)**
- **Bevölkerungsbezogene
Expositionsschätzungen**
- **Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)**

Persönliche Gesundheitsbilanzen – Sind sie mit den gegebenen Instrumentarien möglich?

- **Umweltüberwachungssysteme:**
Nein. Liefern Hinweise auf Gesundheitsrisiken für die Allgemeinbevölkerung (Grenzwerte). Gesundheitliche Effekte nicht berücksichtigt.
- **Gesundheitsbezogene Umweltberichterstattung (GUB) inkl. Human-Biomonitoring (HBM)**
Im Prinzip ja. Korporale Belastung – Bewertung mittels HBM I- und HBM II-Werten z. T. möglich. Einordnung durch Referenzwerte möglich. Tatsächliche gesundheitliche Effekte nicht berücksichtigt.

Persönliche Gesundheitsbilanzen –

Sind sie mit den gegebenen Instrumentarien möglich?

- **Bevölkerungsbezogene Expositionsschätzungen**

Im Prinzip ja. Individuelle Exposition –
Bewertung mittels TDI-Werten z. T. möglich.
Risikoreduktion durch Pfadanalyse. Einordnung
durch Vergleich mit der Verteilung in der
Gesamtbevölkerung möglich. Tatsächliche
gesundheitliche Effekte nicht berücksichtigt.

- **Umweltbedingte Krankheitslasten (EBD)**

Nein. Komplexe bevölkerungsbezogene
Betrachtung zum integralen Risikovergleich
verschiedener Umweltbelastungen.

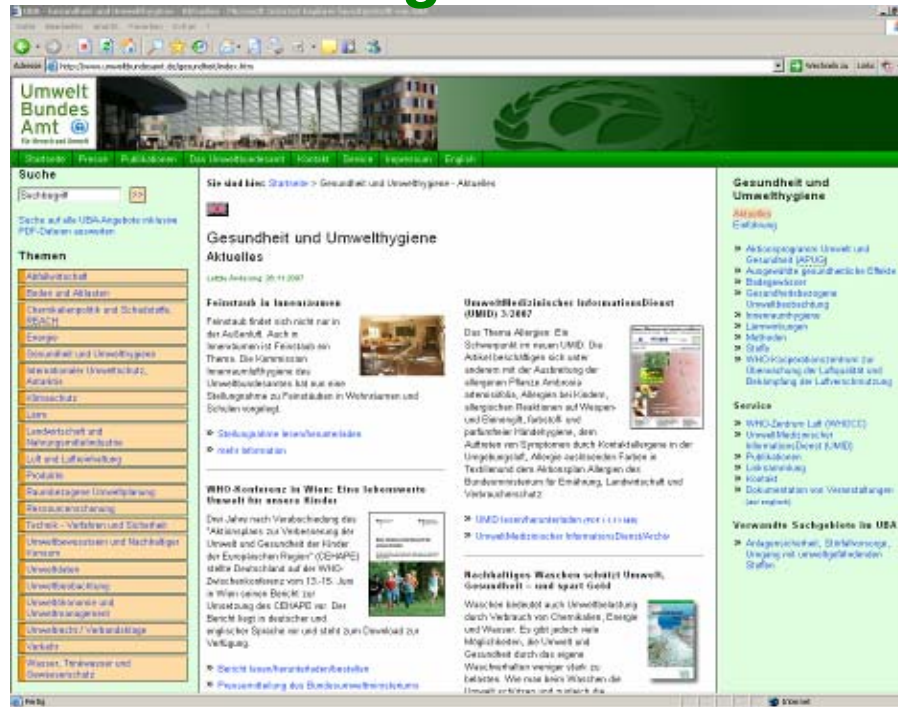
Persönliche Gesundheitsbilanzen – Sind sie mit den gegebenen Instrumentarien möglich?

Fazit:

- **Persönliche Gesundheitsbilanzen bis dato im Standardinstrumentarium der GUB nicht enthalten/vorgesehen**
- **Persönliche Betroffenheit als effektive Triebfeder für gesundheitsbewusstes Verhalten**
- **Erste erfolgversprechende Ansätze für persönliche Gesundheitsbilanzen als Motivation zur verstärkten Befassung mit diesem Instrument**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.uba.de/gesundheit



andre.conrad@uba.de

dirk.wintermeyer@uba.de