

Innenraumluftverunreinigungen und Innenraumluftqualität

Vorlesung 2006

25.04.2006 Köln

Dr. med. Dipl.-Chem. Herbert Lichtnecker

Med. Inst. f. Umwelt- u. Arbeitsmedizin Erkrath

Paracelsus-Zitat

**Alle Dinge sind Gift
und nichts ohn' Gift;
allein die Dosis macht,
dass ein Ding kein Gift ist.**

Paracelsus (1493-1541)



Woodcut from *Astronomica et Astrologica*, 1567.

Formaldehyd (HCHO) 1

Vorkommen, Eigenschaften, Umweltbelastung

- **Vorkommen:** Kunststoffe, Spanplatten, Möbel, Leder, Schaum- und Klebstoffe, Textilien, Farben, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflegemittel, Kosmetika, Medikamente, Desinfektions- und Konservierungsmittel, Kfz-Verkehr, Holzfeuerungen, Zigarettenrauch
- **Eigenschaften:** farbloses, stechend riechendes und gut wasserlösliches Gas;
leichte Bildung höhermolekularer Verbindungen;
unter Sonneneinstrahlung Abbau zu CO₂ (HWZ: < 1 h)
- **Umweltbelastung:** Außenluft: < 5 – 200 µg / m³
Raumluft: meist 30 – 80, in Schulen / Büros bis 140 µg / m³
Lebensmittel: tägliche Aufnahme 1,5 – 15 mg

Formaldehyd (HCHO) 2

Toxikologische und gesundheitliche Bedeutung

- **Aufnahme:** 99 % über die Atemluft, kaum über Magen-Darm-Trakt und Haut
- **Ausscheidung:** mit Atmung und Urin
 - CO₂ und H₂O (HWZ: ~ 1 Min.)
 - Ameisensäure und Hydrogencarbonat (HWZ: < 1 h)
- **Verteilung/Deponierung:** keine Anreicherung
- **Mögliche gesundheitliche Auswirkungen:**
 - Haut- und Schleimhautreizungen
 - Entzündungen der Atemwege
 - Lungenschäden
 - zentralnervöse Störungen
- **Im Tierversuch:** in hohen Konzentrationen krebserzeugend

Formaldehyd (HCHO) 3

Vorsorge, Richt- und Grenzwerte ...

- Kosmetika-Grenzwert: 0,2 %
- Reinigungs-, Wasch- und Pflegemittel-Deklarationspflicht: > 0,1 %
- Textilien-Deklarationspflicht: > 0,15 %

- Textilien-Grenzwerte gemäß Ökotex-Standard 100

- Holzspanplatten: E 1: < 120 $\mu\text{g} / \text{m}^3$; E 2: < 1.200 $\mu\text{g} / \text{m}^3$; E 3: < 1.680 $\mu\text{g} / \text{m}^3$

- BGA-Innenraumluft-Richtwert: 0,12 mg / m^3
- MAK-Wert: 0,6 mg / m^3

Verbreitung von Formaldehyd in mg/m³

dünn besiedelte Gebiete ca. 0,01 – 0,02

Großstadt/Industriegebiete ca. 0,1 - 0,2

Innenräume allgemein ca. 0,3 – 0,8

Schulen und Büros ca. 0,5 bis 1,4

Wohnmobile bis zu 5,0

Rauchen von 2 Zigaretten in einen Raum mit 30m² ca. 10

Pentachlorophenol (PCP)

Bindungszustand

Auch 30 Jahre nach der Anwendung finden sich Holzteile mit einem

PCP-Gehalt von **400 bis 6000 mg/kg**

die PCP Raumlufkonzentration beträgt hierbei jedoch lediglich

ca. **0,05ug/m³**

PCP liegt nicht als freies Phenol vor, sondern als Salz (Natrium- oder Ammoniumphenolat)

Salze besitzen keine ausreichende Flüchtigkeit, damit steht nur das im Gleichgewicht stehende freie Phenol für die Ausgasung zur Verfügung.

Pentachlorphenol PCP

Diskrepanz zwischen
Materialbelastung und
Raumlufkonzentration

Ursache

PCP liegt nicht als freies Phenol vor, sondern als Salz vor
(Natrium- oder Ammoniumphenolat)

Salze besitzen keine ausreichende Flüchtigkeit, damit steht nur das im
Gleichgewicht stehende freie Phenol für die Ausgasung zur Verfügung.

Pentachlorophenol (PCP) 2

Toxikologische und gesundheitliche Bedeutung

- **Aufnahme:** Atemluft, Hautkontakt, Nahrung
- **Ausscheidung:** HWZ: 30 Stunden – 30 Tage
 - 80 – 95 % über Urin
 - 5 – 20 % über den Darm
- **Verteilung/Deponierung:** sehr geringe Anreicherung im Fettgewebe
- **Mögliche gesundheitliche Auswirkungen:**
 - neuro-vegetative Störungen
 - Herz-Kreislauf-Störungen
 - Haut-/Schleimhautreizungen/-veränderungen
 - Leber-/Nierenfunktionsstörungen
 - Blutbildveränderungen
 - im Tierversuch krebserzeugend

Pentachlorophenol (PCP) 3

Vorsorge, Richt- und Grenzwerte ...

- 1989: PCP-Verbotsverordnung in D
- Duldbare tägliche Aufnahmemenge (ADI-Wert): 3 $\mu\text{g} / \text{kg KG}$ und Tag
- Nahrungsmittel: 10 $\mu\text{g} / \text{kg}$
- BGA-/PCP-Richtlinie-Interventionswert für Aufenthaltsräume: 1 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
- BGA-/PCP-Richtlinie-Ziel-/Sanierungsleitwert für Aufenthaltsräume: < 0,1 $\mu\text{g} / \text{m}^3$

Polyzykl. aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK) 2

Toxikologische und gesundheitliche Bedeutung

- **Aufnahme:** Nahrung (~ 95 %), Atemluft, Hautkontakt
- **Ausscheidung:** Ausatmung: bis 50 %; Fäzes: bis 90 %; Urin: gering
Parameter für innere Belastung: 1-Hydroxypyren im Urin
Mittlere HWZ im Urin: 15 Stunden
- **Verteilung/Deponierung:** schnelle Verteilung
rasche Verstoffwechselung (v.a. Leber und Galle)
keine Anreicherung
- **Mögliche gesundheitliche Auswirkungen:**
 - geringe akute Toxizität
 - Hautpigmentierungen
 - mögliches krebserzeugendes Potential am Einwirkort:
Hautkrebs (Teearbeiter), Lungenkrebs (Raucher)

Bauprodukte und flüchtige organische Komponenten (VOC)

Produkt	flüchtige Komponente
Nadelholz	α-Pinen, Limonen, Δ^3-Caren
Kork	Formaldehyd, Hexanal, Toluol, Phenol
Linoleum	Aldehyde, Carbonsäuren, Toluol
PVC	Phthalsäureester, 2-Ethyl-1-hexanol
Textile Beläge	Styrol, 4-Phenylcyclohexen, Butadien
Tapeten	2-Butanon, 4-Methyl-2-pentanon, Toluol
Wasserlacke	Butyl-,Ethyldiglykol, Acrylate, Benzaldehyd
Lösemittellacke	Ethyl-, Ethyldiglykol, Acrylate, Benzaldehyd
Dispersionsfarben	2-(2-Butoxyethoxy)-, 2-Pheoxyethanol
Öko-Lacke	α -Pinen, β-Pinen, Δ^3-Caren, Limonen, aliph.KW, Hexanal, Nonanal

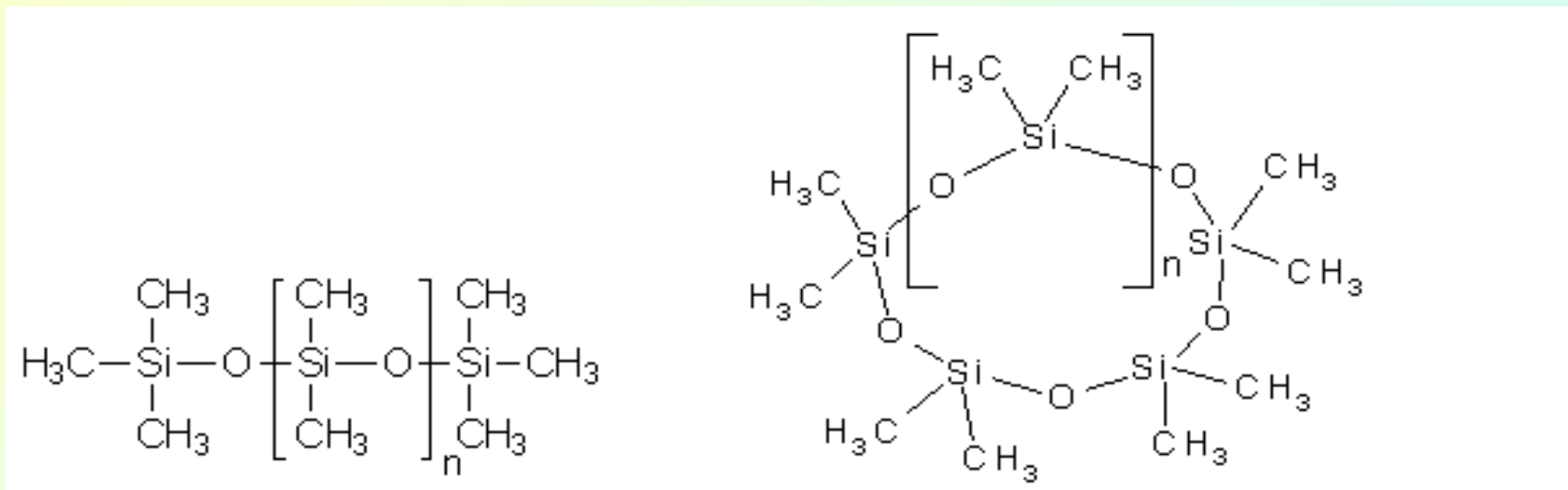
Richt- und Zielwerte

Substanz-gruppen / Substanzen	Zielwerte UBA 1990	Zielwerte Scholz 1998	Richtwerte Scholz 1998	Richtwerte Schleibinger et al 2002	Zielwerte Schleibinger et al 2002
Einzelsubstanzen					
a-Pinen		5	100	50	10
β-Pinen				20	5
3-Caren		5	50	20	5
Limonen				50	100
n-Hexanal		5	25	25	10
n-Nonanal		5	15	10	5
n-Butanal		10	25	10	5
2-Ethylhexanol		5	10	10	5
2-Butoxyethanol		5	25	25	10
2-Phenoxy ethanol		5	25		

