

# 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)**

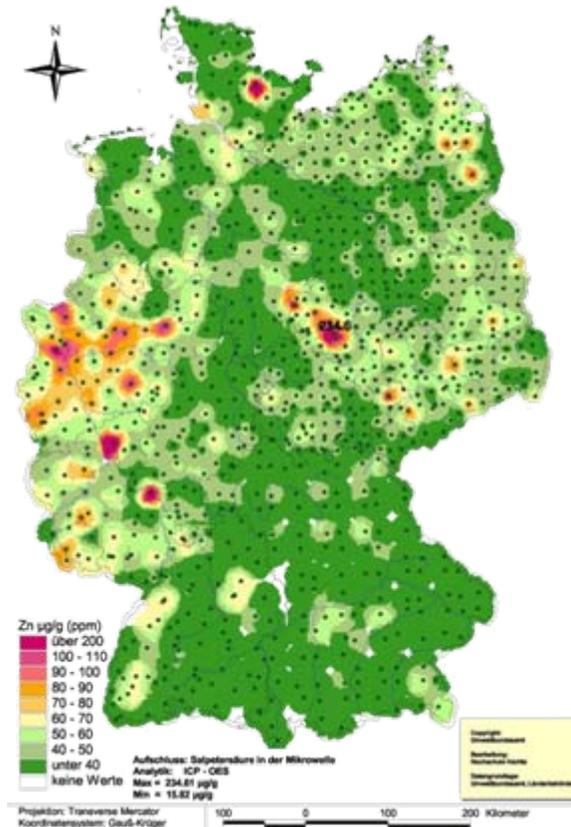
# Methoden I

- **Umweltüberwachungssysteme**

# Umweltüberwachung



UBA-Luftgüte-Messnetz



Moos-Monitoring



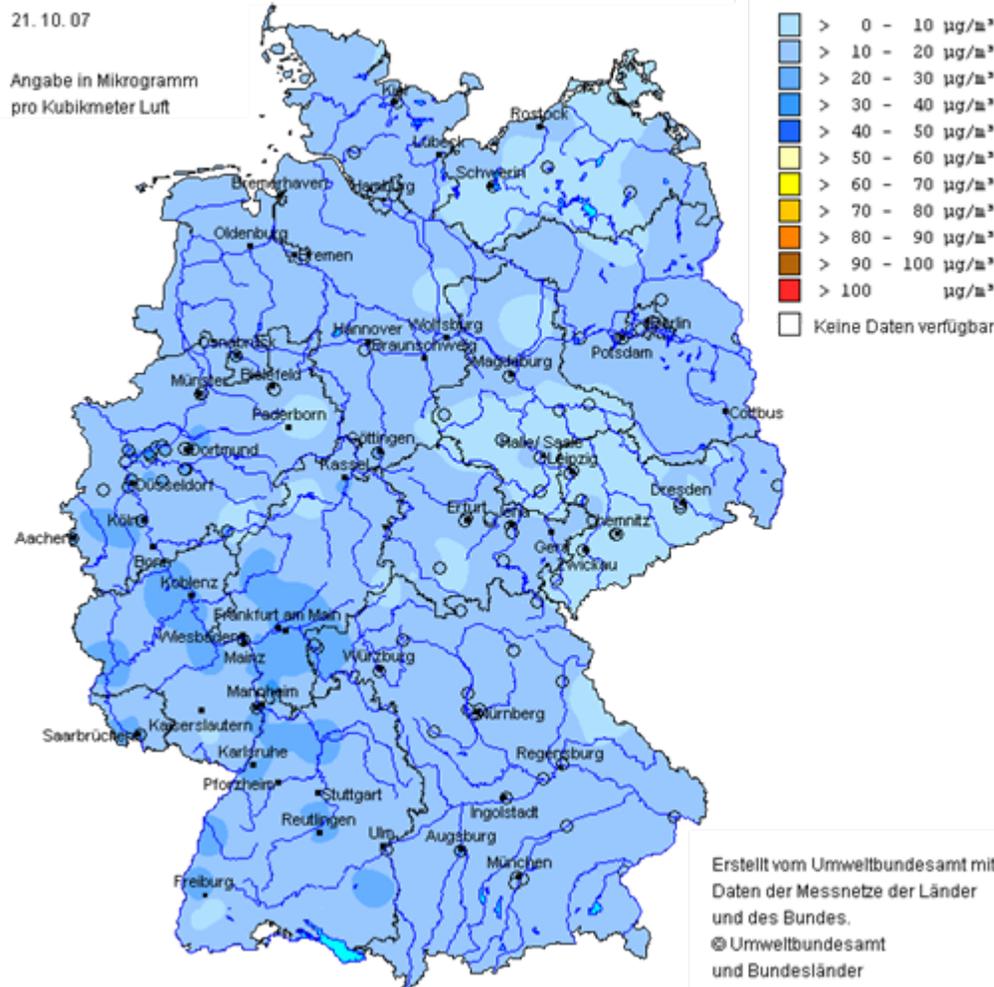
Umweltprobenbank

# Feinstaub-Konzentration in der Außenluft (PM<sub>10</sub>)

## Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration

21. 10. 07

Angabe in Mikrogramm  
pro Kubikmeter Luft



Erstellt vom Umweltbundesamt mit  
Daten der Messnetze der Länder  
und des Bundes.  
© Umweltbundesamt  
und Bundesländer



## Luftmessstation

Quelle: Umweltbundesamt

## Bewertung von Messdaten unter Berücksichtigung bestehender (gesundheitsbezogener) Grenzwerte

Beispiel:

### Feinstaubbelastung (PM<sub>10</sub>) in Deutschland 2007

Schutzgut	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Anzahl der Messstationen mit Grenzwertüberschreitungen
Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit	24 Stunden	50 µg/m <sup>3</sup> PM10 dürfen nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden	34
Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup> 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





