

Hochtemperaturwollen

Chancen nutzen –

Risiken vermeiden

 **BASF**

The Chemical Company

**Prof. Dr. Herbert F. Bender,
BASF SE, Ludwigshafen**

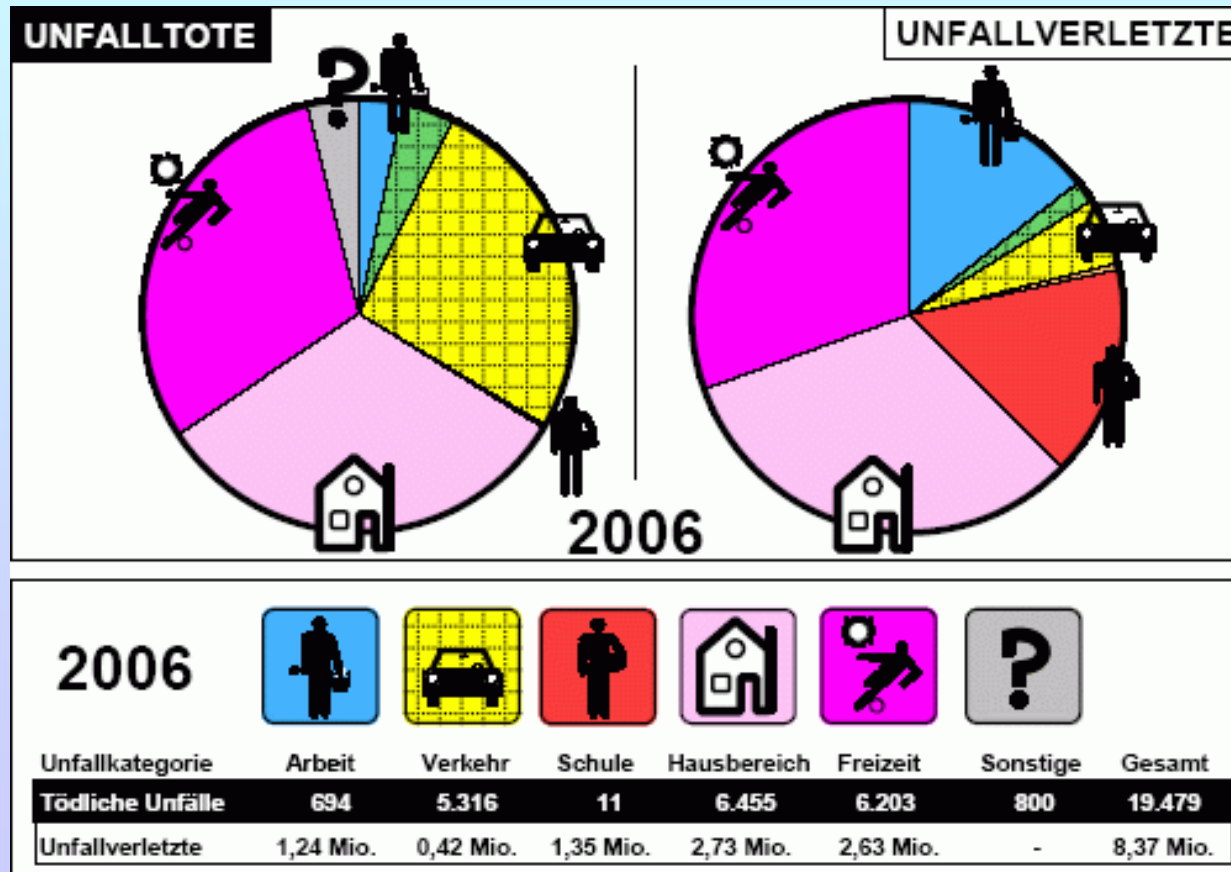
Quo vadis, Germania?

Nullrisiko am Arbeitsplatz	–	Ziel staatlichen Handelns?
Verantwortung des Individuums	↔	Kollektivverantwortung
Eigenverantwortung für die Gesellschaft	↔	gesellschaftliche Verantwortung für den Einzelnen
Pflichten des Staates	↔	Wahrung der Privatsphäre
Pflichten des Individuums	↔	Gemeinschaftssinn?
Partikularinteressen	↔	übergeordnete Aufgaben/Pflichten

Sind Risiken für den Einzelnen zumutbar?

300.000 Kinder verunglücken jährlich beim Rutschen, Spielen ...

Risiken Freizeit im Vergleich zum Arbeitsplatz: Statistik der BAuA



Grenzen der Verantwortlichkeit?

Unfallverletzungen in Heim- und Freizeit 2000

Alter	Männer				Frauen				Gesamt			
	Unfälle absolut in Tsd. ¹⁾	%	Bevölkerung in Tsd.	Quote ²⁾	Unfälle absolut in Tsd. ¹⁾	%	Bevölkerung in Tsd.	Quote ²⁾	Unfälle absolut in Tsd. ¹⁾	%	Bevölkerung in Tsd.	Quote ²⁾
< 15 Jahre	347	12,5	6.557	53	224	8,6	6.220	36	571	10,6	12.777	45
15 - 24 Jahre	523	18,8	4.729	111	323	12,5	4.528	71	846	15,8	9.257	91
25 - 34 Jahre	514	18,5	5.972	86	342	13,3	5.661	60	856	16,0	11.633	74
35 - 44 Jahre	548	19,7	6.994	78	438	17,0	6.628	66	986	18,4	13.622	72
45 - 54 Jahre	309	11,1	5.382	57	359	13,9	5.300	68	668	12,5	10.682	63
55 - 64 Jahre	304	11,0	5.235	58	395	15,3	5.359	74	699	13,0	10.594	66
65 Jahre und älter	231	8,3	5.287	44	503	19,5	8.407	60	734	13,7	13.694	54
Summe / Durchschnitt	2.776	100,0	40.156	69	2.584	100,0	42.103	61	5.360	100,0	82.259	65
< 6 Jahre	93	3,4	2.421	39	60	2,3	2.296	26	153	2,9	4.717	32
6 - 14 Jahre	254	9,1	4.136	61	164	6,3	3.924	42	418	7,8	8.060	52
< 18 Jahre	560	20,2	7.955	70	367	14,2	7.545	49	927	17,3	15.500	60