Belastung der Innenraumluft (ug TVOC/m ³)	Reaktionen	Richtwerte
<200	keine Reizung oder Beeinträchtigung des Wohlbefindens	Chronische Wirkschwelle Richtwert im Sinne der Vorsorge
200 - 3000	Reizung oder Beeinträchtigung des Wohlbefindens möglich bei Wechselwirkungen mit anderen Expositionsparametern	
3000 – 25 000	Exposition führt zu einer Wirkung, Kopfschmerzen möglich	Subakute Wirkschwelle Richtwert im Sinne der Gefahrenabwehr
25 000	Kopfschmerzen, weitere Neurotoxische Wirkungen möglich	Akute Wirkschwelle <25 000

Siloxane

Lineare und cyclische



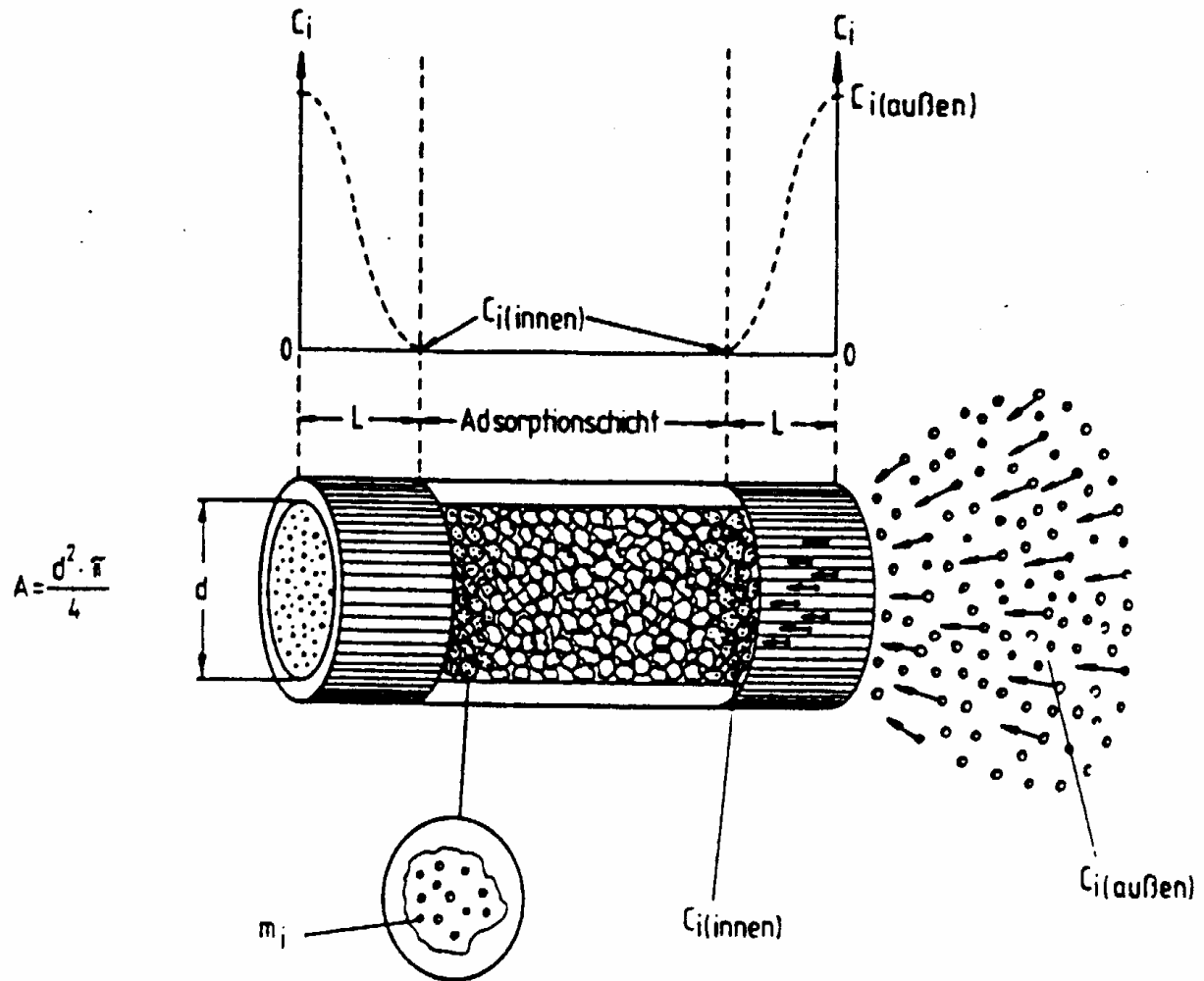
Reste am Silicium mit weiteren Siloxanbindungen abgesättigt

→ **verzweigte (Silikonharze) und**

→ **vernetzte Silikone (Silikonelastomere)**

Passivsammler flüchtige Kohlenwasserstoffe (ORSA-Sammler)

Messprinzip der passiven Probenahme von flüchtigen Kohlenwasserstoffen mit dem Diffusions-sammler (ORSA)



Biomonitorring

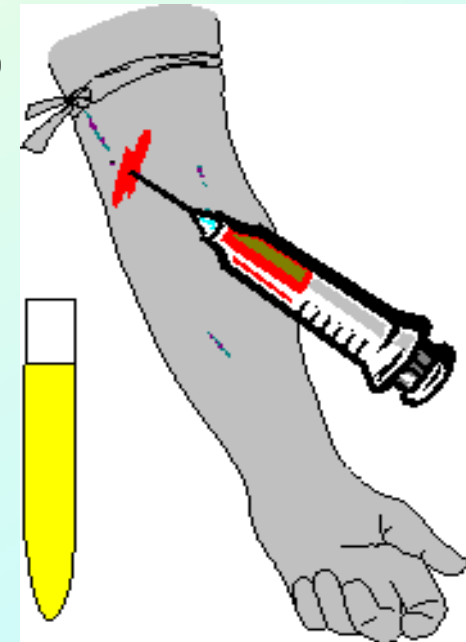
Untersuchung von

körpereigenen Substanzen oder Ausscheidungen

(Blut, Haare, Expirationsluft, Urin, Stuhl)

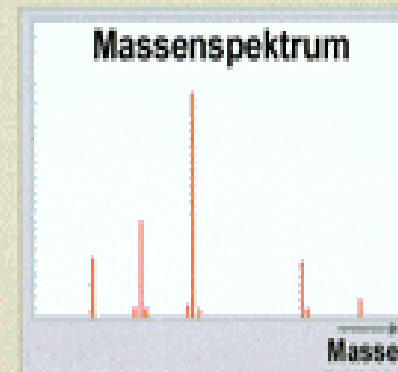
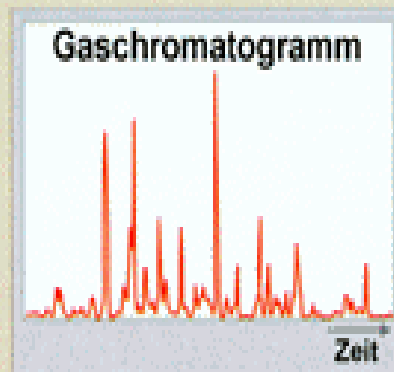
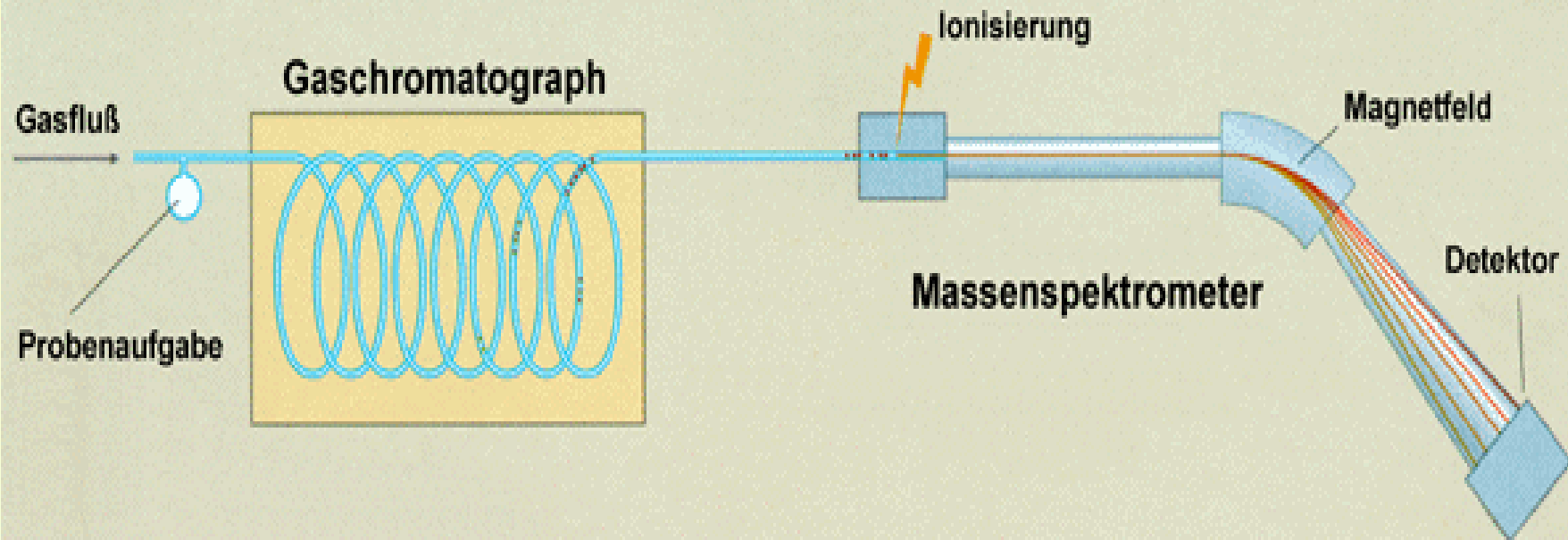
auf den Gehalt an