# 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  
...

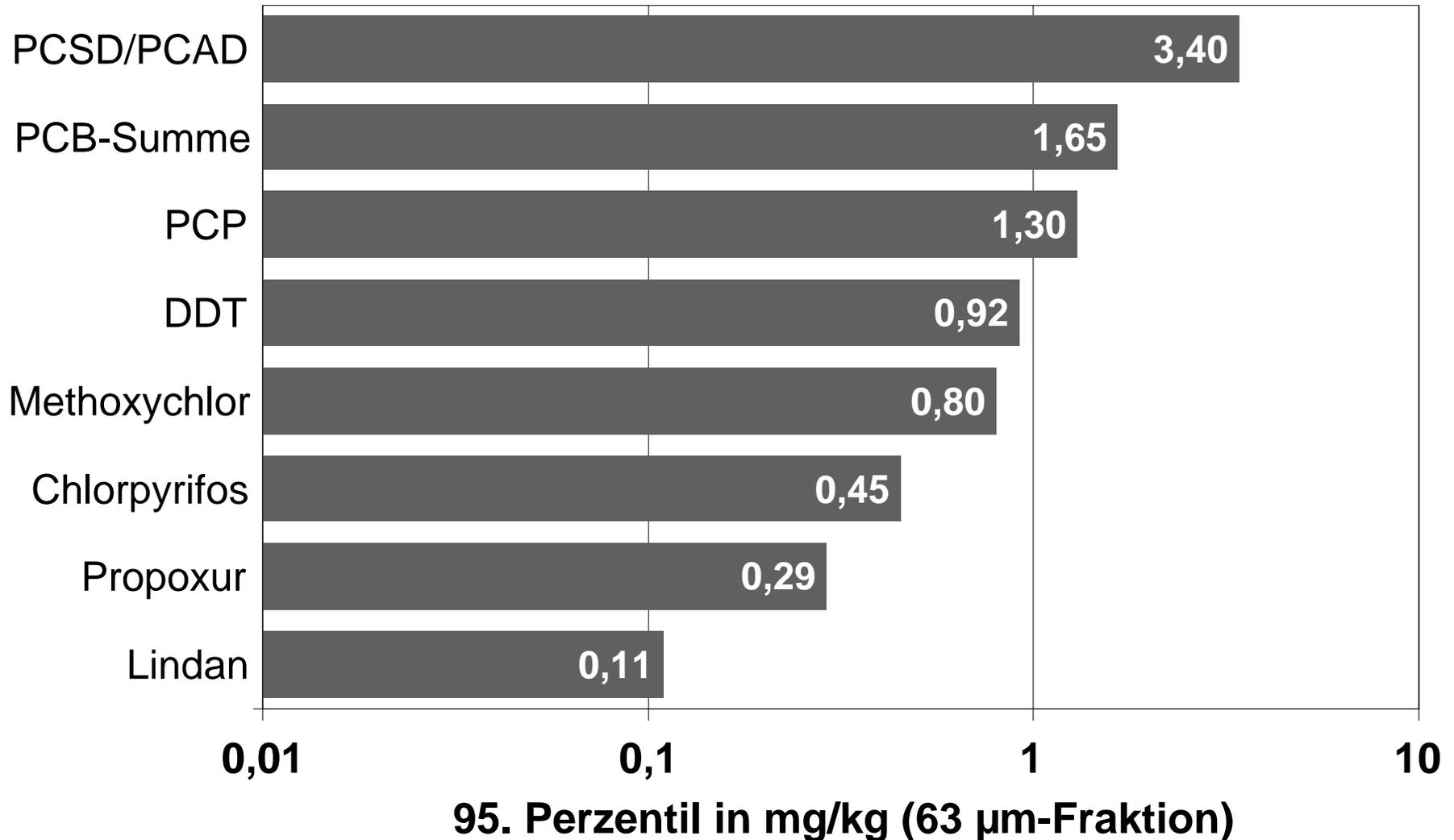


## Innenraum-Monitoring

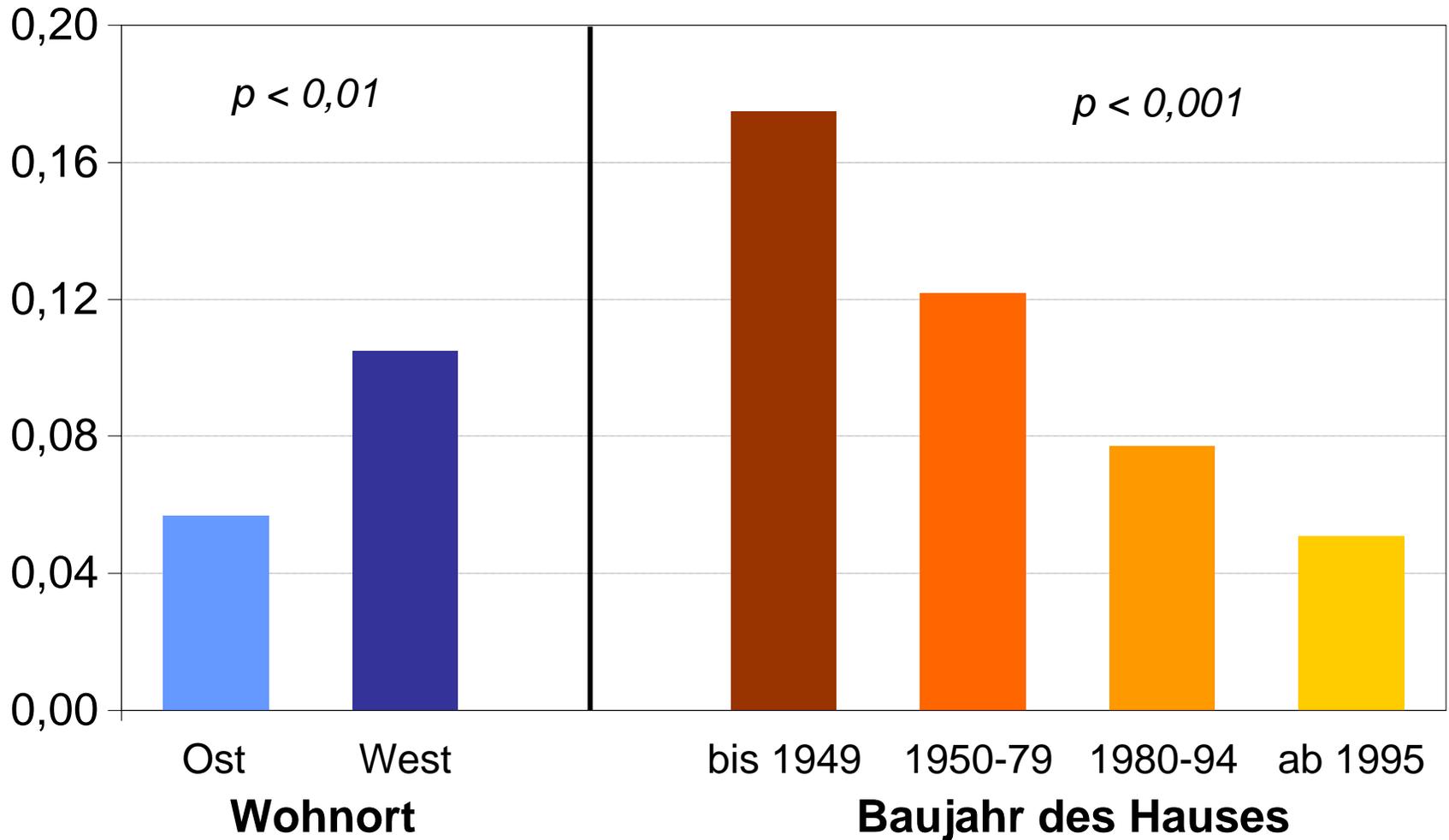
**Hausstaub**  
(n = 600, 63 µm-Siebfraktion):  
Biozide, PCB  
...