69

61

BASF SE 2007
Arbeitsunfälle/1.000 MA: 2,7

Stichprobe: 3.519; Hochrechnung 5,36 Mio
 1) hochgerechnet
 2) Unfälle / 1000 Einwohner

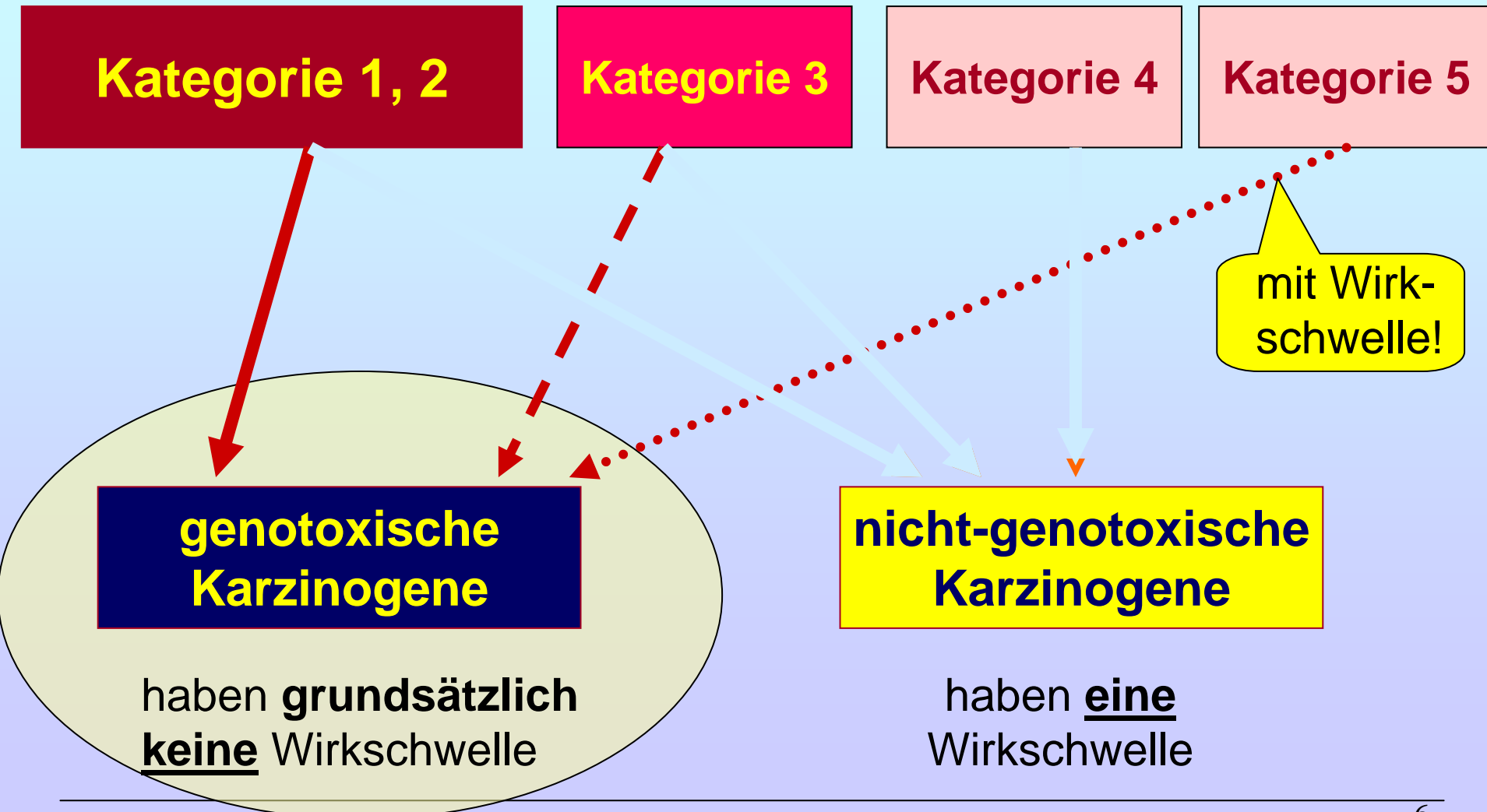
Quelle: BAuA

Risiken am Arbeitsplatz

- **Können Risiken am Arbeitsplatz überhaupt ethisch zugemutet werden?**
- **Bestandsaufnahme: Welchen Risiken sind Arbeitnehmer am Arbeitsplatz ausgesetzt?**
- **Gibt es „Gute“ und „Schlechte“ Risiken?**
- **Ist der gleiche Arbeitsunfall in der Branche X anders zu bewerten wie in Branche Y?**
- **Wie sind chemische Risiken im Vergleich zu anderen Risiken mit gleichem Schweregrad einzuordnen?**

Chemische Karzinogene

Sind alle chemischen Karzinogene gleich zu behandeln?