Schadstoffen, Schadstoffmetaboliten
oder Reaktionsprodukten



aus modifiziert ablaufenden biochemischen Prozessen mit dem Ziel, aus dem Ergebnis auf die Intensität der vorausgegangenen Schadstoffbelastung zu schließen.

Gaschromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie (GC/MS)



Metalle

Edelmetalle (Au Pt Ag Cu)

> 60 Metalle

Schwermetalle

z.B. W Hg Pb Cd Mo
Co Ni Cr Fe Zn Cu Sn

> 4,5g/cm³ >

Ti

Leichtmetalle

Li Be Na Mg Al K Ca
Rb Sr Cs Ba Sc Y Ti

Lebenswichtige Metalle (essentiell)

z.B. Fe Zn Cu Mn Cr Na K Ca Mg

Toxizität von Metallen

Abhängig von dem chemischen Zustand, der Verbindung und der Dosis

Blei

Klinisch stummes Vorstadium ("Bleiträger")

kritisches Anfangsstadium ("Präsaturnismus")

ausgeprägte Bleierkrankung ("Saturnismus")

Spätkrankheiten.

Blei

Vorstadium

Koproporphyrin-(III)-Ausscheidung im Urin

Vermehrung **basophil** getüpfelter **Erythrocyten**

Absinken des **Hämoglobins**

Bleispiegel im Blut ist meistens erhöht

Am Zahnfleischrand ein schwarzblauer bis schiefergrauer **Saum**

DD Parodontose, Melanose des Zahnfleisches (Metalle)

Bleikolorits gelbgrau, **Turgor** rediziert, subikterische **Skleren**,

Schleimhaut abgeblasst DD "schlechtes Aussehen"

Blei

Zum **kritischen Anfangsstadium** ("Präsaturismus") gehören

allgemeine Abgeschlagenheit, Appetitlosigkeit, Reizbarkeit, Kopfschmerzen in Stirn- und Schläfengegend, Schwindel, Schwächegefühl in den Gliedern sowie Obstipation und andere Magen-Darm-Störungen.

Blei

- ("**Saturnismus**") zunehmende Krankheitssymptomen und pathologischen Laboratoriumsbefunden insbesondere **Bleikoliken** (Obstipation, Brechreiz, Erbrechen), **Anämie**, Ulcera im Magen oder Zwölffingerdarm
DD Ileus, Appendicitis, Cholecystopathie
Lähmung peripherer, motorischer Nerven (sog. Bleilähmung) (Radialislähmung)
- Folge massiver Exposition Anzeichen einer akuten **Encephalopathie** (Kopfschmerzen, meningitische Reizerscheinungen, passagere Verwirrheitszustände, Gesichtszuckungen und Funktionsstörungen im Bereich der Hirnnerven)
- Rasche Mobilisation der sog. Bleidepots kann ähnlich wirken.

Bleikonzentration im Trinkwasser in Deutschland nach Regionen

23700 Trinkwasserproben analysiert durch Stiftung Warentest

1994 bis 2004



Grenzwert für Blei im Trinkwasser:
1. Dezember 2003
25 Mikrogramm pro Liter

Dr. med. Dipl.-Chem. Herbert Lichtnecker Medizinisches



Referenz und HBM - Werte

Referenzwerte			Human – Biomonitoring – (HBM) - Werte		
Probe	Personen- gruppen	Referenz- wert	Personen- gruppen	HBM – Werte HBM 1 HBM 2	
Blei (Pb) im Vollblut	Kinder (6-12 Jahre)	60µl/l	Kinder 12 Jahre und Mädchen/ Frauen 13-45 Jahre	100µl/l	150µl/l
	Frauen (25-69 Jahre) Männer (25-69 Jahre)	90µl/l 120µl/l		150µl/l	250µl/l
			übrige Personen		

Asbest

Vorkommen:

Brand-, Wärme- und Schallschutz, Brems-, Kupplungs- und Fußbodenbeläge, Textilien, Dichtungen, Trinkwasserrohre ...

- **Spritzasbest:** Asbestanteil > 60 %; schwache Bindung; leichte Freisetzung

- **Asbestzement:** Asbestanteil < 15 %; feste Bindung; keine/geringe Freisetzung

- **Leichte asbesthaltige Platten:** Asbestanteil 15 – 60 %

Eigenschaften: beständig, elastisch, biegsam, isolierend, feuerfest, spinnbar

Umweltbelastung: Außenluft: ca. 50 – 150 Faser / m³
Raumluft: in der Regel < 100 Faser / m³

Asbest

Aufnahme: größtenteils über die Atemluft

Ausscheidung: etwa 2/3 werden wieder ausgeatmet
(kürzere Fasern; HWZ: 1 – 5 h)

Verteilung/Deponierung: Lungengewebe mit
Eindringen in Brust- und Bauchfell
(längere Fasern; HWZ: 40 Jahre)

Mögliche gesundheitliche Auswirkungen:

- keine akuten Erkrankungen
- Asbestose und Lungenkrebs 10-40a
- Mesotheliome (Tumore des Brust-
/Bauchfells) nach 12 – 60 Jahren

**Besonders
kritische**

Fasern:

Länge > 5

µm

Durchmess

er < 3 µm

Verhältnis

3:1

Asbest

1979 Verwendungsverbot von Spritzasbest

1989 Verwendungsverbot aller Asbestmaterialien

Richtwert des ehemaligen BGA: 1.000 Faser / m³ Luft

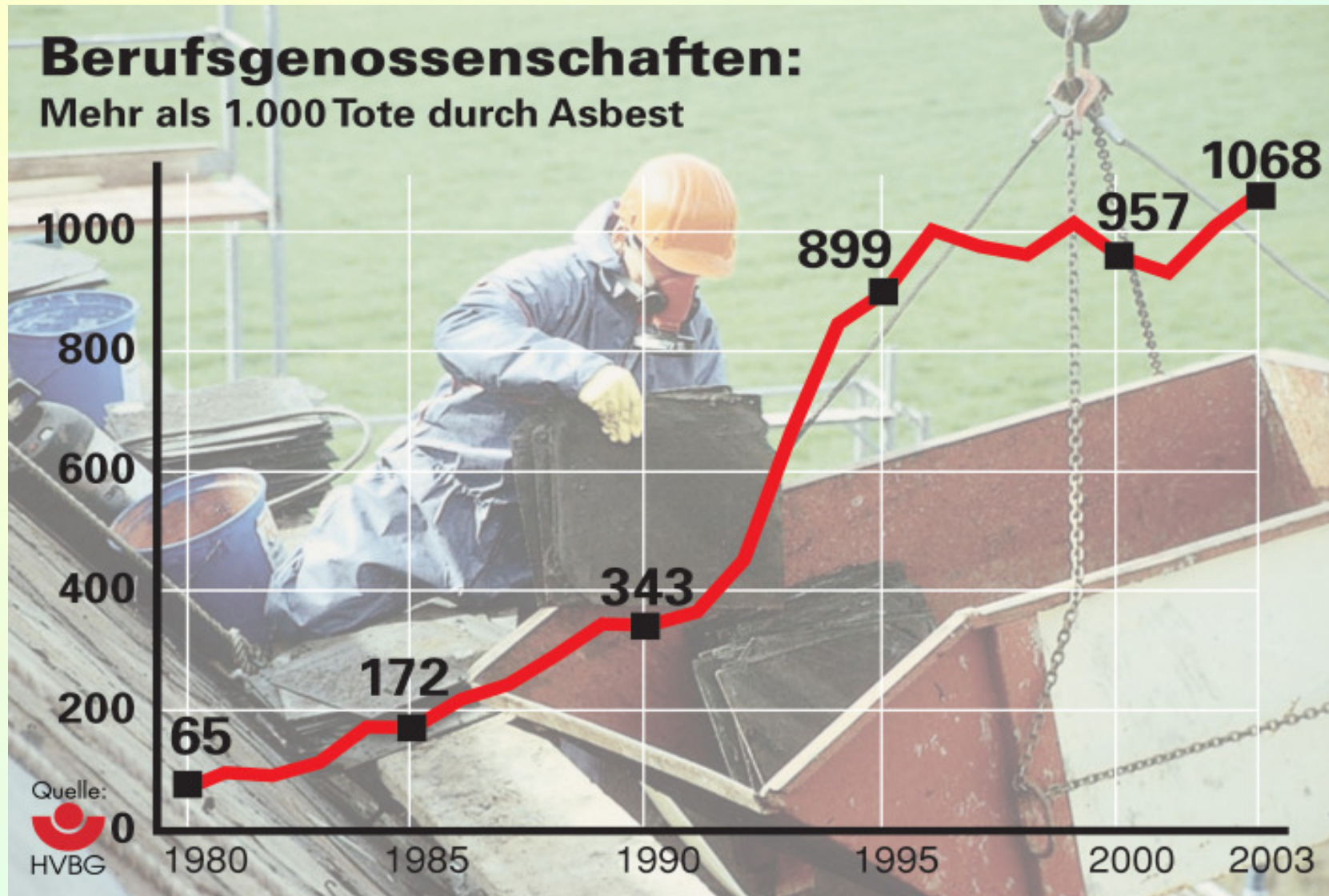
Asbest-Richtlinie für schwach gebundene Asbestprodukte
in Gebäuden