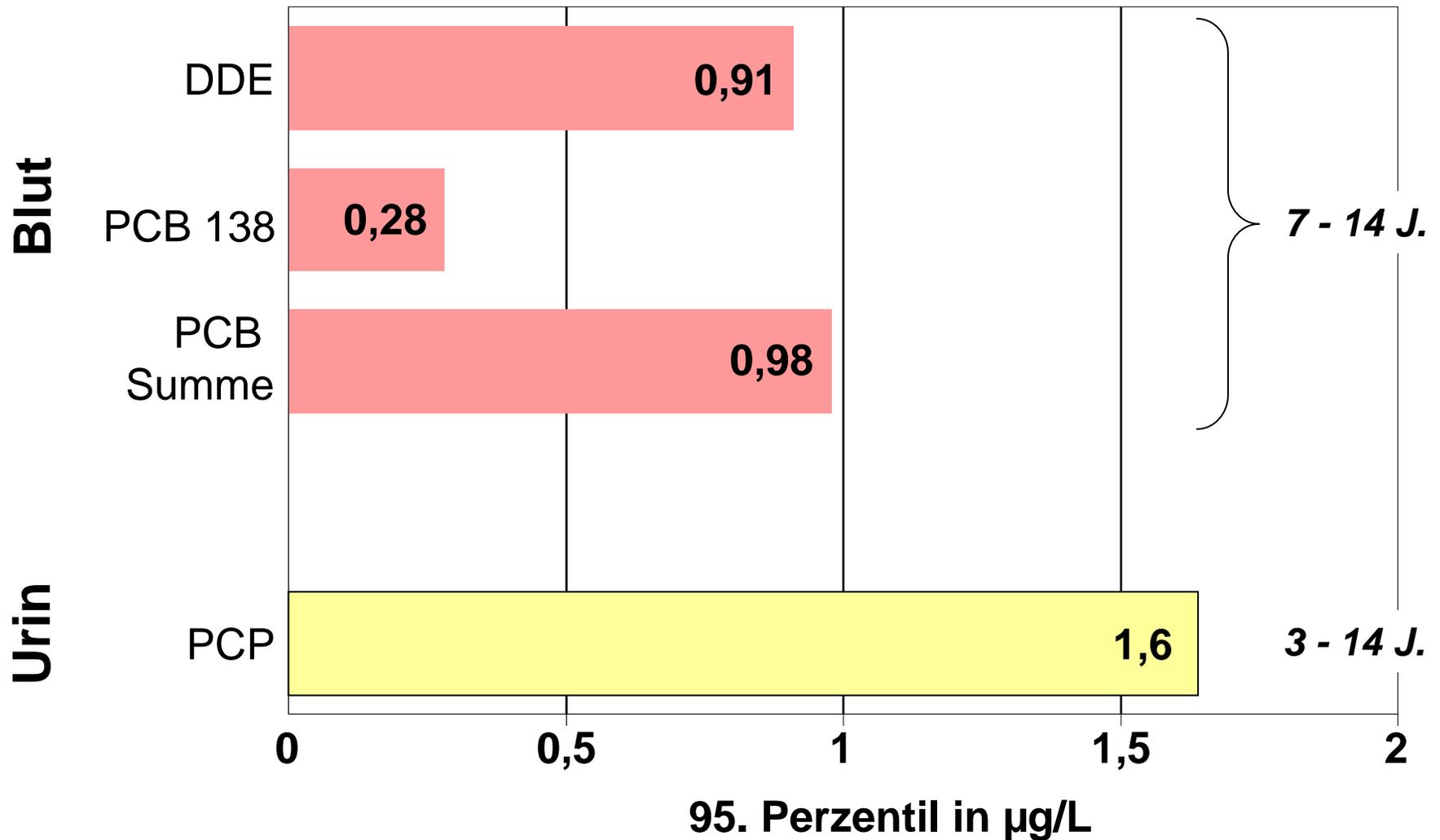
## Verbindungen im Hausstaub



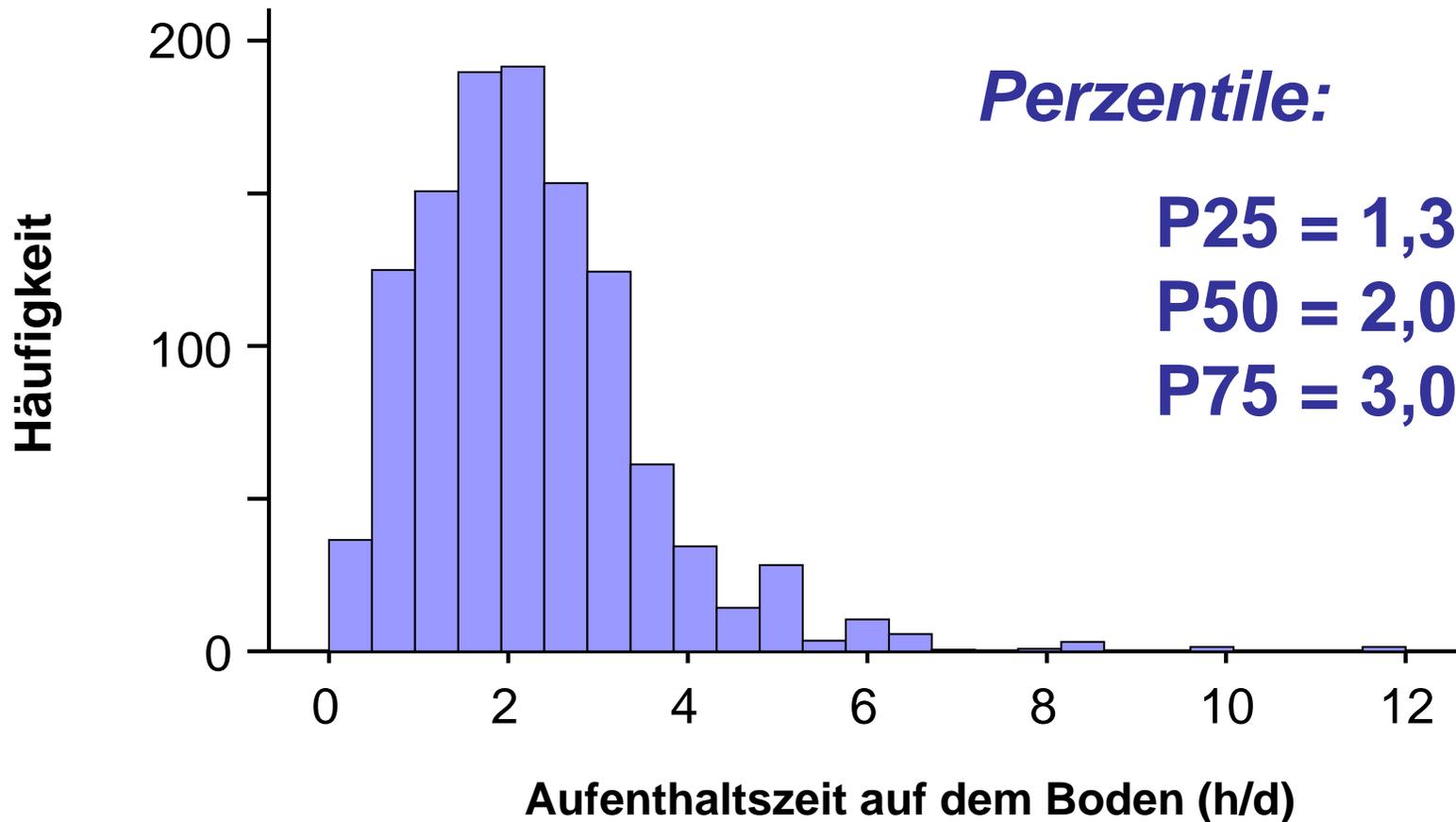
## PCP im Hausstaub (geom. Mittel in mg/kg)