Beurteilung: Risiken der Allgemeinbevölkerung bezüglich krebserzeugender Stoffen

LAI-Empfehlung 1992:

→ Ausgangspunkt: Summe der 5 wichtigsten Umweltkarzinogene

Stadtbevölkerung: **1: 1.000/Lz** ⇒ 1 : 70.000/a

Landbevölkerung: **1 : 5.000/Lz** ⇒ 1 : 350.000/a

Beziehung zwischen

- Lebenszeitrisiko für Allgemeinbevölkerung (Lz) und
- Arbeitslebenszeitrisiko (Alz) für exponierte Arbeitnehmer
 - ⇒ 70 a vs. 40 a,
 - ⇒ 24 h vs. 8 h,
 - ⇒ Populationsunterschiede $f = 2-3$

Gesamtfaktor: 11 - 16

Strahlenschutzkommission

Zulässig nach Strahlenschutzverordnung

→ Strahlenbelastung 20 mS/a

Zusätzliches Krebsrisiko: **4: 100/ALz** ⇒ 1 : 1.000/a

Natürliche Strahlenbelastung

→ Strahlenbelastung 1 mS/a

Zusätzliches Krebsrisiko: **4: 1.000/Lz** ⇒ 5 : 100.000/a

Todesfallrisiken in bestimmten Wirtschaftszweigen

Landwirtschaft	1 : 811 /ALz	1 : 12.984/a
Bauwirtschaft	1: 1.340/ALz	1 : 21.438/a
Bergbau	1 : 910/ALz	1 : 14.564/a
Einzelhandel	1 : 6.250/ALz	1: 100.000/a

Quelle: DGUV

Risiken im täglichen Leben

Arsen im Trinkwasser (10 µg/l) **5 : 10.000/Lz**

Dioxin in Lebensmittel (2 pg Teq/kg) **3 : 10.000/Lz**

Dieselruß (5 ng BaP/m³) **2 : 10.000/Lz**

Cadmium im Schwebstaub **0,6 : 10.000)Lz**

Quelle: BMU

Röntgenuntersuchungen

Art der Untersuchung	Risiko
Hand, Zahn, Knochendichtemessung	1 : 10 Millionen
Ellenbogen, Knie	1 : 1 Million
Lunge, Halswirbelsäule, Schädel	1 : 100 000
Brustwirbelsäule, Hüfte, Mammographie	1 : 40 000
Lendenwirbelsäule, Bauchraum (Übersicht), Venendarstellung, Harntrakt, Computertomographie (CT) des Kopfes	1 : 10 000
Magen und Dünndarm (mehrere Aufnahmen + Durchleuchtungen, CT der Wirbelsäule	1 : 2 000
Dickdarm und Schlagader (mehrere Aufnahmen + Durchleuchtungen), CT-Brustkorb, CT-Bauchraum	1 : 1 000

Zusätzliches Mortalitätsrisiko bei einmaliger Röntgenuntersuchungen

Quelle: Prof. Jung, Uni Hamburg

Allgemeinbevölkerung

Für Allgemeinbevölkerung akzeptiert:

→ u. a. DECOS

1: 1.000.000/Lz $\Rightarrow 1 : 70.000.000/a$

→ umgerechnet auf Arbeitsplatzsituation

(70 a vs. 40 a, 24 h vs. 8 h, Populationsunterschiede $f = 2-3$)

2,4 : 100.000/ALz $\Rightarrow 1 : 5.000.000/a$

Festlegung unterschiedlicher Maßnahmenkonzepte

→ oberhalb Toleranzgrenze

Toleranzrisiko:

Schwelle, bis zu der Risiken toleriert werden und oberhalb derer Arbeitnehmer nicht exponiert werden sollen

→ zwischen Akzeptanz- und Toleranzschwelle

zunehmender Druck zur Durchführung der Maßnahmen bei abnehmendem Abstand zur Toleranzschwelle

→ unterhalb Akzeptanzgrenze

Akzeptanzrisiko:

Risiko am Arbeitsplatz, bei dem aufgrund des verbleibenden niedrigen stofflich-assoziierten zusätzlichen Krebsrisikos keine weiteren zusätzlichen Schutzmaßnahmen von staatlicher Seite zu fordern sind.

Risikogrenzen

Toleranzgrenze: 4 : 1.000 ALz 1 : 250

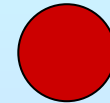
Akzeptanzgrenze
längstens bis 2017: 4 : 10.000 ALz 1 : 2.500

frühestens ab 2013,
spätestens ab 2018: 4 : 100.000 ALz 1 : 25.000

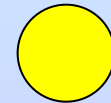
Maßnahmenkonzept

Einteilung in 3 Risikobereiche:

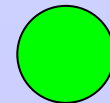
Hohes Risiko: oberhalb Toleranzgrenze



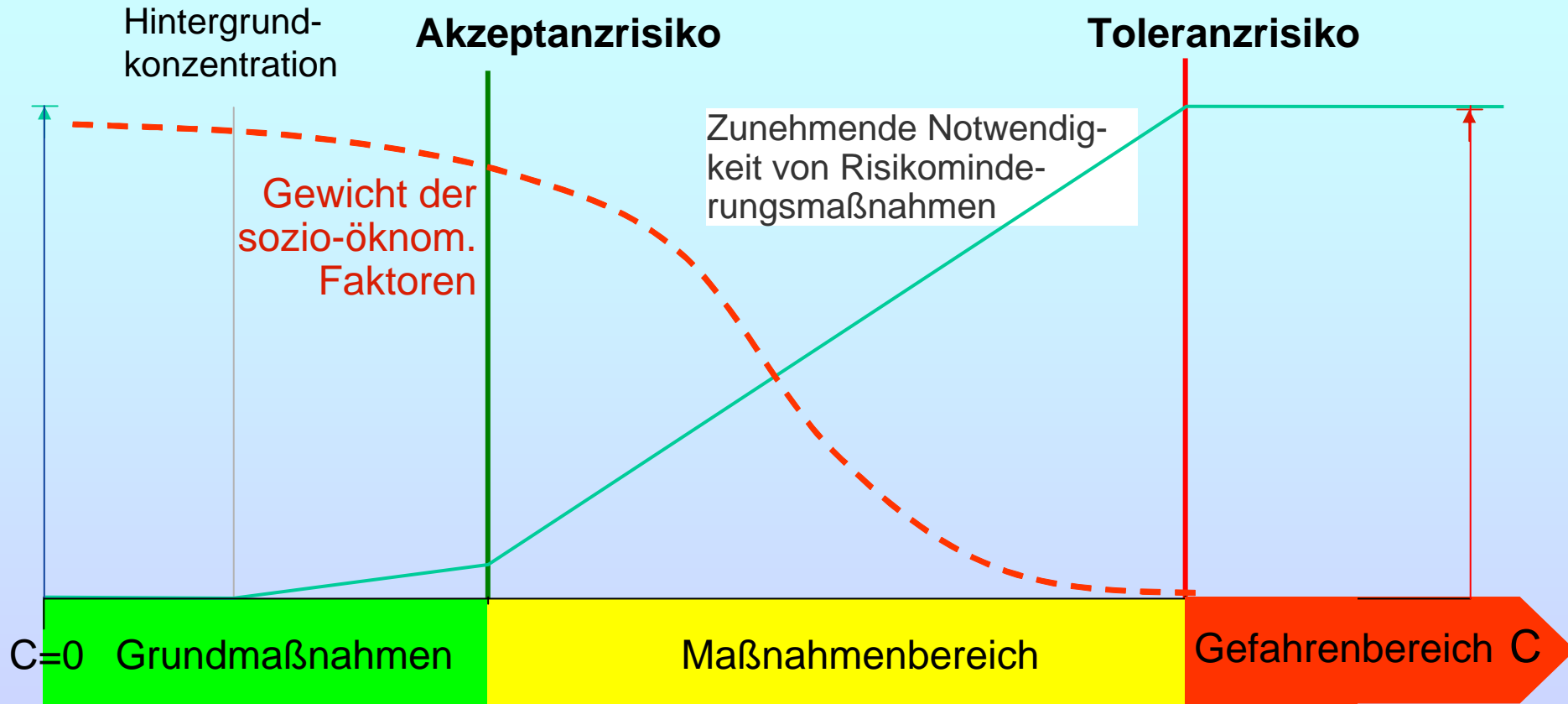
Mittleres Risiko: zwischen Akzeptanz- und Toleranzgrenze



Niedriges Risiko: unterhalb Akzeptanzgrenze



Priorisierung der Maßnahmenoptionen im Risikokontinuum



C = Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz

Krebsrisiken von Faserstäuben

→ Problemstellung:

⇒ erfüllen die Fasern die WHO-Definition?

⇒ Anteil besonders kritischer Fasern:

Länge > 20 μm

Durchmesser deutlich kleiner 1 μm

⇒ **Konzentration granulärer Partikel**

⇒ Overload? (Konzentration > 10 mg/m³)

⇒ **Übertragbarkeit der Ergebnisse unterschiedlich biopersistenter Fasern von Tier auf Mensch**

⇒ **Relevanz tierexperimenteller Expositionswege**

⇒ intraperitoneal?

⇒ intratrachial?

⇒ Instillation?

⇒ **Inhalation**

Krebsrisiko von Asbest

Berechnungsbasis: Unit-Risk-Model der US-EPA

$$\Rightarrow 2,3 \times 10^{-1} \text{ F/ml} = 230 \text{ F/m}^3$$

bei kontinuierlicher 70jähriger Exposition

Umgerechnet auf Arbeitsplatzsituation nach Wardenbach:

→ **Expositionsdauer: 35 Jahre**

→ **220 Tage pro Jahr**

→ **täglich 8 Stunden**

Zusätzliches Krebsrisiko bei 15.000 F/m³

$$\Rightarrow 5 \times 10^{-4}$$

Untersuchungen zur Wirkung von RCF - Inhalationstest -

Tierexperimentelle Studien mit RCF1:

Signifikante erhöhte Tumorrates ab

→ ~ 187.000.000 F/m³

Aber:

Konzentration granulärer Partikel

→ ~ 30 mg/m³

⇒ Resultat: signifikanter Overload der Lunge!

⇒ Tumorbildung resultiert in erheblichem Ausmaß zusätzlich aus Partikelexposition

Inhalationstests bei RCF-Stäuben

Ergebnisse bei gleicher Faserkonzentration, aber niedrigerer Konzentration an granulären Partikeln (RCF1a)

→ Keine Blockade der Clearance

Tumorrisiko bei arbeitstäglicher Exposition über gesamtes Arbeitsleben

→ bei 1 F/ml = 1 Mio F/m³ = 1.000.000 F/m³

→ Zusätzliches Krebsrisiko: 1 : 5 x 10⁻⁵ (1 Person von 20.000)

Quelle:

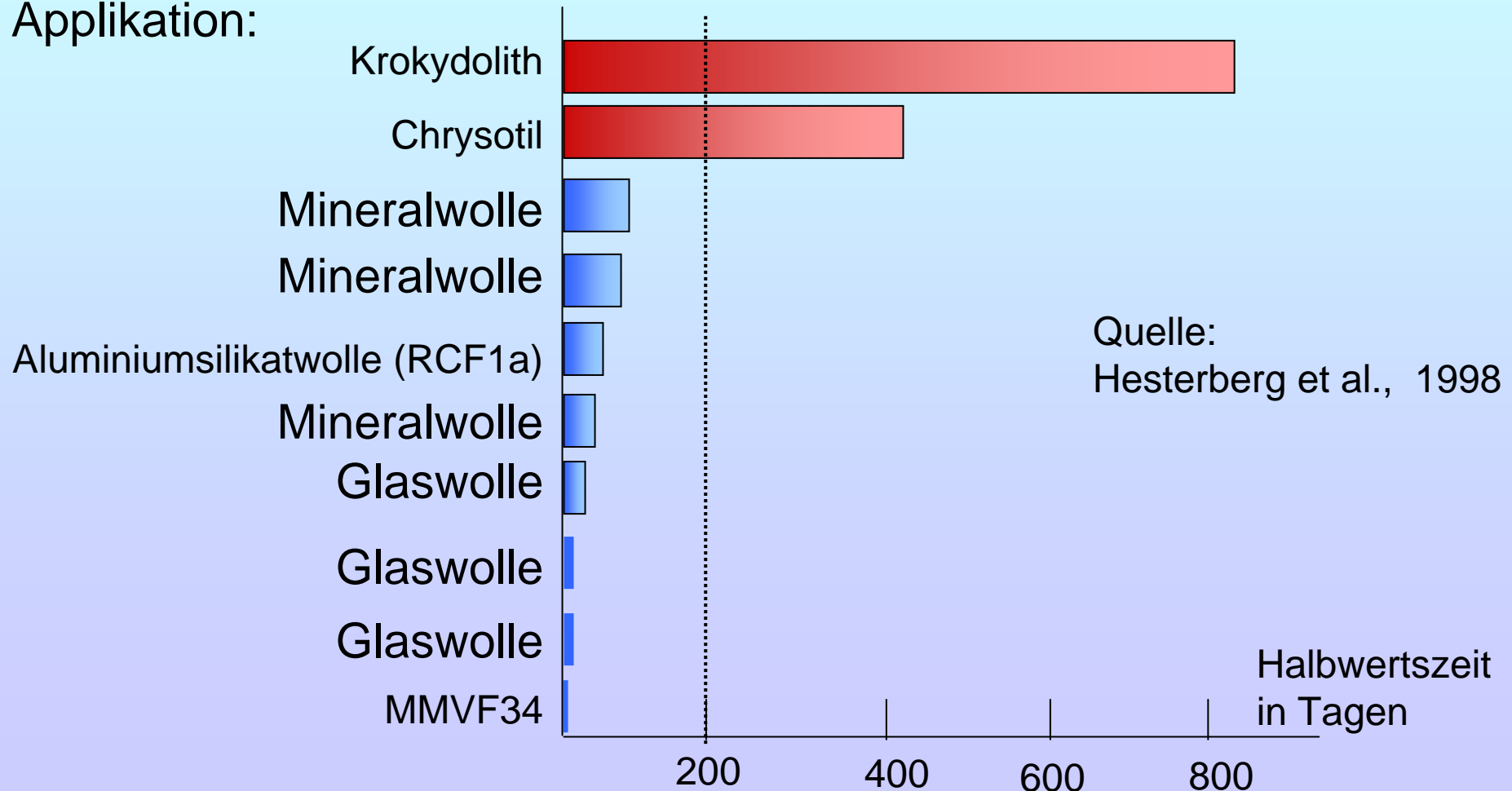
Brown, Bellmann, Muhle, Davis in

Annals of Occupational Hygiene Advance Access, Jan. 2005

Einfluss der Biopersistenz

Das krebserzeugende Potential wird wesentlich von der Biopersistenz bestimmt!

Mittlere Lebensdauer unterschiedlicher Fasern bei intratrachealer Applikation:



Übertragbarkeit Tierversuche auf Menschen

Berry 1999 (Inhalationsversuche)

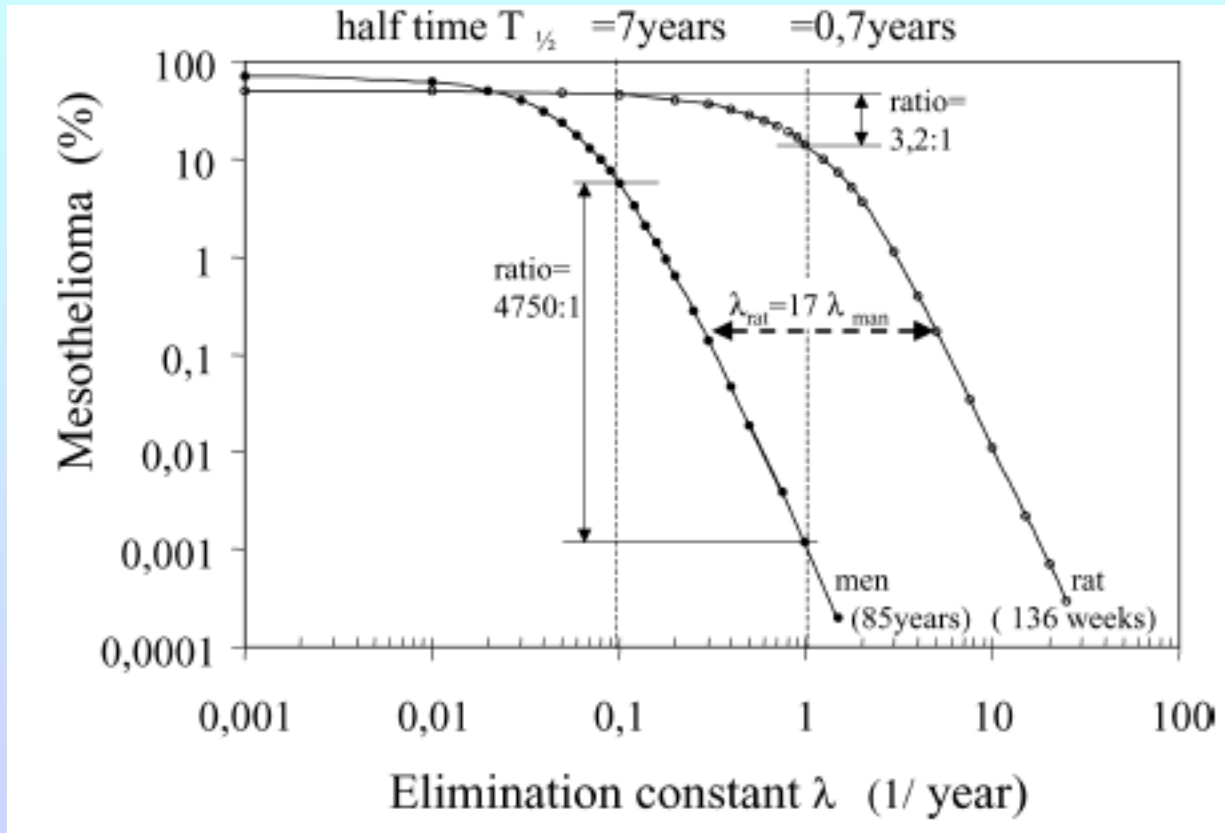
Eine Faser mit einer biologischen Halbwertszeit von 2 Jahren würde in der Rattenlunge über die ganze Lebenszeit resident sein, aber nur zu einem kleinen Teil beim Menschen!