1996: Ziel-/Sanierungsleitwert: < 500 Faser / m³

(95 % Vertrauensbereich der Messung < 1.000 Faser / m³)

TRGS 519

Asbest



Schimmelpilze

- MVOC – Geruch oder Gift
- Mykotoxine - Intoxikation
- Allergene - Allergie
- Mikrobielle - Infektion

MVOC

VVOC

*Very Volatile
Organic
Compounds*

< 0 - 100 °C

VOC

*Volatile Organic
Compounds*

100 °C - 250 °C

SVOC

*Semivolatile
Organic
Compounds*

250 °C - 380 °C

POM

*Particle Bond
Organic Matter*

> 380 °C

**(z.B.
Mykotoxine)**

MVOC

*Microbial Volatile
Organic Compounds*

Geruch

- 2-Methyl-1-propanol: muffig-pilz (**3 µg/m³**)
- 2-Okten-1-ol: modrig-muffig
- 1-Okten-3-ol: pilz (**16 µg/m³**)
- Geosmin, 2-Methylisoborneol: erdig (**7 µg/m³**)

nach Fischer Aachen MAS 2005

MVOC Innenraum

Alkohole: 2-Methyl-1-propanol, 1-Butanol,
3-Methyl-1-butanol, 2-Pentanol,
3-Oktanol

Alkenole: 1-Okten-3-ol, 2-Okten-1-ol

Ketone: 2-Hexanon, 2-Heptanon, 3-Oktanon

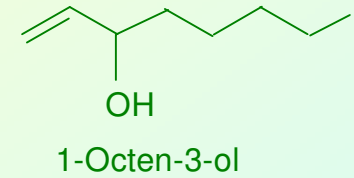
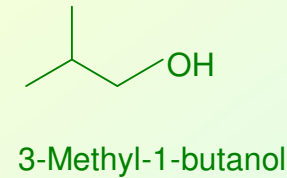
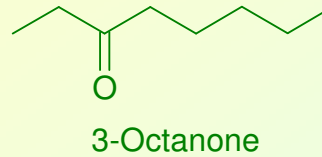
Terpene: Geosmin, endo-Borneol

Ether: 3-Methylfuran

Schwefelhaltige: Dimethyldisulfid

Von Ström *et al.* (1994)

MVOC Innenraum



- Bestimmung der MVOC kann einen Hinweis ergeben, auf einen mikrobiellen Schaden *
- Hintergrundwerte für MVOC (Diskussion):

3 Hauptindikatoren 185 ng/m³

(LGA-Leitfaden 2001, nach Palmgren unveröffentlicht)

(3-Methyl-1-butanol, 1-Okten-3-ol, 3-Oktanon)

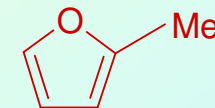
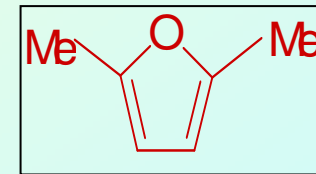
5 Hauptindikatoren 240 ng/m³

(UBA 2002, nach verschiedenen Autoren)

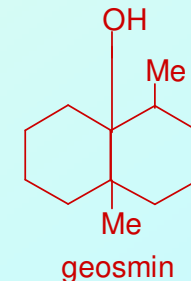
(3-Methyl-1-butanol, 1-Okten-3-ol, 3-Oktanon, 3-Methylfuran, Dimethyldisulfid)

9 Hauptindikatoren 430 ng/m³ (Keller 2002, Band 6, Schriftenreihe)

(1-Okten-3-ol, 3-Methylfuran, Dimethyldisulfid, 2-Pentanol, 2-Methylfuran, Dimethyldisulfid, Dimethylsulfoxid, 2 Methyl-isoborneol, Geosmin)



2-Methylfuran



*Fischer, G., Möller, M., Gabrio, T., Palmgren, U., Keller, R., Richter, H., Dott, W., Paul R. Vergleich der Messverfahren zur Bestimmung von MVOC in Innenräumen *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsf. – Gesundheitssch.* 48: 43-53 (2005)

TVOC Werte nach Mølhave

TVOC-Werte [mg/m³]

< 0,2 - keine Irritation oder Beeinträchtigung des Wohlbefindens

0,2 - 3,0 - Irritation oder Störung des Wohlbefindens möglich bei Interaktion mit anderen Faktoren

3,0 - 25,0 - Irritation und Kopfschmerzen möglich bei Interaktion mit anderen Faktoren

Mølhave (1991)

MVOC gesundheitliche Relevanz

Nach heutigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass die MVOC`s aus Schimmelpilzen im Innenraum keine gesundheitliche Relevanz besitzen, die nach der Dosis-Wirkungsbeziehung zu begründen wäre.

Tierische Lungenzellen → irritative Wirkungen bei geringen Konzentrationen

Bereits bei 2-3 ng/m³

(Korpi *et al.* 1999; *in vitro*: Kreja und Seidel 2002)

Wirkungen von Gemischen?

Mykotoxine-Definition

Mykotoxine sind niedermolekulare, (toxische) Sekundärmetabolite, die vorwiegend von **Ascomycetes** und **Fungi Imperfecti** gebildet werden

Chemotaxonomie:

Bis zu 1000 Verbindungen aber nur wenige werden von mehr als 3 oder 4 Pilzarten produziert“

(Bu'Lock, 1975)

(Frisvad et al. 2001)

Mykotoxine

Orale Aufnahme

**mutagen, tremorgen, immun-modulatorisch,
hepatotoxisch, nephrotoxisch**

z.B. Aflatoxine – prim. Leberzellkarzinom -Pistazien

Inhalative Aufnahme

????

Mykotoxinbildung

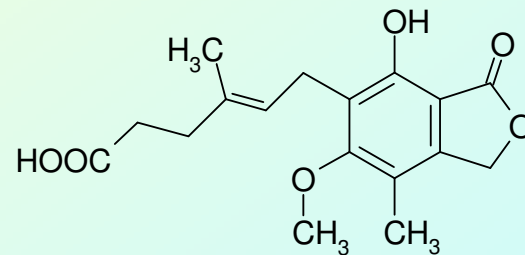
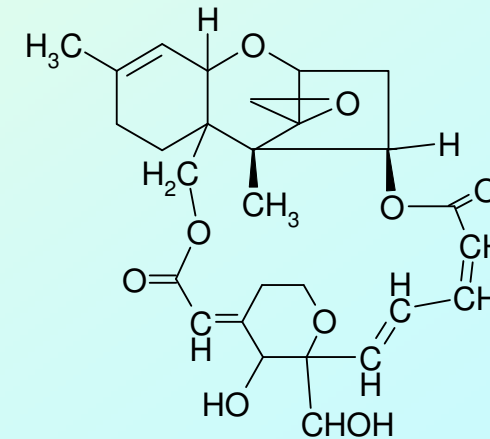
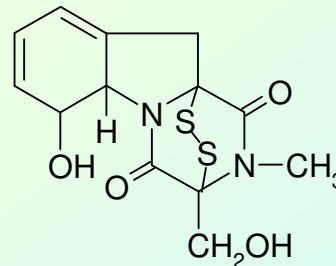
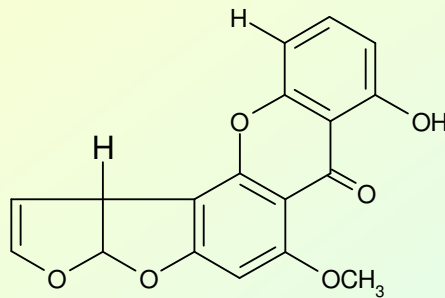
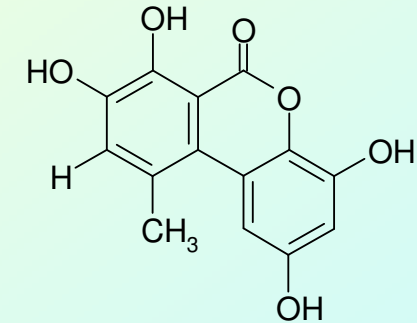
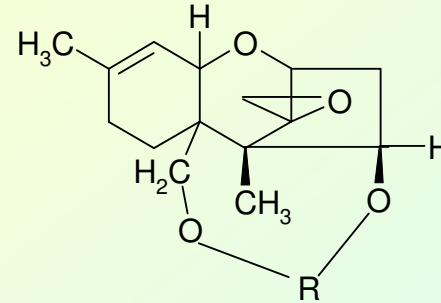
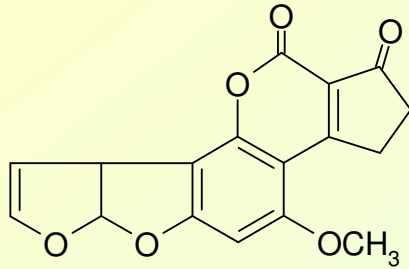
Substrat