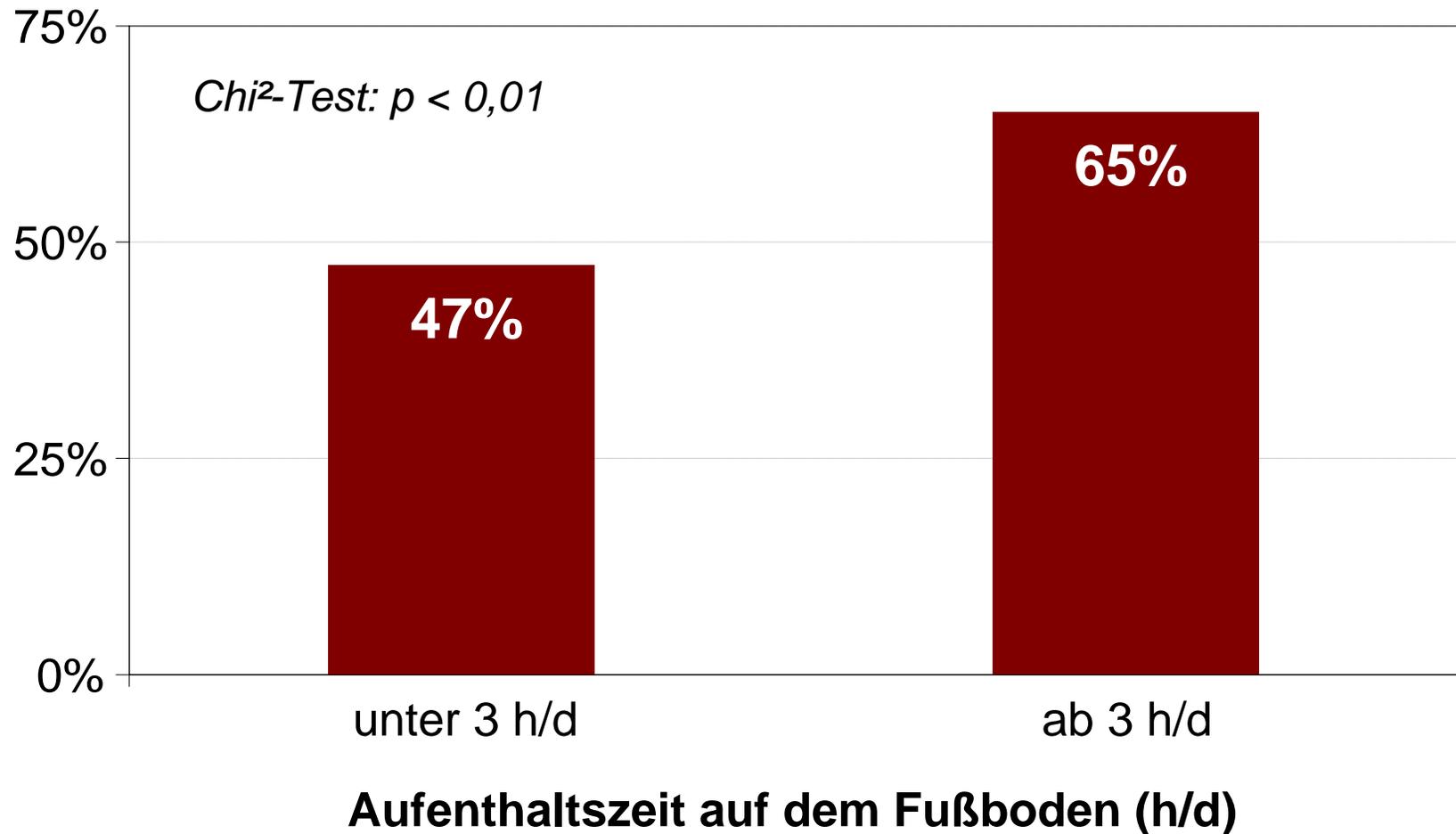
## Verbindungen in Blut und Morgenurin



## 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:**

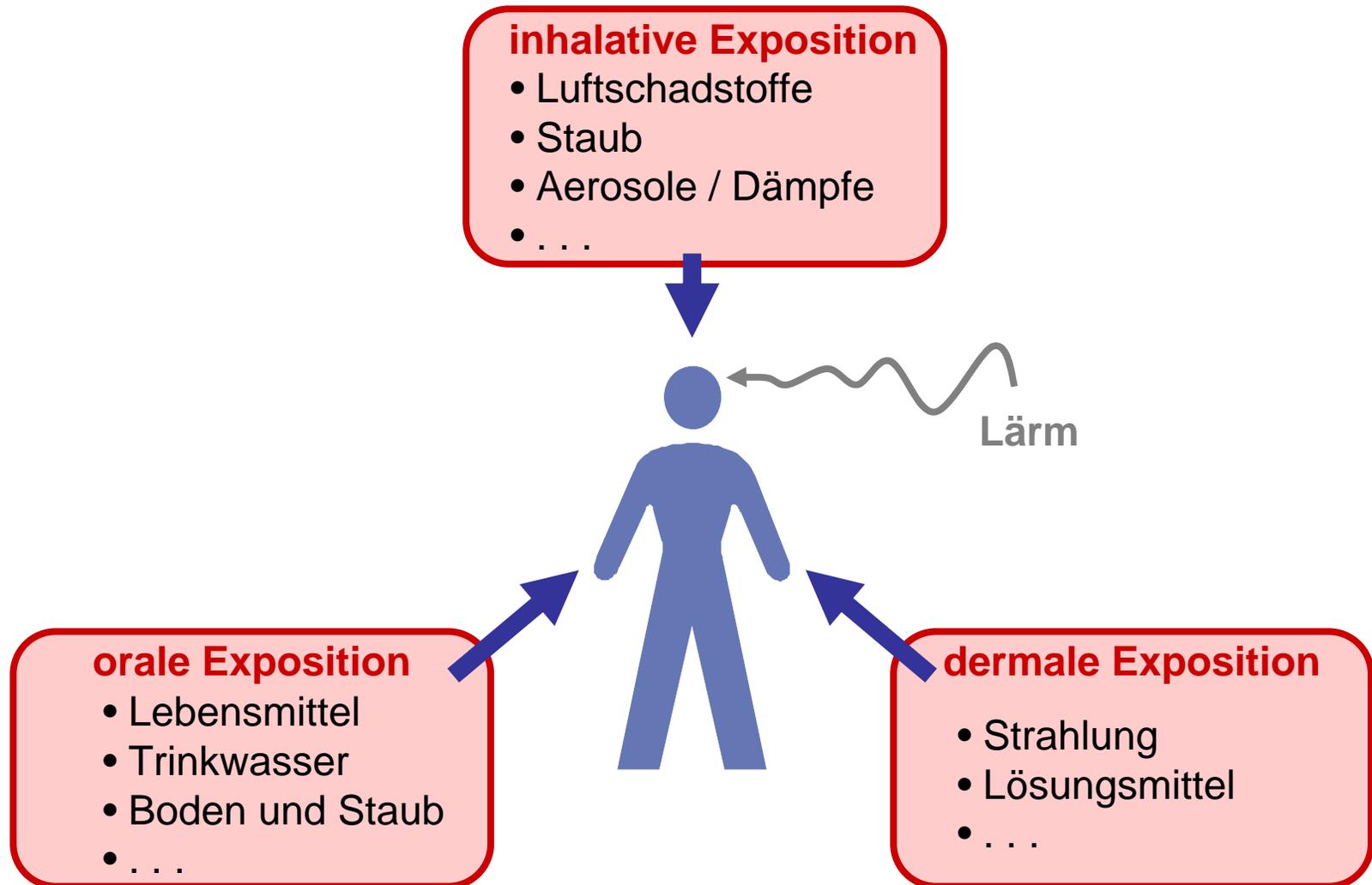
- **Aufklärung der Ursachen der korporalen Belastung aufgrund begrenzter Informationen limitiert**
  - **Übertragbarkeit der Ergebnisse auf nicht untersuchte Bevölkerung eingeschränkt**
  - **Regelmäßige Durchführung bundesweiter Umweltsurveys keine Routineaufgabe (hoher Kosten- und Zeitaufwand)**
-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