Konsequenz:

→ Ratte ist mindestens 17 mal empfindlicher als der Mensch

Halbwertszeiten von RCF

Einfluss der Halbwertszeiten auf das Tumorrisiko bei Inhalationstests



Quelle:
Rödelsperger

Ergebnis:

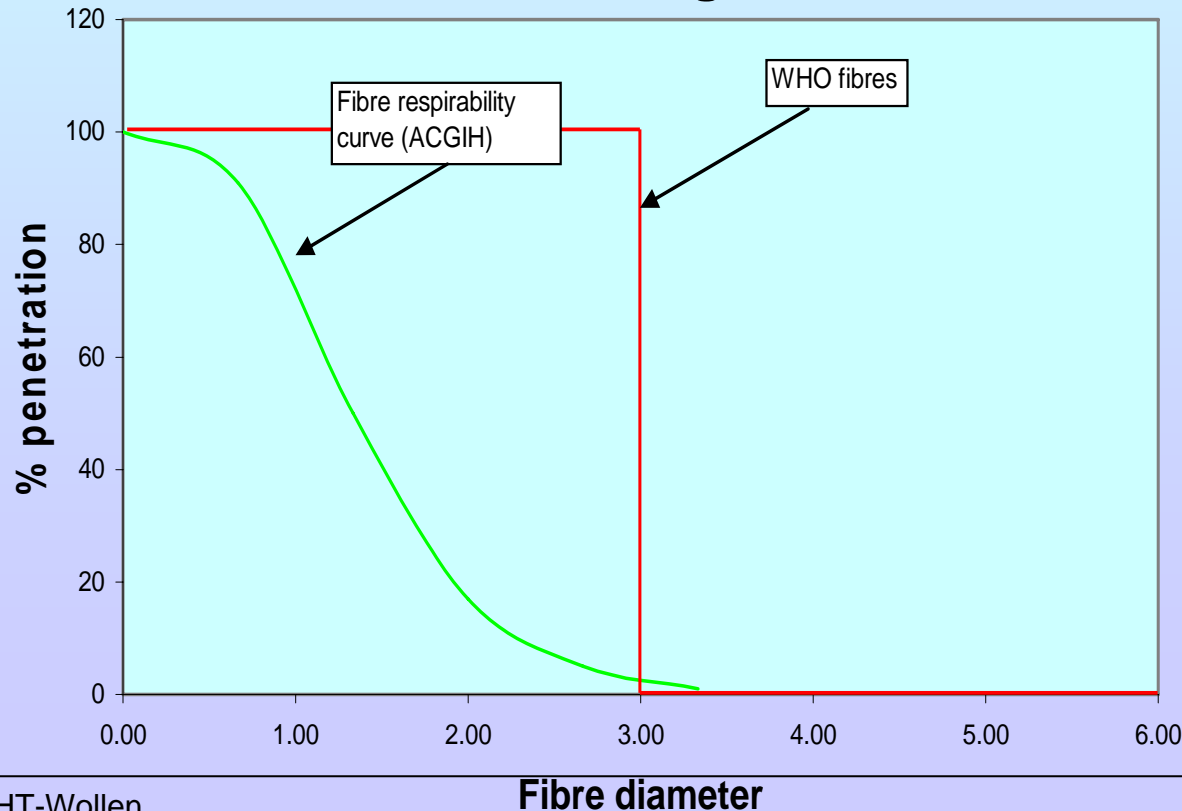
→ Bei einer 17fach längeren Halbwertszeit resultiert ein mehr als **tausendfach** niedrigeres Tumorrisiko!