Temperatur

pH

Wasserverfügbarkeit (aW)

Mykotoxine Formeln



Strukturformeln nach Fischer Aachen MAS 2005

Mykotoxine Innenraum

Aflatoxine - *A. flavus*, *A. parasiticus*

Keine Bildung der Aflatoxine auf Baumaterial

KEINE

Getreidestaub \Rightarrow **0.04 – 107 ng m⁻³** (Burg & Shotwell

Aflatoxine, Kojisäure, *Aspergillus* Säure, Cyclopirozol Säure
(Nielsen 2002; Rao et al. 1997; Ren et al. 1999)

Trypacidin, Tryptoquivalin – *A. fumigatus*

Aspergillus fumigatus (Müllkeim)

40 ng cm⁻² auf Holz, Gipskarton-, und Spanplatten

im Myzel meist nicht in Konidien

((Nieminen *et al.* 2002; andere Resultate bei Senkpiel *et al.* 2000))

Expositionsabschätzung

■ Luft

- Mögliche Toxin-Konzentration:
1 - 100 ng je 10^6 Konidien
- Innenraum Exposition:
max. **10^2 (- 10^3) Konidien / m^3**
toxinogener Arten im Falle einer Kontamination
- bei einem Atemvolumen von 0,5 m^3 je h $\Rightarrow 10^6$ Konidien inhaliert nach **833 (83) Tagen**
- interne Exposition wahrscheinlich nicht toxikologisch relevant

■ Hausstaub

- Mögliche Toxin-Konzentration:
1 - 100 ng je 10^6 Konidien
- Innenraum Exposition:
 10^5 (10^6) Konidien / g Hausstaub
- “Wirk“-Konzentration in
10 g (1g) Hausstaub zu erwarten
- pulmonale Exposition durch Hausstaub ist unwahrscheinlich!

Schlussfolgerung über die Abschätzung:

Akut toxische Effekte unwahrscheinlich

nach Fischer Aachen 2005 MAS

Sozioökonomische Bedeutung von Allergien

- Folgekosten der gesundheitlichen Auswirkungen und der mangelhaften Therapie
- Volkswirtschaftlicher Schaden durch Abwesenheit vom Arbeitsplatz
- Reduzierte Leistungsfähigkeit in Beruf

Wichtige Zahlen

73 Mill. Arbeitstage krankheitsbedingter Ausfall pro Jahr (USA)

25 Mrd. Euro jährliche Kosten in der EU durch Allergien

30 % Reduktion der Leistungsfähigkeit bereits
bei allergischer Rhinitis



Kreuzallergien

Bei Allergien auf...

Vorsicht bei Genuss von

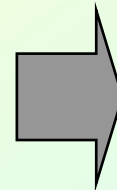
Latex

Gummihandschuhe

Wäschegummis

Luftballons

Kondome



Ayacados

Bananen

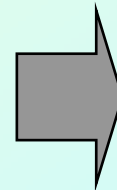
Feigen,

Kiwis

Papayas



Hausstaubmilben



Muscheln, Schrimps

Garnelen, Hummer

Krabben, Flusskrebse

Klassifikation der allergischen Rhinitis nach ARIA (WHO)¹

Dauer der Symptomatik	intermittierend	persistierend
	weniger als 4 Tage/Woche	mehr als 4 Tage/Woche
	oder weniger als 4 Wochen/Jahr	und mehr als 4 Wochen/Jahr
Schwere der Symptomatik	gering	mäßig-schwer
	Symptome sind vorhanden	Symptome sind vorhanden und belastend
	Symptome beeinträchtigen die Lebensqualität nicht	Symptome beeinträchtigen die Lebensqualität

Einteilung der Patienten mit allergischer Rhinitis (AR) nach neuer Nomenklatur²

	geringe Symptomatik	mäßig-schwere Symptomatik
intermittierende AR: 59,2 %	19,5 %	39,7 %
persistierende AR: 40,8 %	5,1 %	35,7 %

¹Bousquet J, van Cauwenberge P, Khaltaev N et al.: Management of allergic rhinitis and its impact on asthma (ARIA). J Allergy Clin Immunol 2001; 108: 147-334

²Bachert C: Die allergische Rhinokonjunktivitis. Allergologie 2005; 28(2): 45-52

Allergische Rhinokonjunktivitis (Heuschnupfen)

Lebenszeitprävalenz von über 20 % eine der häufigsten allergischen Erkrankungen

Asthmarisiko bei allergischer Rhinitis = 3,2 zur Normalbevölkerung

Def.: Symptomatische Überempfindlichkeitsreaktion der Nase, induziert durch eine IgE-vermittelte Entzündung der Nasenschleimhaut infolge Allergenexposition

Allergisches Asthma bronchiale

Def.: Chronisch entzündliche Erkrankung der Atemwege ... die entzündlichen Symptome führen bei den Betroffenen zu einer variablen Behinderung des Luftstromes in den Atemwegen und zu einer Zunahme der Sensibilität der Atemwege für eine Vielzahl von Stimuli.

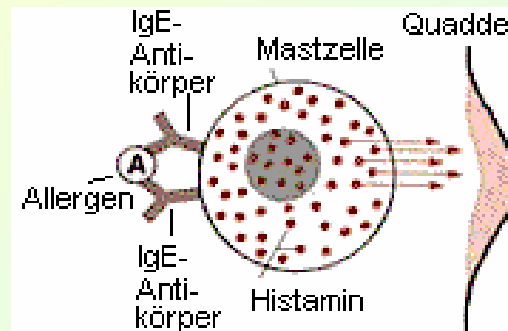
Symptome: Luftnot, Engegefühl in der Brust, pfeifende Atmung, erhöhte Sputumproduktion, Husten, Einschränkung des bronchialen Luftstroms (Airflow), Hyperreagibilität der Atemwege

Urticaria

(lat. Urticaria dioica oder Urticaria urens, urere = brennen)

Allergene

(Allergie vom Soforttyp)



**Druck, Kälte, Wärme, Licht,
Anstrengung**

(unbekannte allergische Mechanismen)



**geschwollene und leicht erhabene Rötungen, die
schnell größer werden und jucken**

Symptome Diagnosen Beschwerden

(im Zusammenhang mit einer Allergie oder Intoleranz)

- Urticaria - Ekzeme
- Quincke-Ödem
- Kopfschmerzen
- Pruritus
- Rez. Gastroenteritiden
- Rez. Laryngopharyngopathie
- Rez. Blepharokonjunktivitis
- Depressive Verstimmung
- Hyperreaktivitäten
- Glossitis und Xerostomie
- Rez. Epistaxis
- Gelenkschmerzen
- Müdigkeit,
Konzentrationsstörungen
- Allergisches Asthma bronchiale
- Chron. Rhinitis
- Chron. Konjunktivitis
- Allergisches Ekzem
- Neurodermitis

Überempfindlichkeitsreaktionen (Einteilung nach Coombs und Gell)

Einteilung	Physiologische Bedeutung	Pathologische Bedeutung
<p>Typ I IgE- vermittelt</p>	<p>Parasitäre Erkrankungen</p>	<p>Allerg. Rhinitis Urticaria Quincke-Ödem Allerg. Asthma Anaphylaxie</p>
<p>Typ II IgG / IgM- Vermittelt a) Via Zellen b) via Komplement</p>	<p>Zelluläre Antigene (Bakterien)</p>	<p>Transfusionsreaktion Autoimmunhämolytische Anämie Autoantikörper (SLE) Hyperakute TX-Abstoßung Good-Pasture-Syndrom</p>
<p>Typ III Immunkomplex- krankheit</p>	<p>lösliche Antigene (Toxine)</p>	<p>Serumkrankheit Organablagerungen (Niere, Gelenke, Haut, Gefäße, Lunge: Farmerlunge, Taubenzüchter)</p>
<p>Typ IV Zell-vermittelt a) Jones-Mote (24h) b) Kontaktallergie (48-72h) c) Tuberkulinreaktion d) granulomat Reaktion</p>	<p>Makobakterien Protozoen Tiefe Pilzinfektionen</p>	<p>a) ??? b) Nickel, Haptene c) Interadermaler Tuberkulintest d) Lepra, Tuberkulose, Sarkoidose</p>

Allergie-Diagnostik

Hemmender Einfluß von Pharmaka auf Hauttest-Ergebnisse

Medikament	Applikation	Sofort-Reaktion	Spät- Reaktion	Gefordertes freies Intervall
Antihistaminika (und Ketotifen)	inn.*	+	-	5 Tage
	äuß.	+	-	1 Tag
Psychopharmaka (mit Antihistamineffekt)	inn.	+	-	5 Tage
β- Adrenergika Theophyllin	inn.	+	-	1 Tag
	äuß.	+	-	-
	inn.	-	-	-
Glukokortikosteroide:				
Langzeit hochdosiert	inn.	+	+	3 Wochen
Langzeit <50mg Pred.	inn.	±	+	3 Wochen
Kurzzeit hochdosiert	inn.	±	+	1 Woche
Kurzzeit <50mg Pred.	inn.	±	-	3 Tage
Kortikoidexterna	äuß.	±**	±**	1 Woche
Cromoglykat	topisch	-	-	-
Zyklooxygenasehemmer	inn./äuß.	-	-	-

•bei Astemizol (inn.) 3 Wochen freies Intervall gefordert.** im Testareal

+Reaktion wird unterdrückt

- kein Einfluss auf die Reaktion/kein freies Intervall gefordert

Hauttestungen in der Allergologie

Typ 1 Allergene

Intrakutantest

Pricktest

Nasale Provokation Rhinomanometrie

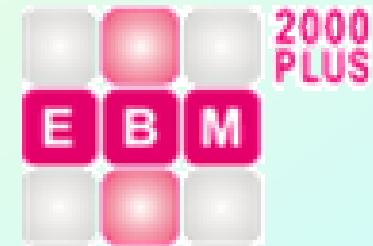


Allergologische Diagnostik und Therapie (Typ I)

Allergologische Anamnese

Allergietestungen

in vivo
Pricktest
Intrakutantest
in vitro
EAST
Provokation



Allergenkarrenz

Allergenminimierung
Kreuzallergene



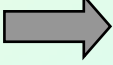
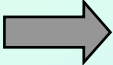

Therapie

Symptomatisch (Medikamente)
Kausal (SIT)

Kreuzallergien

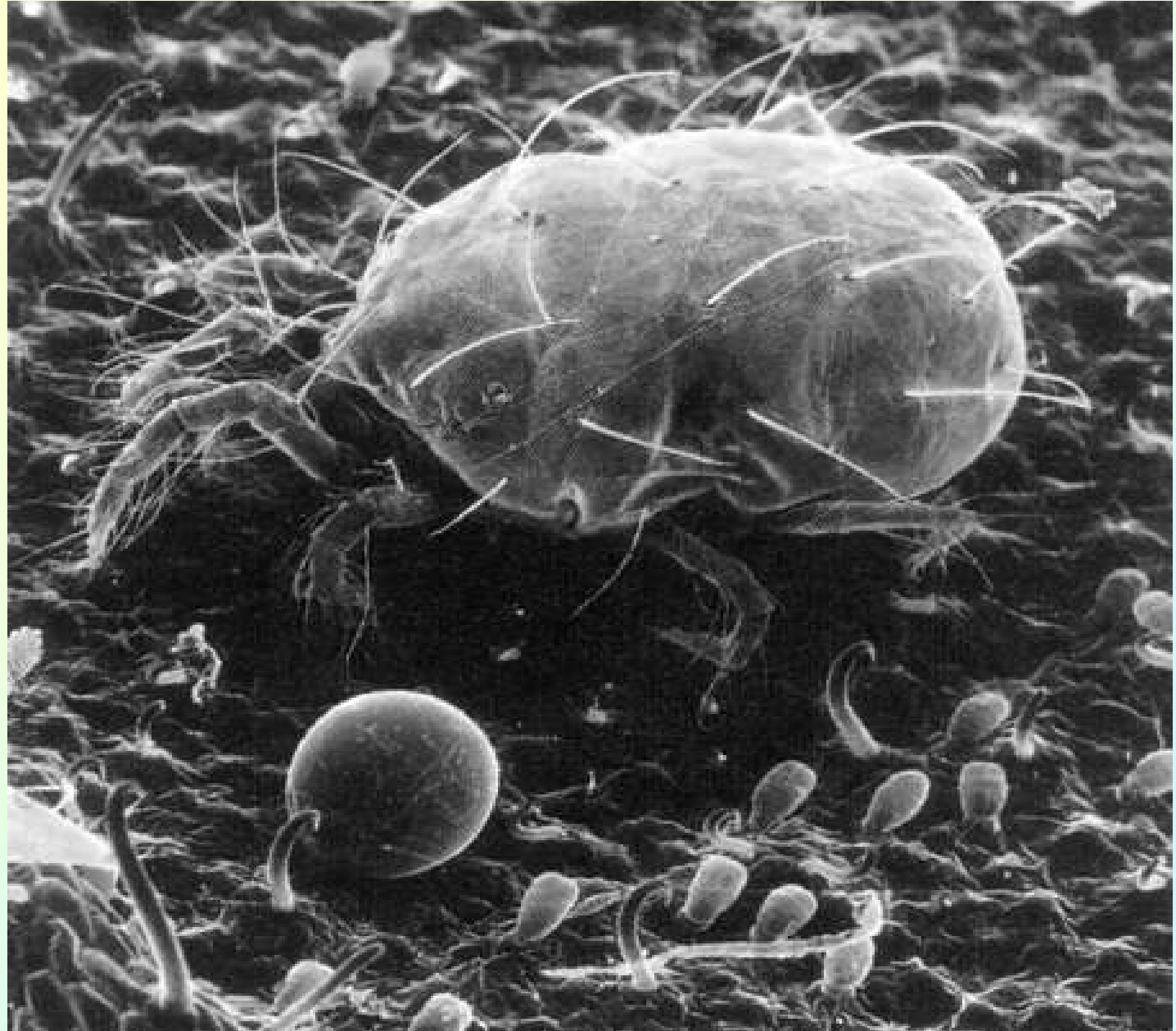
Bei Allergien auf...

Vorsicht bei Genuss von

Pollen von Frühblühenden Bäumen Birke, Hasel, Erle		Äpfeln, Birnen, Kirschen, Pflaumen, Erdbeeren, Brombeeren, Himbeeren, Aprikosen, Kiwis, Litschis, Nüssen, und Mandeln, Sellerie, vielen Gewürzen.
Gräserpollen Roggen, Weizen, Hafer, Gerste, Wildgräser		Erdnüssen, Getreideprodukten, Bohnen, Erbsen, Linsen, Soja, Tomaten
Kräuterpollen Besonders Beifuß		Sellerie, Mohrrüben, Paprika, Kartoffeln, Gurken, Artischocken, Melonen, Anis, Curry, Zimt, Knoblauch, Pfeffer, Muskat und vielen weiteren Gewürzen
Latex Gummihandschuhe, Wäschegummis, Luftballons, Kondome		Ayacados, Bananen, Feigen, Kiwis, Papayas
Hausstaubmilben		Muscheln, Schrimps, Gamelen, Hummer, Krabben, Flußkrebse



Milbe und Köpfchen- schimmel im Bett



Milben

- Vorkommen Staub der Betten, Polstermöbel, Teppiche
- Milbe 0,1 bis 0,3 mm
- Milbe produziert 200 Nachkommen
- alle drei Wochen eine neue Generation
- 200fache des Körpergewichtes an Milbenkot
- Kotbällchen trocknen aus, zerreiben sich in kleinste Partikel und schweben in der Atemluft

- Überleben Temperaturen von +60°C (mindestens 1 Stunde) bzw. bis -24°C (mehrere Stunden).

Quelle: Paunio M et al.: Measles History and Atopic Diseases. JAMA 283,3 (2000) 343-346

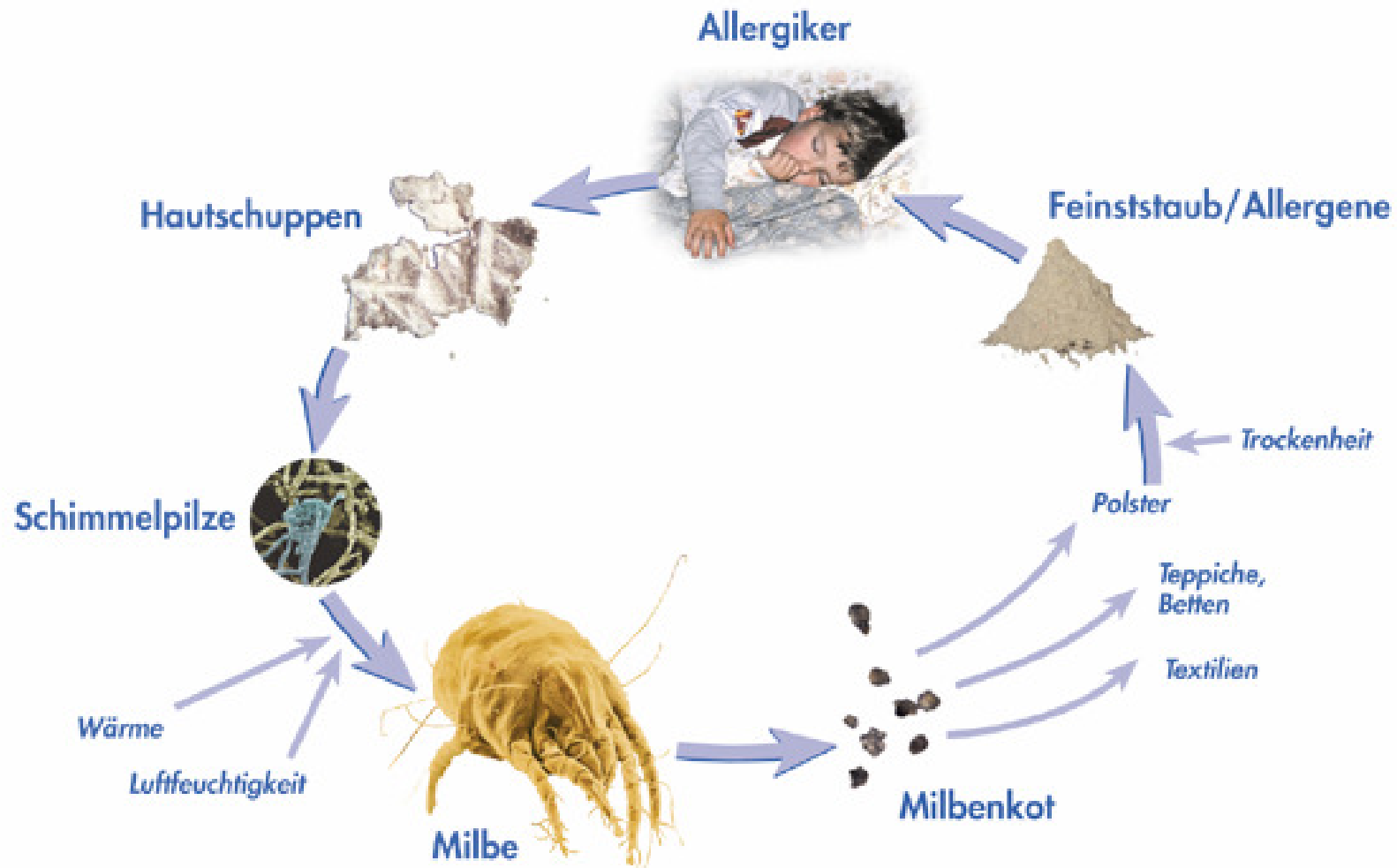
Milben

Wollpullover ca. 30.000 Milben

Matratze ca. 100.000 lebende Tiere
einige Millionen tote Milben

Teppichstaub Tüte 1g ca. 12-15 Milben
8400 Algen
5,1 Mio. Pilzsporen
730 Mio. Bakterien