## Methoden III

- **Bevölkerungsbezogene Expositionsschätzungen**

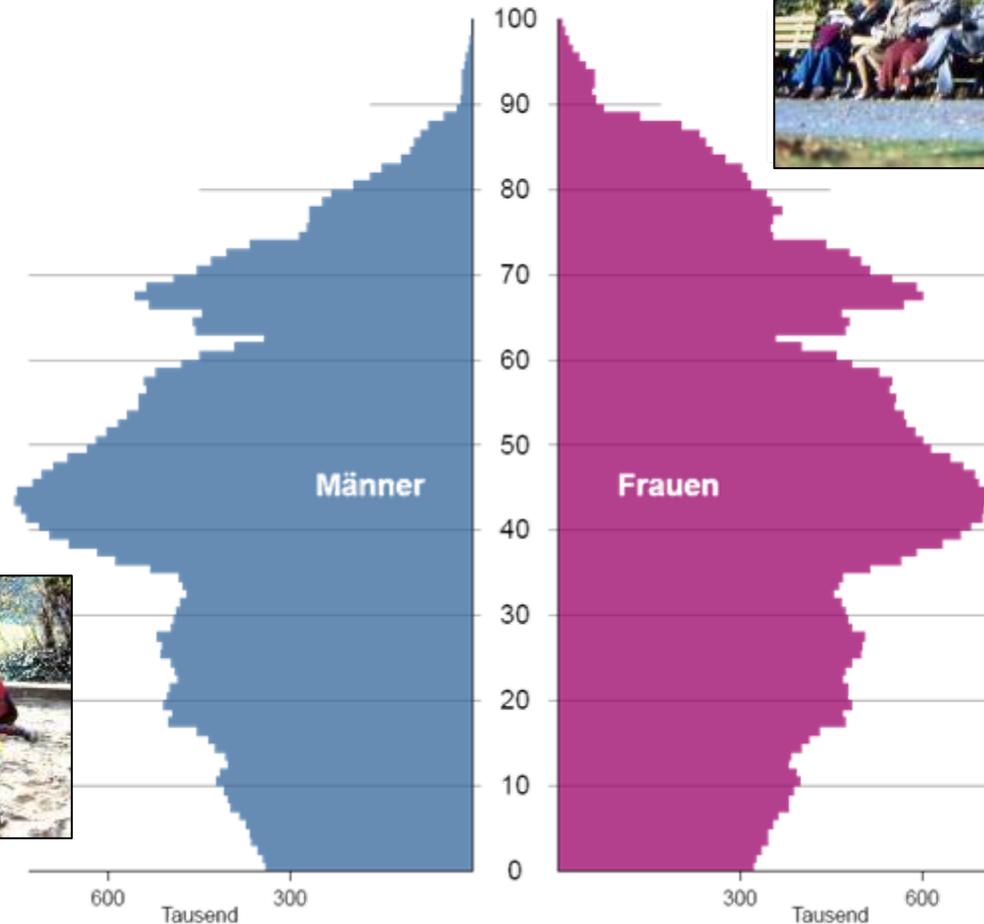
**Bevölkerungsbezogene Schätzung der Schadstoffe aus der Umwelt, die der Mensch aufnimmt, auf Basis von Modellrechnungen**

# 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

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

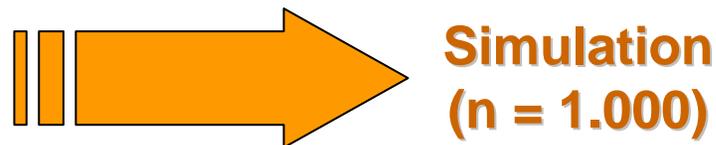
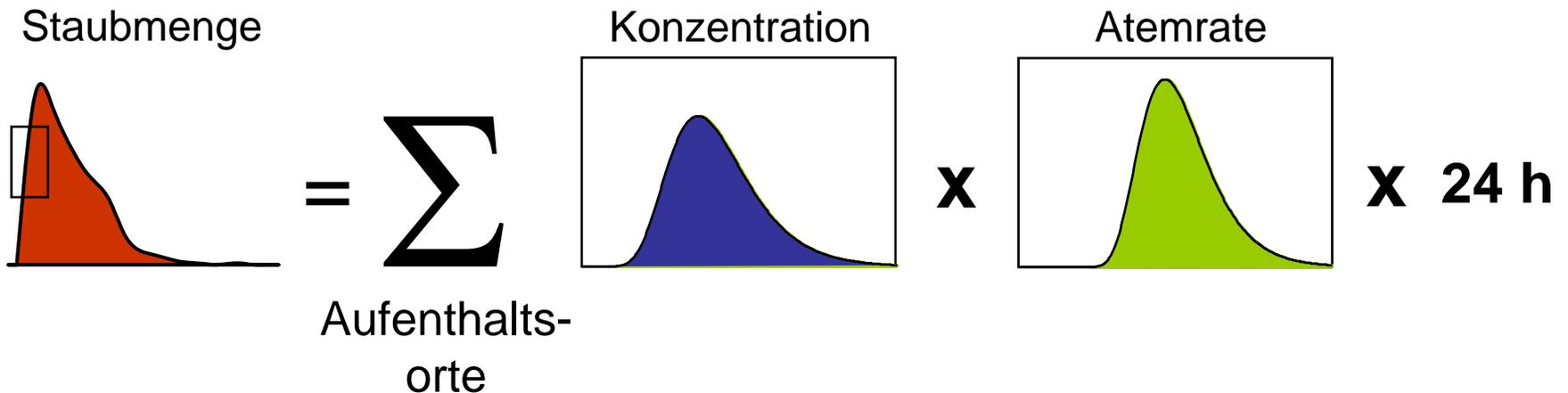
## Extrem günstiger Fall (Punktschätzung)



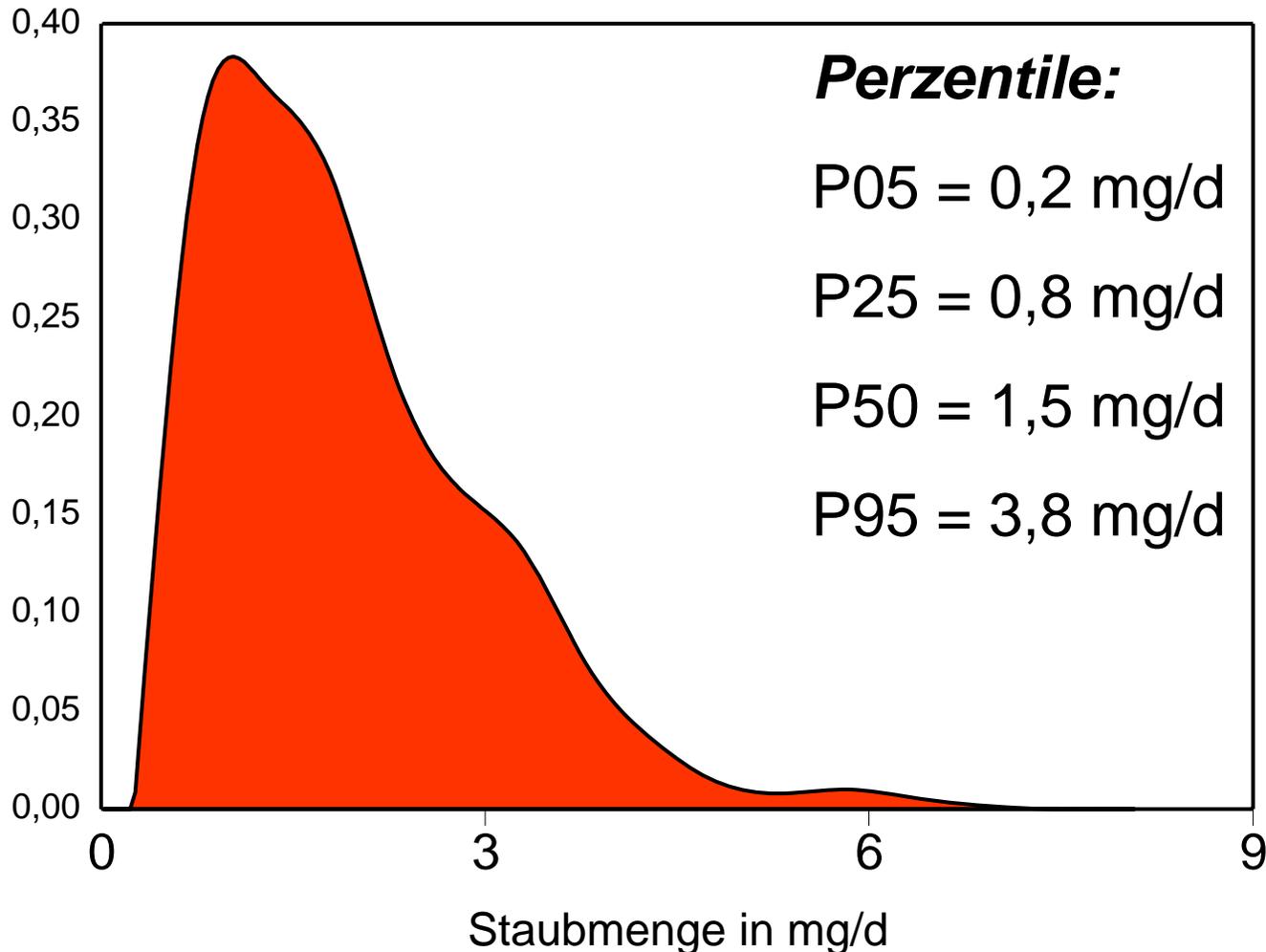
Quelle: BMU / Oed

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

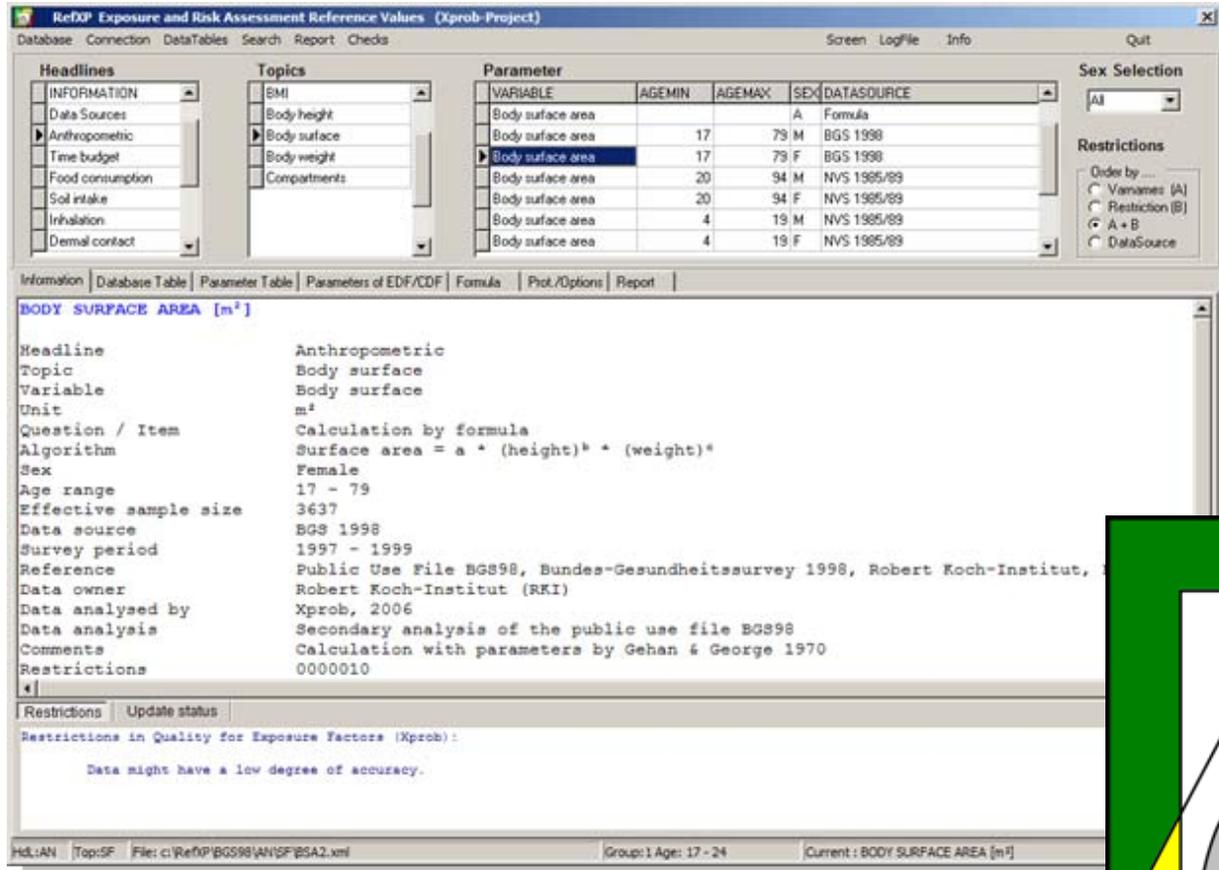
# Berücksichtigung von Variation Verteilungsschätzung



## Ergebnis einer Simulation (Dichte-Funktion)



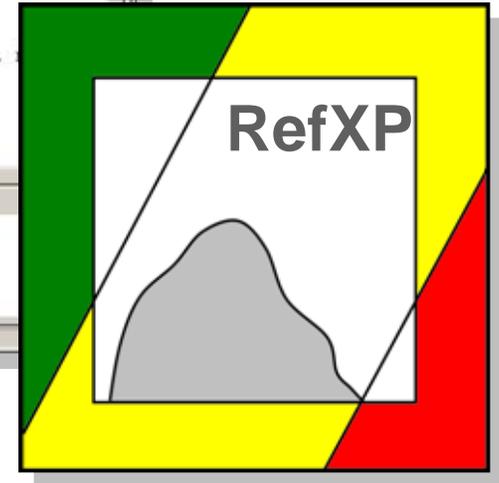
# Die Datenbank RefXP



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...', 'Varnames (A)', 'Restriction (B)', 'A + B', and 'DataSource'.
- Information Panel:**
  - Database Table:** BODY SURFACE AREA [m<sup>2</sup>]
  - Headline:** Anthropometric
  - Topic:** Body surface
  - Variable:** Body surface
  - Unit:** m<sup>2</sup>
  - Question / Item:** Calculation by formula
  - Algorithm:** Surface area = a \* (height)<sup>2</sup> \* (weight)<sup>2</sup>
  - 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 Panel:**
  - Restrictions in Quality for Exposure Factors (Xprob):** Data might have a low degree of accuracy.
- Status Bar:** HdL:AN | Top:SF | File: c:\RefXP\BGS98\AN\SF\BSA2.xml | Group:1 Age: 17 - 24 | Current: BODY SURFACE AREA [m<sup>2</sup>]

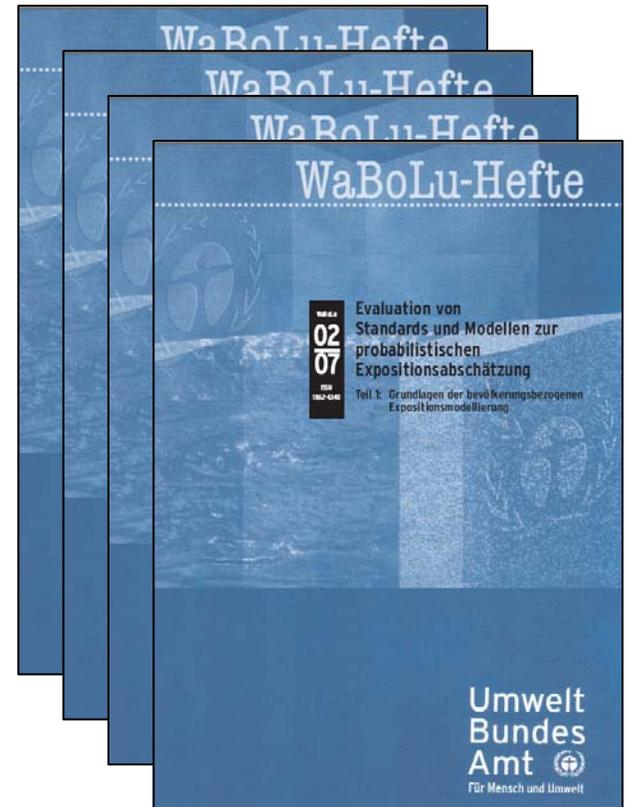


## Inhalte der Datenbank RefXP

- 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<sup>®</sup> in MS-Excel<sup>®</sup>



## **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:

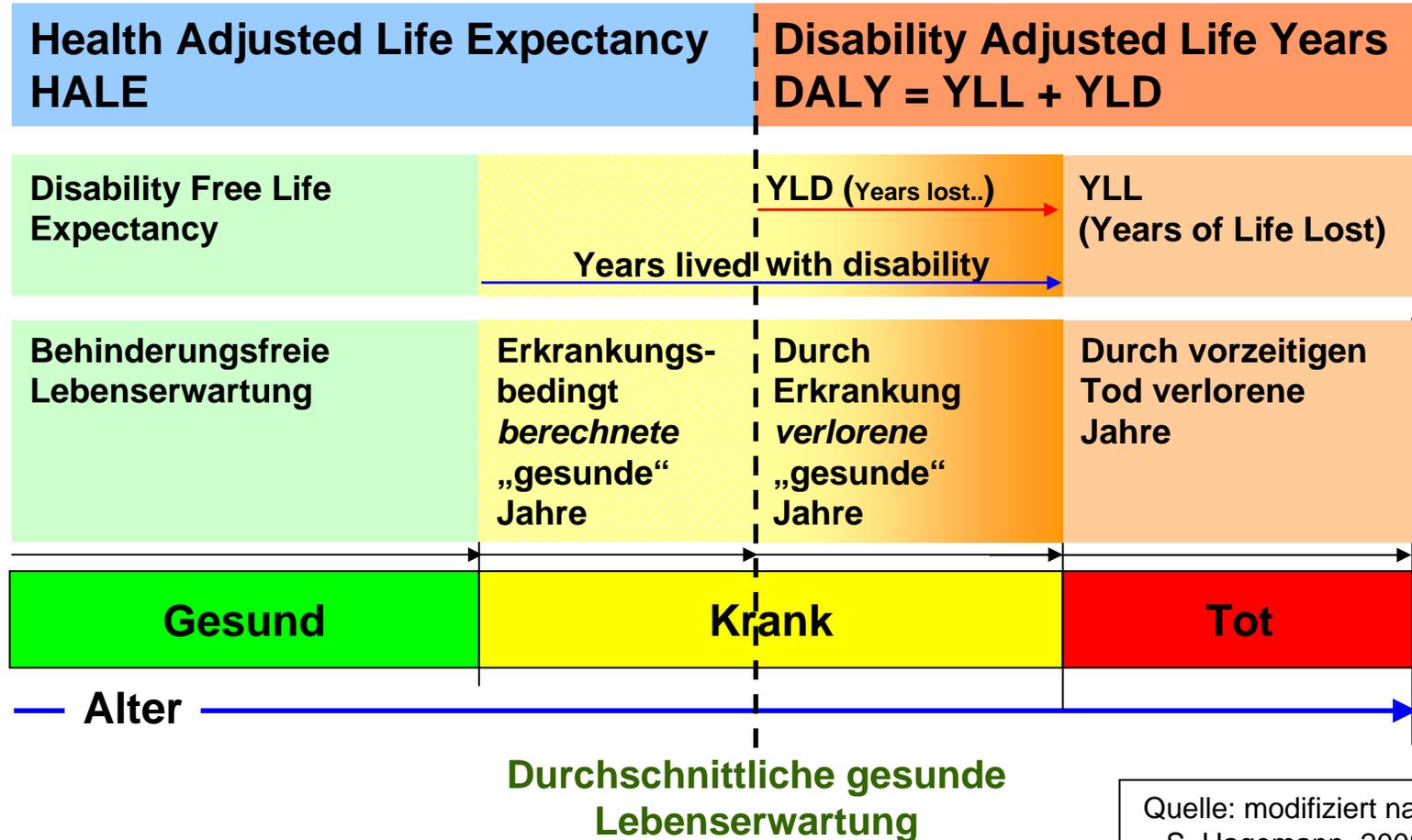
- Vergleichbarkeit von Gesundheitsrisiken durch Summenmaße („Summary Measures of Population Health“, SMPH)
- Entwicklung der „Disability-adjusted life years“ - DALY (Murray & Lopez, 1997):

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

*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)**

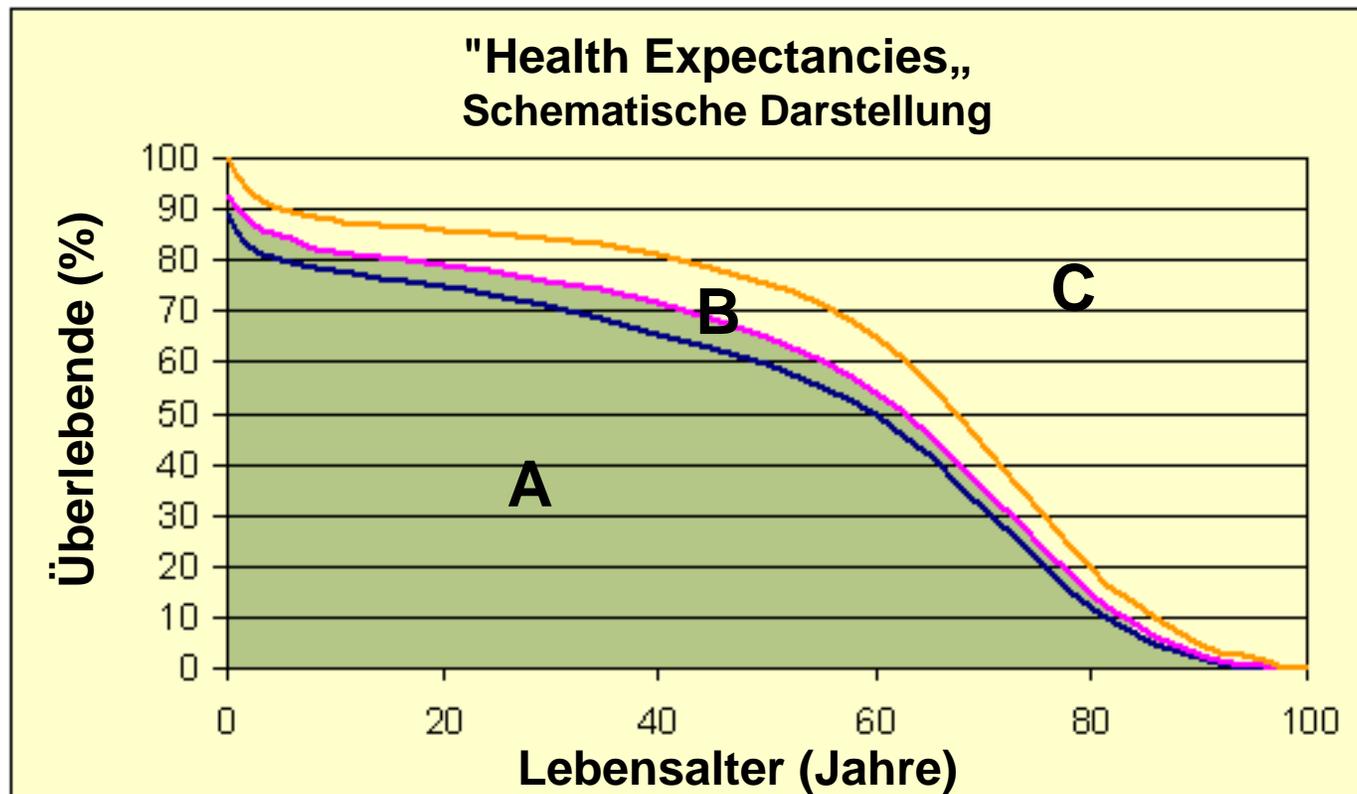
<b>Luftqualität</b>	<b>Strahlung</b>
<b>Chemikaliensicherheit (Unfälle)</b>	<b>Abfälle, Bodenkontamination</b>
<b>Lebensmittelsicherheit</b>	<b>Verkehrsunfälle</b>
<b>Wohnumgebung</b>	<b>Verunreinigte Gewässer</b>
<b>Lärm</b>	<b>Arbeitssicherheit</b>

## 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.**

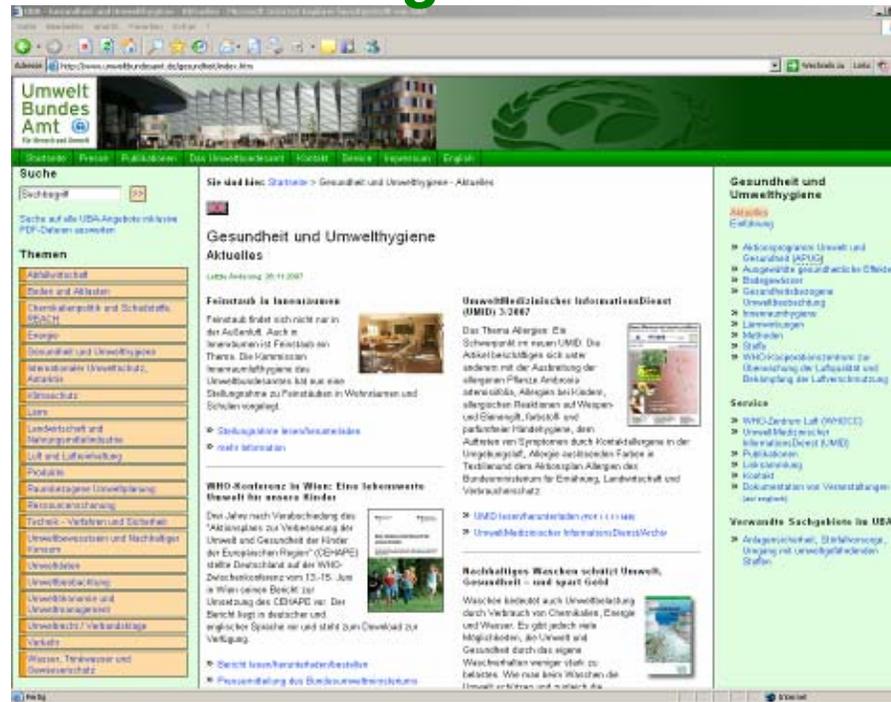
## **Persönliche Gesundheitsbilanzen – Sind sie mit den gegebenen Instrumentarien möglich?**

### **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](http://www.uba.de/gesundheit)



[andre.conrad@uba.de](mailto:andre.conrad@uba.de)

[dirk.wintermeyer@uba.de](mailto:dirk.wintermeyer@uba.de)