Risikomodelle auf Basis i.p.-Tests

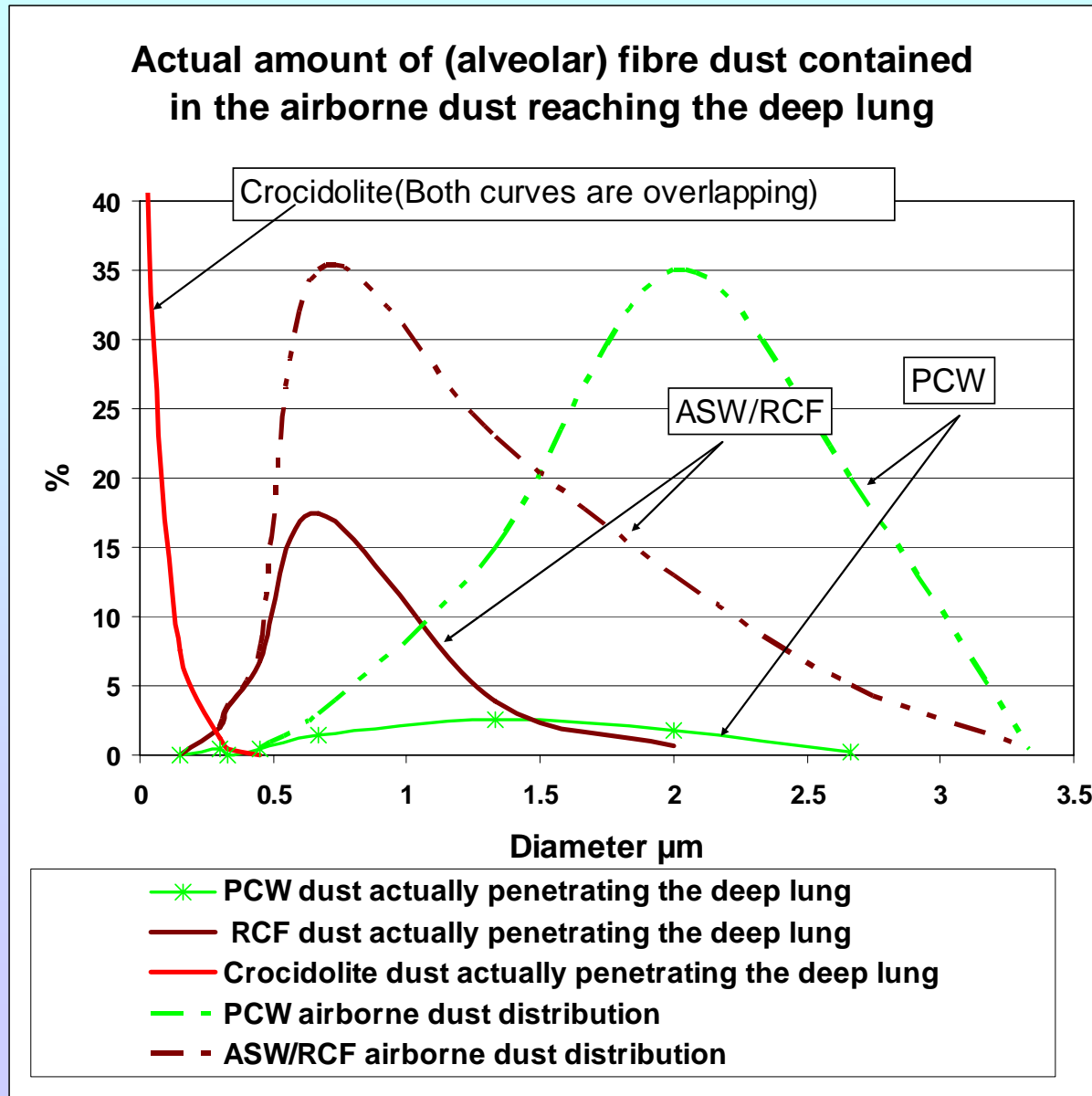
Fasertyp	TD25 i.p. [10 ⁹ Fasern]	Faktor relativ zu Krokydolith	Risiko relativ zu Krokydolith	Risiko pro 1 F/mL (35 J. Arbeitsplatz)
Krokydolith, S.A. (1995)	0,011	0,9	1,0909	4 : 100
Krokydolith, S.A. (1987)	0,015	1,3	0,8000	3 : 100
Silicon carbide	0,031	2,6	0,3871	1 : 100
Glass M 104/475	0,12	10,0	0,1000	4 : 1.000
Potassium titanate	0,165	13,8	0,0727	3 : 1.000
Ceramic, Fiberfrax II	0,0093	0,8	1,2903	5 : 100
Ceramic, Fiberfrax I	0,015	1,3	0,8000	3 : 100
Ceramic, Manville	0,019	1,6	0,6316	2 : 100
Ceramic, Fiberfrax	0,031	2,6	0,3871	1 : 100
Rockwool, Sweden	0,014	1,2	0,8571	3 : 100
Basalt, G+H	0,016	1,3	0,7500	3 : 100
MMVF-21 (stone)	0,032	2,7	0,3750	1 : 100
MMVF-11 (glass)	0,28	23,3	0,0429	2 : 1.000
M-stone	0,31	25,8	0,0387	1 : 1.000
MMVF-22 (slag)	0,82	68,3	0,0146	1 : 1.000
Glass B-01-0.9	11	916,7	0,0011	nicht eingestuft