Der Milbenkreislauf*



* nach Prof. v. Bronswijk

Entfernung von Milben (tot oder lebendig) durch Staubsaugen

Saugzeit (min/m ²)	Entfernung (%)
1	5
42	75
52	100 (1240 Milben/m ²)

Entfernung von Hausstaub durch Staubsaugen

Saugzeit (min./m ²)	Entfernung (%)
1	4
42	50
132	100 (=28g/m ² extrapol. Wert)

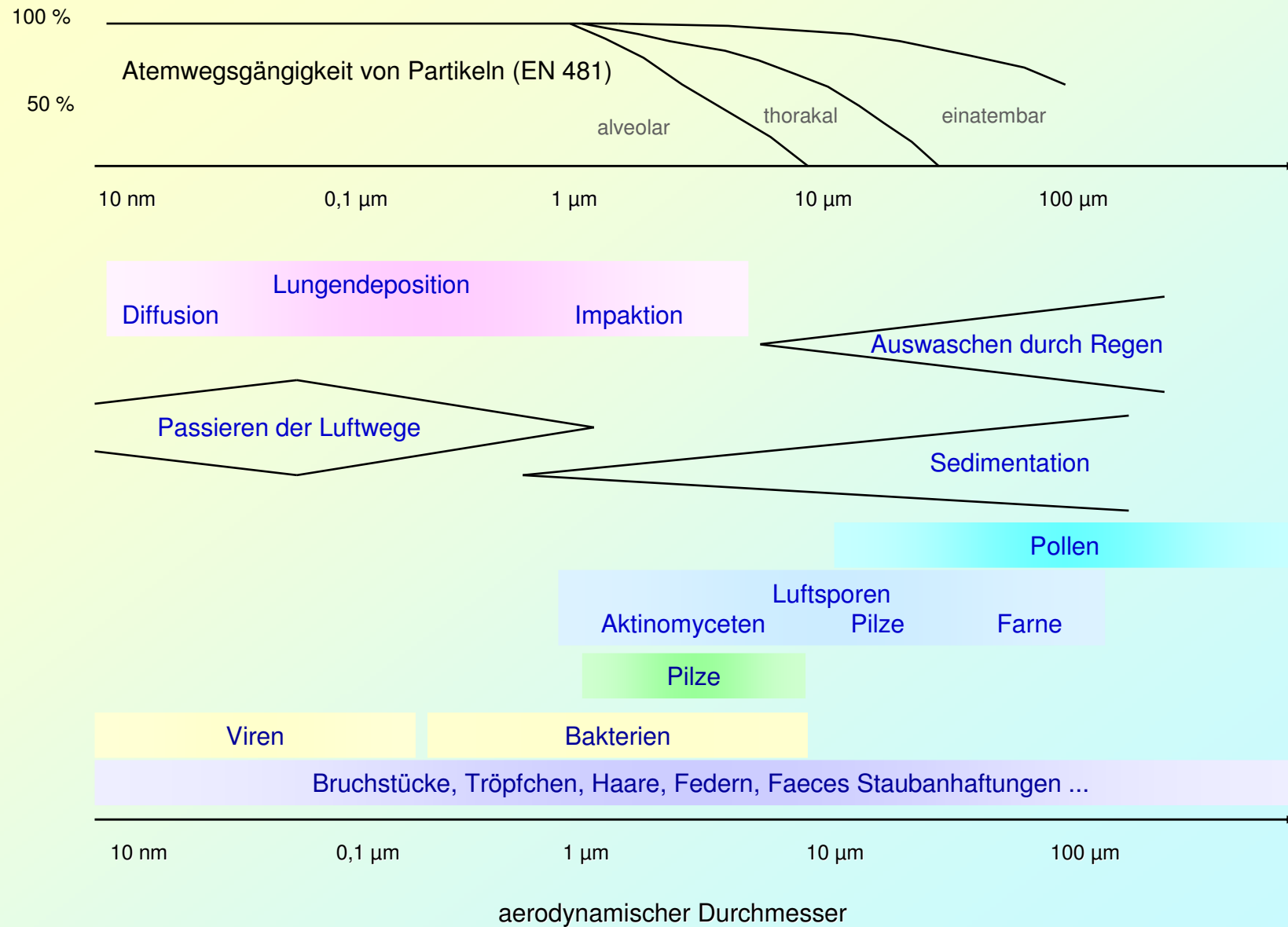
Milben

Wollpullover ca. 30.000 Milben

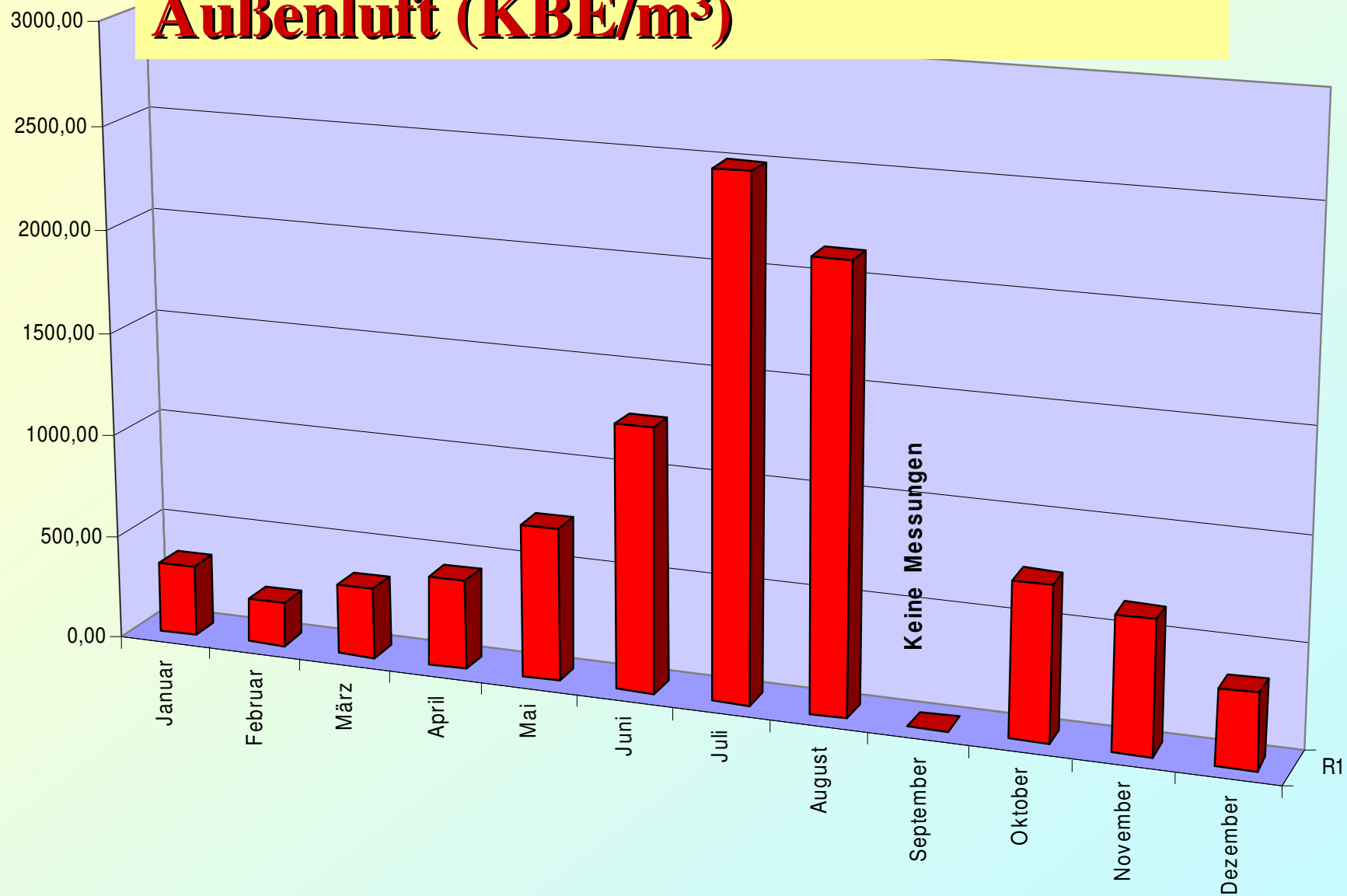
Matratze ca. 100.000 lebende Tiere
einige Millionen tote Milben

Teppichstaub Tüte 1g ca. 12-15 Milben
8400 Algen
5,1 Mio. Pilzsporen
730 Mio. Bakterien

Bioaerosole in den menschlichen Atemwegen



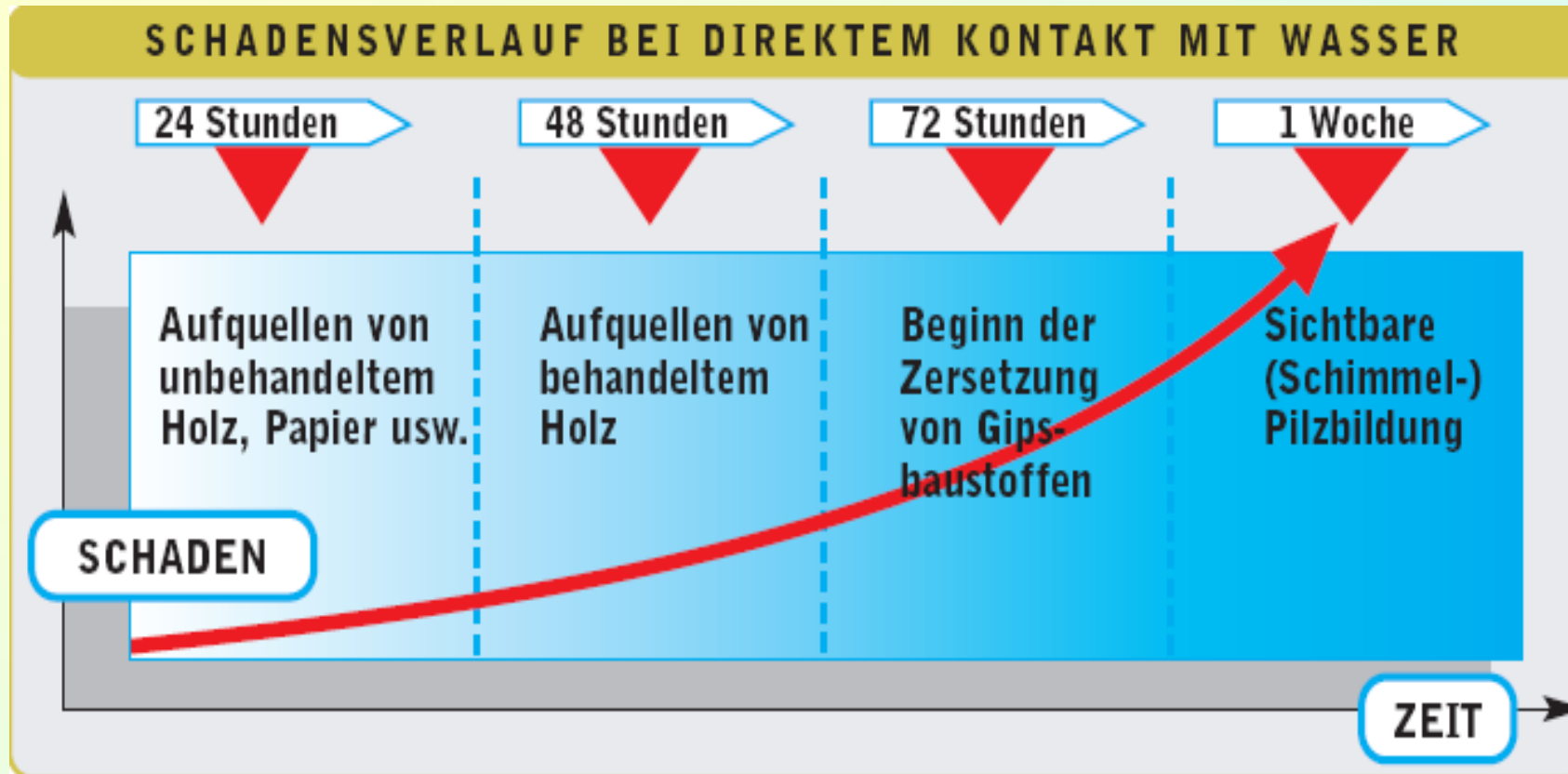
Gesamtsporenkonzentrationen Außenluft (KBE/m³)



Asthmarisiko bei Rauchen und bei Schimmelpilzexposition

- Schwedische Studie, 174 Probanden zwischen 20 und 50 Jahren, die nach dem 16. Lebensjahr ein Asthma entwickelten.
- Statistisch signifikante Risikofaktoren für das Auftreten von Asthma bronchiale
 - Schimmelpilze sichtbar
 - Tabakrauch
 - Atopie
- Quelle: Thorn J.. et al.: Allergy 56 (2001) 287-292

Wasserschaden Dauer



Asthma durch *Alternaria tenuis*

Kasuistik

- 9-jährige Junge mit lebensbedrohlichem Asthmaanfall
- Atemnot akut einsetzend
- Schlafen bei offenem Fenster bei warmem Herbstwetter in Wisconsin

Sensibilisierung auf *Alternaria tenuis* (Intrakutantestung)

Allergien auf *Alternaria tenuis* können schweres Asthma bei Kindern verursachen

Bush RK et al.: *Alternaria*-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol* 113 (2004) 227-234

Schimmelpilze und Innenraumfeuchte

EU-Studie 1800 Personen in Schweden (20-44a)

- zur Wohnsituation befragt
- Atemwegserkrankungen untersucht

(A) Wasserschaden in den letzten 12 Monaten 7,4%

(B) Schimmelbefall in den Wohnräumen 17,3%

(C) Wasserschaden und Schimmel 4%

Kurzatmigkeit (C)-OR 3,2 (B)-OR 2,1

Chronischer Husten (C)-OR 2,2 (B)-OR 1,7

Fazit: erhöhte Luftfeuchtigkeit nach Wasserschäden und Schimmelbefall in Innenräumen erhöhen das Risiko für Atemwegserkrankungen.

Gunnbjornsdottir MI et al.: The relationship between indicators of building dampness and respiratory health in young swedish adults. (2003)

Prävention von Schimmelpilzen

Wohn- und Aufenthaltsräume

- **Keine Grünpflanzen/Topfpflanzen im Schlafzimmer**
- **Keine Boden- oder Wandbündigkeit des Mobiliars an Außenwänden**
- **Keine Dauerkipplüftung in der kälteren Jahreszeit**
- **Einhaltung der physiologischen Luftwechselzahl von 0,8 – 1,0**
- **Keine offene Lagerung von Bioabfall in Wohnraum und Küche**

Rauchen schützt vor Allergien

**Dänische Studie, prospektiv an 734
Probanden.**

Verlauf über acht Jahre

Pricktest und spez.-IgE-Bestimmung

**Risiko für Entwicklung von positivem Prick
und spez. IgE bei Rauchern geringer als bei
Nichtrauchern**

Rauchen macht Immunsuppression

BIER

Alkoholische Gärung aus Wasser, Malz, Hopfen und Hefe

Malzzucker $\xrightarrow{\text{Hefe}}$ **Kohlensäure und Alkohol**

	Obergärig	Untergärig
Hefezellen Hefen	Sprossverbände steigen Oberfläche	Keine Sprossverbände absinken Boden
Temperatur	15°C – 20°C	ca. 6°C
Geschmack	fruchtig	trocken
Sorten	Kölsch, Weißbier, Alt	oft Pils, Export, Lager
Inhalt	Weizen-, Roggen-, Dinkelmalz	Gerstenmalz

L. H. 38 J. Asthma bronchiale

Messwoche: 46, Andersen Sampler

Probenahmeort	Temp. (°C)	Rel. F. (%)	Schimmelpilzkonzentration (KBE/m³)	
Wohnzimmer Erdgeschoss	20,6	66,1	Gesamt:	1700
			Cladosporium herbarum	10
			Aspergillus fumigatus	1500
			Scorpariopsis sp.	10
			sonstige	180
Schlafzimmer	21,1	61,5		
Badezimmer	21,8	61,4		
Küche Erdgeschoss	21,2	63,5	gesamt:	1440
			Cladosporium cladosporioides	10
			Aspergillus fumigatus	1220
			Penicillium sp.	10
			sonstige	200
Außenluft straßenseitig	12,2	78,9	gesamt:	450
			Cladosporium herbarum	50
			Cladosporium cladosporioides	10
			Penicillium sp.	20
			sonstige	370

Schimmelpilze und Innenraumfeuchte

EU-Studie 1800 Personen in Schweden (20-44a)

-zur Wohnsituation befragt

-Atemwegserkrankungen untersucht

(A) Wasserschaden in den letzten 12 Monaten 7,4%

(B) Schimmelbefall in den Wohnräumen 17,3%

(C) Wasserschaden und Schimmelbefall 4%

Kurzatmigkeit (C)-OR 3,2 (B)-OR 2,1

Chronischer Husten (C)-OR 2,2 (B)-OR 1,7

Fazit: Erhöhte Luftfeuchtigkeit nach Wasserschäden und Schimmelbefall in Innenräumen erhöhen das Risiko für Atemwegserkrankungen.

Gunnbjornsdottir MI et al.: The relationship between indicators of building dampness and respiratory health in young swedish adults. 2003

Nach Wurmbefall seltener allergisch

Studie in Sachsen-Anhalt mit 40.000 Kindern
Befragung zu Wurmbefall und/oder Neurodermitis
Bestimmung IgE-AK gegen 5 Aeroallergene



Original image from Oklahoma State University, College of Veterinary Medicine

Ergebnisse

17% hatten früher Wurmbefall mit Ascaris bzw. Oxyuris

18,1% litten an Hautekzemen

Kinder nach Wurmbefall entwickelten seltener Dermatitis

8,1% vs. 16,5%

Das Risiko einer Sensibilisierung ist um 25% reduziert

Schäfer T et al.: Worm infestation and the negative association with eczema (atopic/nonatopic) and allergic sensitization. Allergy 60 (2005) 1014-1020