Einfluss der Faserdurchmesser

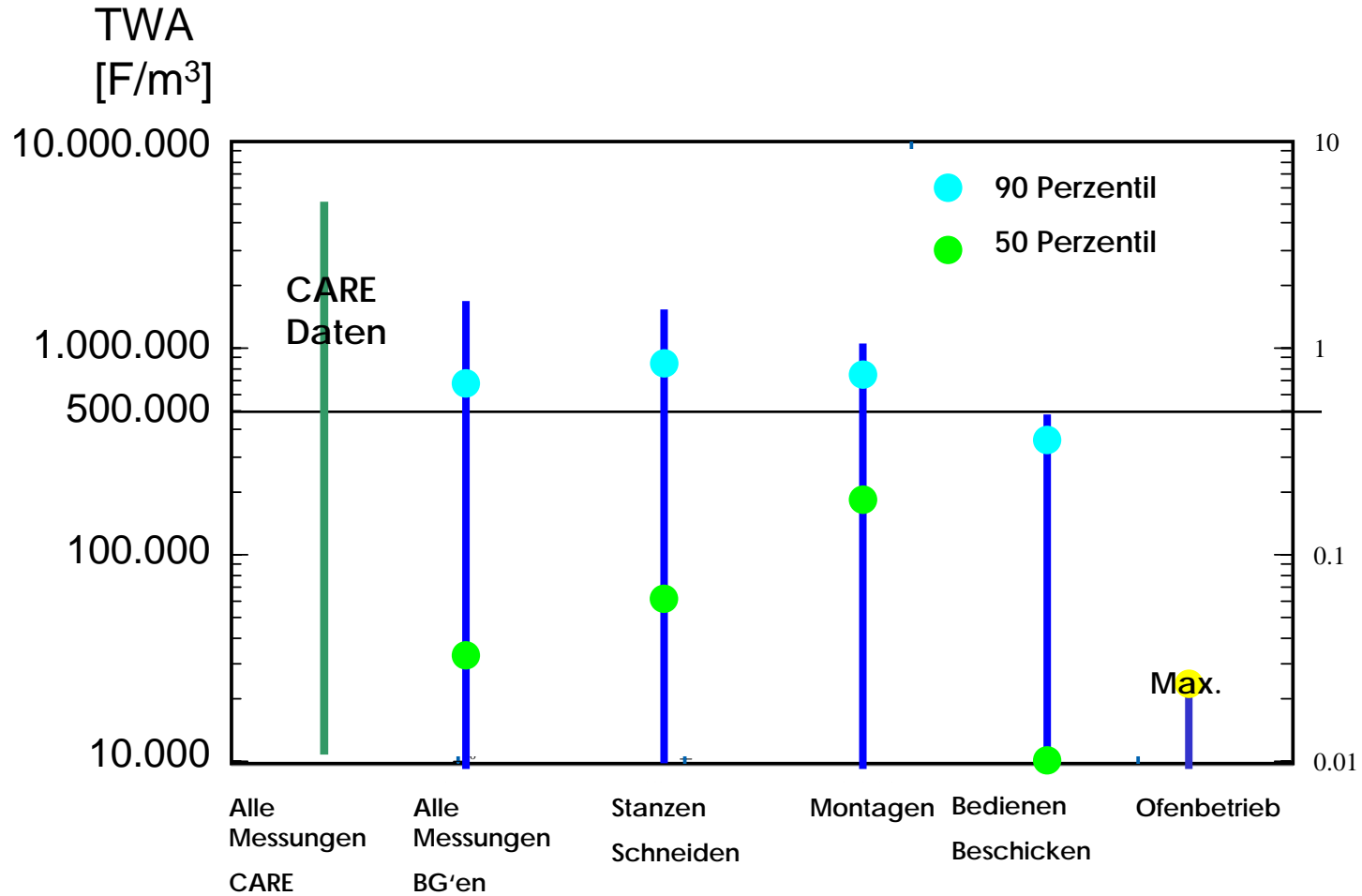
- Die alveolare Penetration ist umgekehrt proportional zum Faserdurchmesser
 - ⇒ Fasern mit einem Durchmesser $> 1,5 \mu\text{m}$ erreichen nur noch zu einem kleinen Bruchteil die Alveolen
 - ⇒ Nur bei Fasern mit einem vernachlässigbarem Anteil $> 1 \mu\text{m}$ kann dieser Effekt vernachlässigt werden



Einfluss der Faserdurchmesser



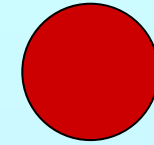
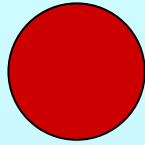
Arbeitsplatzexpositionen



Risiken von Faserstäuben

Risiko von Krokydolith

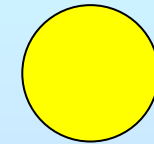
Risiko bei 1.000.000 F/m³



1.000.000 F/m³:
1:25

Steinw.: 1:25 (ip)
RCF

1 : 250



Glasw.: 1:500 (ip)



15.000 F/m³:
1:2.000

1 : 2.500

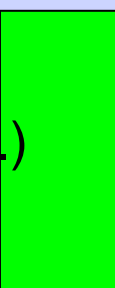


1 : 25.000



1.000 F/m³:
1:30.000

Steinw.: 1:25.000 (inh.)



Schlussfolgerungen

- die kanzerogene Potenz von HTW wird wesentlich von
 - ⇒ der **Biopersistenz** und
 - ⇒ der **Fasergeometrie** (Länge, Durchmesser) bestimmt
- bei der Übertragbarkeit Ratte ⇒ Mensch in **Inhalationsversuchen** zeigt sich die Ratte als sehr empfindlich bei Faserstäuben mit langen Halbwertszeiten
- **das resultierende Krebsrisiko** unterscheidet sich nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse bei Inhalationsstudien signifikant von Asbest
- **ip-Untersuchungen** können nicht direkt zur Ableitung eines Arbeitsplatzrisikos verwendet werden.
- **adäquate** Arbeitsschutzmaßnahmen sind zum Schutz der Arbeitnehmer notwendig

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Ich hoffe, dieses komplexe Thema verständlich, aber nicht zu stark vereinfacht, dargestellt zu haben.

Für Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung!