

# Grenzwertphilosophie für krebserzeugende Arbeitsstoffe in Deutschland

Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der RWTH Aachen



# Gliederung

Problematik von Grenzwerten allgemein

Historie und aktuelle Philosophie in Deutschland

Beispiel aus der Praxis





FRAGE STELLEN

NOCH FRAGEN? &gt;



StechusKaktus

Frage Nummer 3000081435

## Warum wurde der Grenzwert für NO<sub>2</sub> akzeptiert?

Der Stickstoffdioxid-Grenzwert an Straßen wurde in Deutschland auf 40 Mikrogramm pro Kubikmeter festgesetzt. In geschlossenen Räumen liegt er fast 24 Mal so hoch: Bei 950 Mikrogramm pro Kubikmeter. Bei Tierversuchen traten Reizungen der Atemwege erst ab einer Stickstoffdioxidkonzentration von 8000 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft auf. (heise.de)

Offenbar gibt es keinen Beleg dafür, dass NO<sub>2</sub> in geringer Konzentration dem Menschen schadet, es also gute Argumente dafür, die Sinnhaftigkeit des Grenzwertes - verbunden mit den Fahrverboten - anzuzweifeln.

- 1886: erste "höchstzulässige Konzentrationen am Arbeitsplatz"
- Lehmann, K. B.:  
Experimentelle Studien über den Einfluß technisch und  
hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus  
Theil I und II: Ammoniak und Salzsäuregase
- 1938 "Maximalkonzentrationen" für ca. 100 Arbeitsstoffe
- 1951/52 erster Versuch der Einführung von  
Maximale-Arbeitsplatz-Konzentrationen  
(MAK) auf europäischer Ebene
- 1955 Gründung der DFG-Senatskommission  
(Erarbeitung von MAK-Werten)



Vorschläge für Grenzwerte

DFG



„MAK-Kommission“

**DFG** Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

BMAS



Bundesministerium  
für Arbeit und Soziales



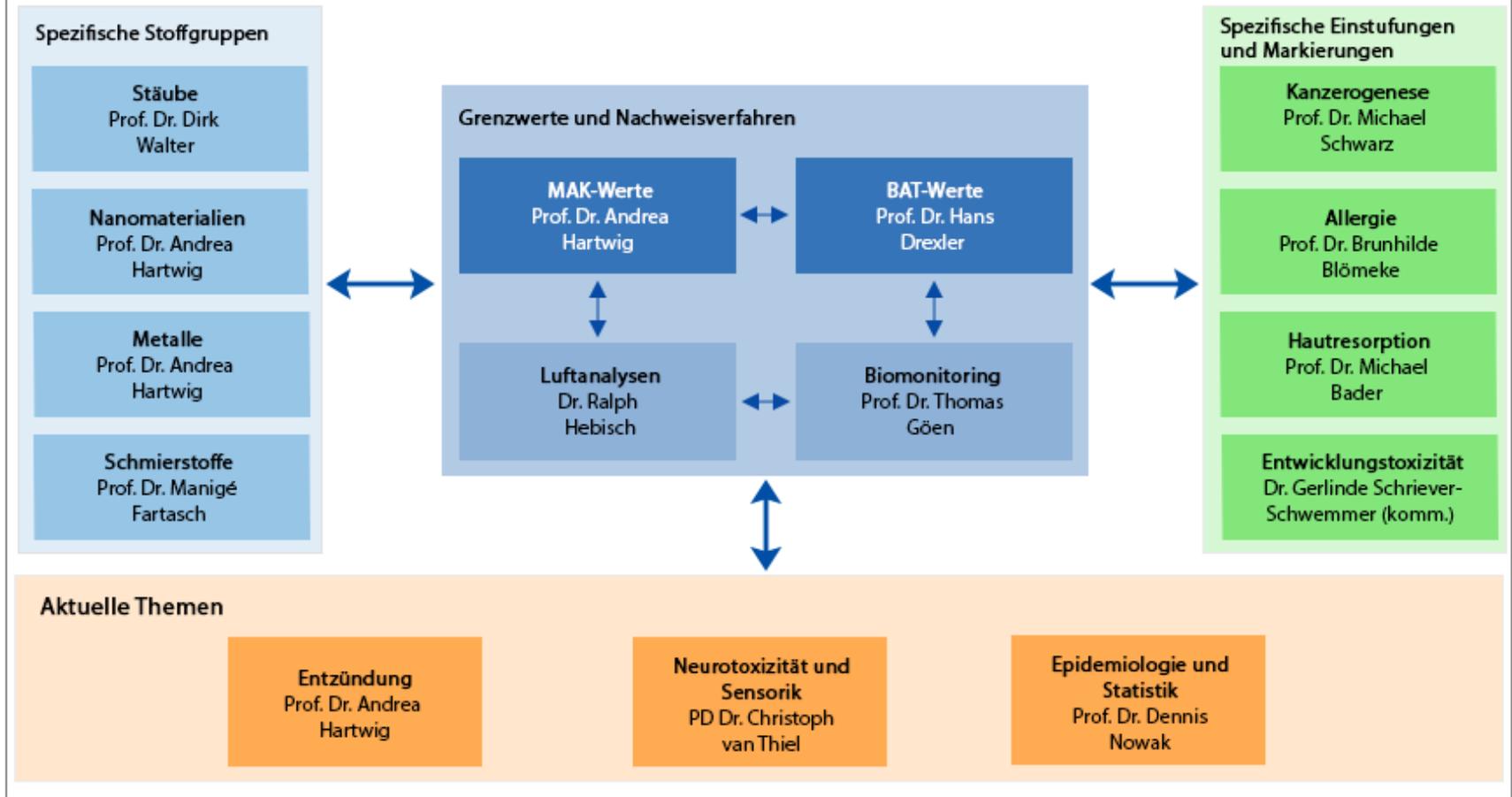
AGS

Aufnahme in die  
TRGS 900, 903, 910

# „MAK Kommission“

## Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

Vorsitz: Prof. Dr. Andrea Hartwig; Stellv. Vorsitz: Prof. Dr. Hans Drexler



MAK-Wert

BAT

EKA

DFG Senatskommission zur Prüfung  
gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe  
(„MAK Kommission)

TRK

Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)

# Expositionsäquivalent krebserzeugender Arbeitsstoffe (EKA)

Beziehung zwischen der Stoffkonzentration eines krebserzeugenden Arbeitsstoffs in der Arbeitsluft und der erwarteten Stoff- bzw. Metabolitkonzentration im biologischen Material exponierter Personen.

# Historisch:

## TRK – Technische Richtkonzentration

Die **Technische Richtkonzentration (TRK-Wert)** gibt die Konzentration eines Stoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz an, die nach Stand der Technik maximal erreicht werden darf. Der TRK-Wert soll das Risiko eines Gesundheitsschadens minimieren, da auch bei eingehaltenem TRK-Wert eine Beeinträchtigung der Gesundheit des Menschen nicht ausgeschlossen ist. Dabei gelten die TRK-Werte für Personen, die gesund und im erwerbsfähigen Alter sind.

## Luftgrenzwerte

1. MAK	DFG
2. AGW	AGS
3. <b>ERB</b>	
4. OEL	SCOEL
5. IOEL	EU Parlament
6. BOEL	
7. DNEL	Industrie
8. DMEL	

## Biomonitoringgrenzwerte

1. BAT	DFG
2. BGW	AGS
3. BLV	SCOEL
4. <b>Äquivalenzwerte</b>	AGS

## **Ableitung aus Erfahrungen beim Menschen**

### **Studien an Freiwilligen unter kontrollierten Bedingungen**

akute Effekte nach einmaliger Exposition

irritative oder zentralnervös dämpfende Wirkungen als kritische Effekte.

### **Arbeitsmedizinische Untersuchungen und epidemiologische Studien**

Zu berücksichtigen

Studienansatz,  
Analytik, Messstrategie ,  
Mischexpositionen,  
Beachtung von Bias und Confounding

.



## Ableitung aus tierexperimentellen Untersuchungen

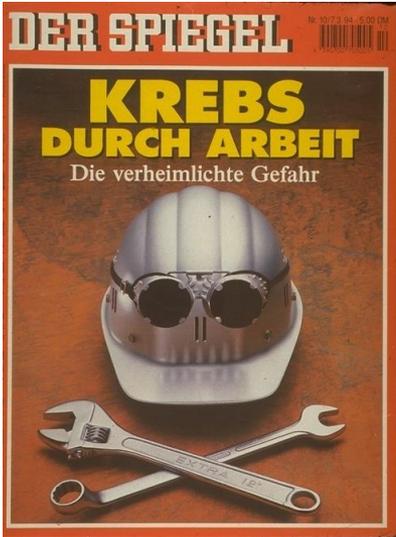
### Problematik

der Speziesübertragung  
eingeschränkten Gruppengrößen

### Vorteile

genaue Expositionscharakterisierung,  
ausgedehnten Untersuchungsumfang  
Möglichkeit, eine Dosis-Wirkungsbeziehung und NOAELs zu erfassen.

Zur Übertragung einer oralen Dosis aus einem Tierversuch auf eine Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz benutzt die Kommission bei Fehlen stoffspezifischer Daten zur Toxikokinetik ein Verfahren, das im Wesentlichen mit dem im Richtliniendokument zur Ableitung von Derived-No-Effect-Levels (Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter R.8, ECHA 2008) beschriebenen übereinstimmt.



# CMR-Stoffe

Die Kennzeichnung krebserzeugender, mutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe, die *CMR-Stoffe* (von **C**arcinogenic, **M**utagenic and **t**oxic to **R**eproduction), hängt von der Einstufung dieser Substanzen ab.

*Kategorie 1A:* aus Erfahrung beim Menschen nachgewiesen

*Kategorie 1B:* bei Tieren nachgewiesen, wird beim Menschen vermutet

*Kategorie 2:* es wird angenommen, dass es beim Menschen so ist

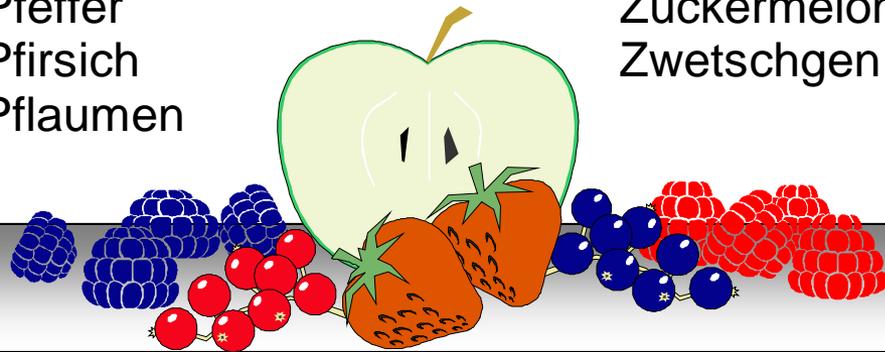
# Nahrungsstoffe, die im Tierversuch eine krebsauslösende Wirkung zeigten

(Quelle: Ames et al. Science 249 (1990) 970)

Ananas  
Anis  
Apfel  
Aubergine  
Banane  
Basilikum  
Birne  
Blumenkohl  
Brokkoli  
Endiviensalat  
Erdbeeren  
Estragon  
Fenchel  
Gewürznelken  
Grapefruit  
Grünkohl  
Himbeeren  
Honig  
Honigmelone

Kaffee  
Kakao  
Karotten  
Kartoffeln  
Kirschen  
Kopfsalat  
Kümmel  
Mango  
Meerrettich  
Muskatnuß  
Orange  
Pastinak  
Petersilie  
Pfeffer  
Pfirsich  
Pflaumen

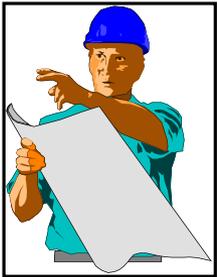
Pilze  
Rettich  
Rosenkohl  
Rosmarin  
Salbei  
Sellerie  
Senf  
Sesamsamen  
Thymian  
Weintrauben  
Weiße Rüben  
Weißkohl  
Zimt  
Zuckermelone  
Zwetschgen



# Krebserzeugende Arbeitsstoffe

## DFG-Kategorien

# K<sub>1</sub>



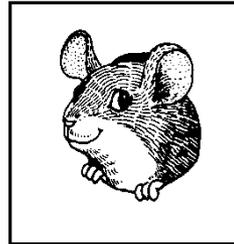
z.B.  
Asbest  
2-Naphthylamin  
ChromVI-verb.

# K<sub>2</sub>



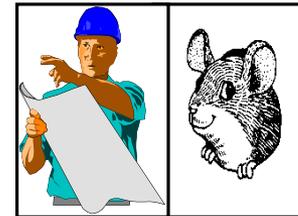
z.B.  
Acrylamid  
Antimon  
Glasfasern

# K<sub>3</sub>



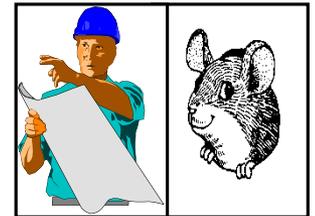
z.B.  
Benzotriazol  
Ethylen  
Ozon

# K<sub>4</sub>



z.B.  
Anilin  
PCBs  
Lindan

# K<sub>5</sub>

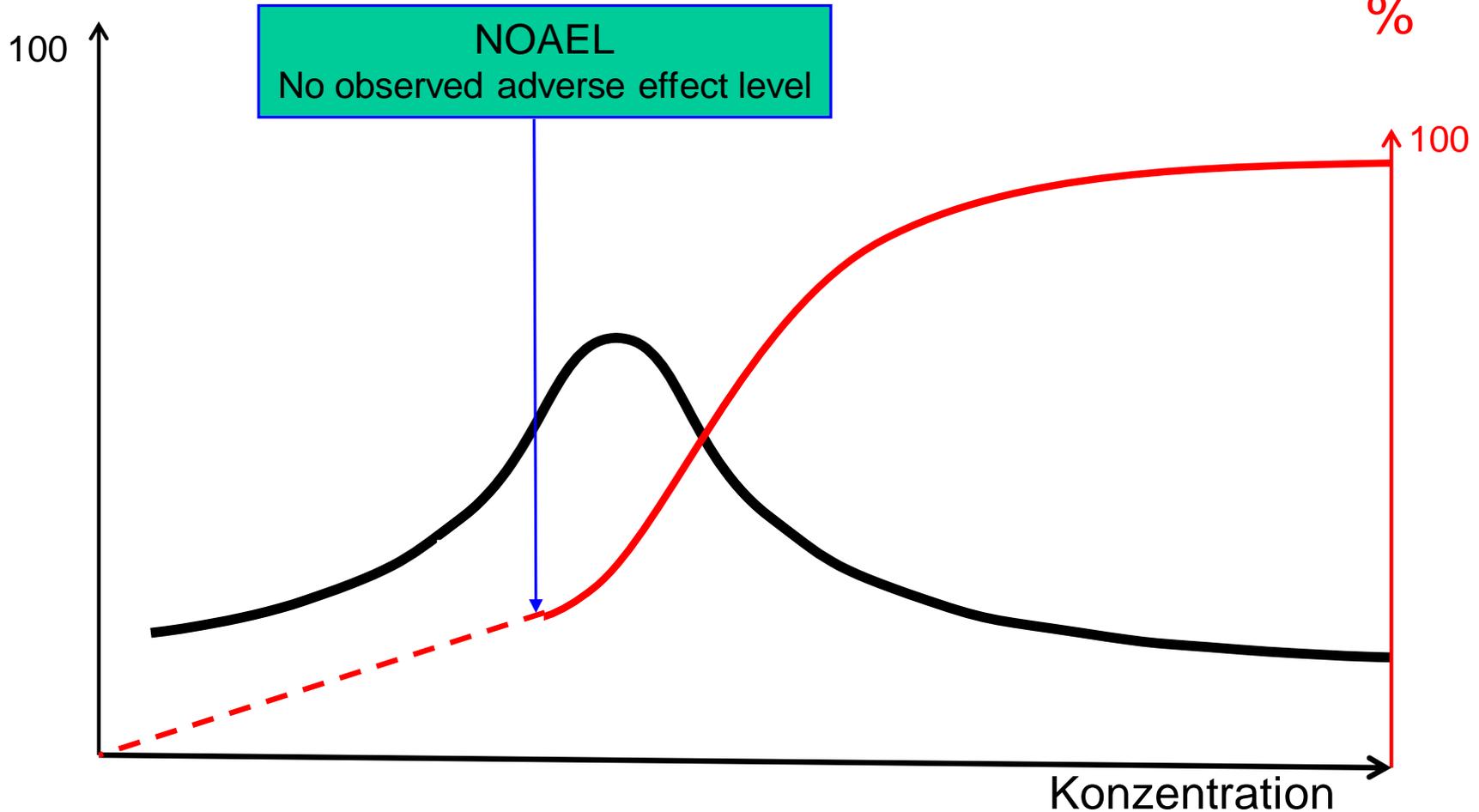


z.B.  
Ethanol  
Styrol  
Dichlormethan

# Dosis-Wirkungsbeziehung genotoxischer kanzerogener Arbeitsstoffe

Häufigkeit  
%

Erkrankungs-  
wahrscheinlichkeit  
%



# TRGS 910

TRGS 910 Seite 1 von 165 (Fassung 02.07.2021)

Ausgabe: Februar 2014

GMBI 2014 S. 258-270 [Nr. 12] (v. 2.4.2014)

Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021 S. 895 [Nr. 39-40] v. 02.07.2021

<b>Technische Regeln für Gefahrstoffe</b>	<b>Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen</b>	<b>TRGS 910</b>
---	--	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder.

Sie werden vom

## **Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)**

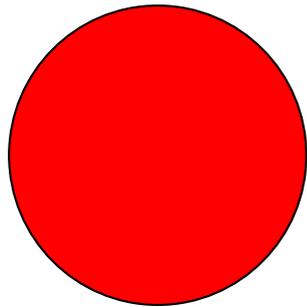
ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRGS konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

## 2 Begriffsbestimmungen

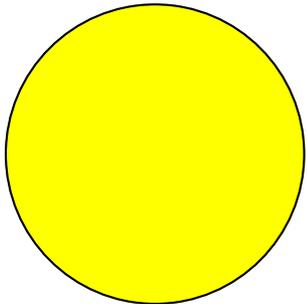
(1) Die ERB eines krebserzeugenden Stoffes beschreibt den Zusammenhang zwischen der Stoffkonzentration (inhalative Aufnahme) und der statistischen Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung. Die aus experimentellen oder epidemiologischen Studien abgeleitete ERB bildet die Grundlage für die Extrapolation in den Bereich geringerer Risiken, der in der Praxis im Allgemeinen weder tierexperimentell überprüft noch epidemiologisch beobachtet werden kann. Bezugszeitraum für das Risiko ist die gesamte Lebenszeit (Lebenszeitrisko). Das Risiko ist die statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer berufsbedingten Krebserkrankung während des gesamten Lebens. Die Methode zur Ableitung von Exposition-Risiko-Beziehungen und ihrer Extrapolation ist in Anlage 3 dieser TRGS beschrieben.





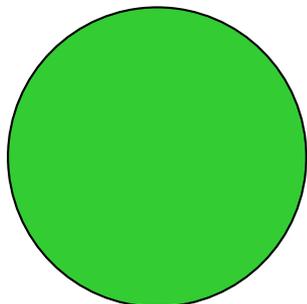
Hohes Risiko  
= Toleranzrisiko  
(4 : 1000 = 0,4%)

Maßnahmen erforderlich, nur  
vorübergehende  
Ausnahmen



Mittleres Risiko  
= Akzeptanzrisiko  
(4 : 10 000 = 0,04%;  
ab 2018: 4 :100 000)

Kontinuierliche arbeits-  
hygienische Verbesserung

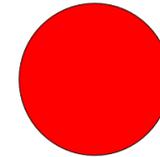


Geringes Risiko

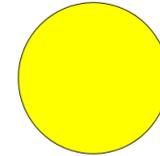
Umweltbedingte allgemeines  
Grundrisiko

# Exposition-Risiko-Beziehung

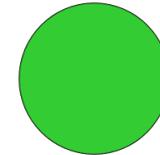
Bezug: **Lebenszeitrisiko** nach 40 jähriger arbeitstäglicher Exposition gegenüber einem kanzerogenen Stoff bei kontinuierlicher, arbeitstäglicher Exposition



Hohes Risiko  
= Toleranzrisiko  
(4 : 1000 = 0,4%)



Mittleres Risiko  
= Akzeptanzrisiko  
(4 : 10 000 = 0,04%;  
Ab 2018: 4 : 100 000)



Geringes Risiko

(2) Das Akzeptanzrisiko ist eine stoffübergreifende Größe, die die statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung übergangsweise in Höhe von 4:10.000 bzw. spätestens ab 2018 in Höhe von 4:100.000 angibt.

(3) Die Akzeptanzkonzentration ist eine stoffspezifische Größe. Es ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die über seine ERB dem Akzeptanzrisiko entspricht und bei Unterschreitung mit einem niedrigen, hinnehmbaren Risiko assoziiert wird.

(4) Das Toleranzrisiko ist eine stoffübergreifende Größe, die die statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung in Höhe von 4:1.000 angibt.

## 2.1 Bekannte Risiken am Arbeitsplatz und für die Allgemeinbevölkerung

(1) An Arbeitsplätzen unterscheiden sich die bekannten Risiken eines tödlichen Unfalls erheblich (Alz: Arbeitslebenszeit [40 Jahre]):

Landwirtschaft	3:1.000 /Alz
Bauwirtschaft	2:1.000 /Alz
Bergbau	3:1.000 /Alz
Einzelhandel	4:10.000 /Alz



# Exposition-Risiko-Beziehung

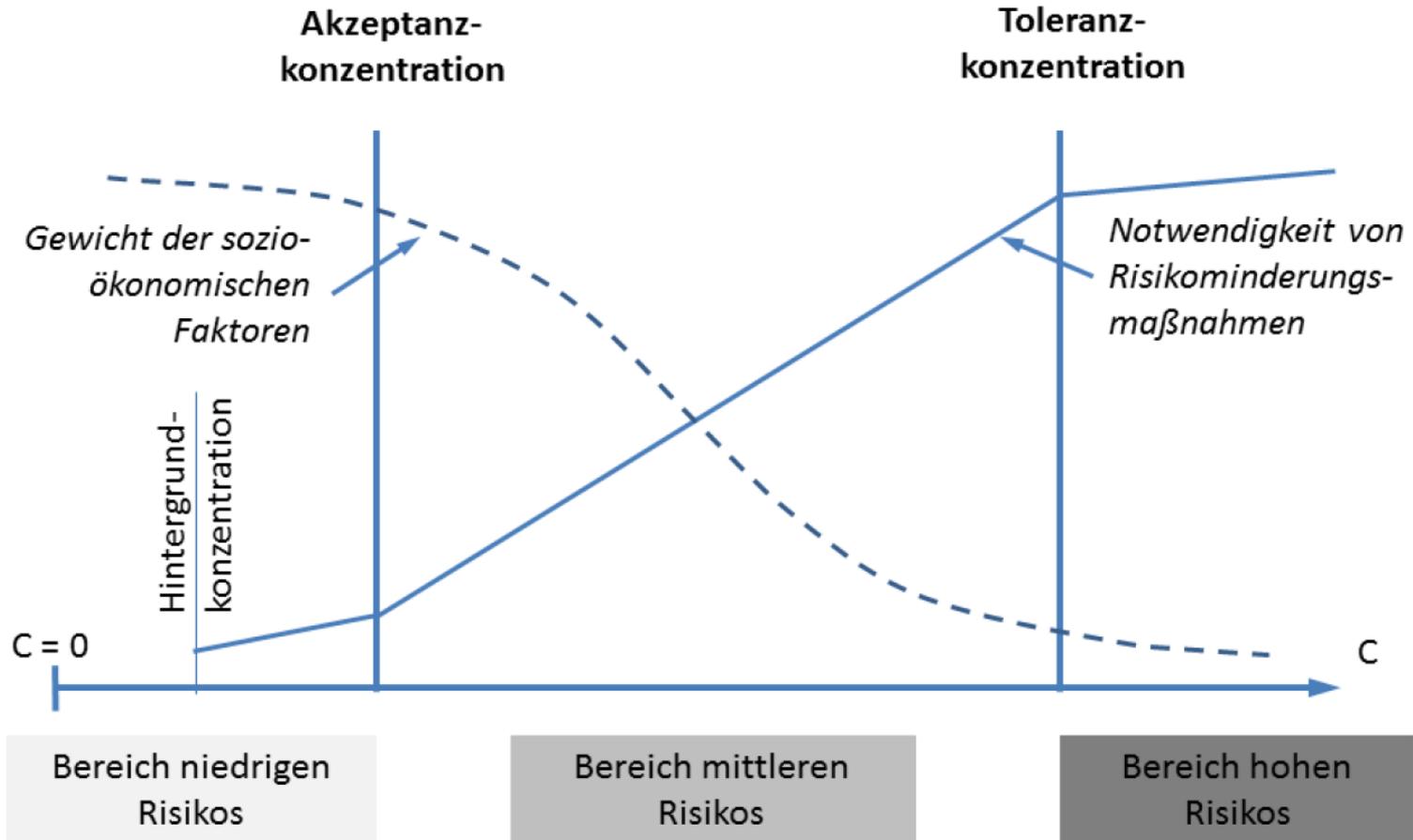
(3) In mehreren staatlichen Regelungen zum Lebensmittel- bzw. Umweltbereich sind die maximal zulässigen Konzentrationen von Kanzerogenen reguliert. Diese Konzentrationen wurden nicht immer im Hinblick auf ein akzeptables Risikos abgeleitet, sie korrespondieren aber rechnerisch mit folgenden, jeweils auf die Lebenszeit (Lz) für die Allgemeinbevölkerung bezogene Risiken:

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/m <sup>3</sup> )	2:10.000/Lz
Cadmium im Schwebstaub	2:100.000/Lz.

Die Dosis natürlicher Strahlen wird mit einem zusätzlichen auf die Lebenszeit (70 Jahre) bezogenen Krebsrisiko von 1:1.000 verbunden.



## Zusammenhang zwischen Risikobereichen und Maßnahmen



# Exposition-Risiko-Beziehung

**Table 1:** List of substance-specific acceptable and tolerable concentrations

Substance identity			Acceptable concentration			Tolerable concentration			Remarks	Date Month/ Year
Name	EC no.	CAS no.	Vol. conc.	Weight conc. or Fibre conc.	Notes	Vol. conc.	Weight conc. or Fibre conc.	EF		
Acrylamide	201-173-7	79-06-1		0,07 mg/m <sup>3</sup>	b)		0,15 mg/m <sup>3</sup>	8	(1) (2), H	01/2010
Acrylonitrile	203-466-5	107-13-1	0,12 ppm	0,26 mg/m <sup>3</sup>	b)	1,2 ppm	2,6 mg/m <sup>3</sup>	8	H	01/2010
Aluminium silicate fibres				10.000 F/m <sup>3</sup>	b), d)		100.000 F/m <sup>3</sup>	8	see also TRGS 558	05/2010
Arsenic compounds, classified as C1A, C1B				0,83 µg/m <sup>3</sup> (E)	b)		8,3 µg/m <sup>3</sup> (E)	8	(4), see TRGS 561	09/2014
Asbestos		1332-21-4 12001-28-4 12001-29-5 12172-73-5 77536-66-4 77536-67-5 77536-68-6 132207-32-0 132207-33-1		10.000 F/m <sup>3</sup>	b)		100.000 F/m <sup>3</sup>	8	see also TRGS 517 and TRGS 519	06/2008
Benzene	200-753-7	71-43-2	0,06 ppm	0,2 mg/m <sup>3</sup>	b)	0,6 ppm	1,9 mg/m <sup>3</sup>	8	H	07/2012
Benzo(a)pyrene in certain PAH compounds	200-028-5	50-32-8		70 ng/m <sup>3</sup> (E)	b)		700 ng/m <sup>3</sup> (E)	8	see TRGS 551, H	03/2011

# Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe EKA

216 *Assessment Values in Biological Material*

## Benzene [71-43-2] H

Air Benzene		Sampling time: end of exposure or end of shift		
		S-Phenyl- mercapturic acid [ $\mu\text{g/g creatinine}$ ]	Urine <i>trans, trans</i> - Muconic acid [ $\mu\text{g/g creatinine}$ ]	Benzene [ $\mu\text{g/l}$ ]
[ $\text{ml/m}^3$ ]	[ $\text{mg/m}^3$ ]			
0.03	0.1	1,5*	–	0.5*
0.06	0.2	3*	–	0.8*
0.15	0.5	5	–	1.5
0.3	1.0	12	300	2.75
0.6	2.0	25	500	5.0
1.0	3.3	45	750	7.5
2.0	6.5	90	1200	12.5

\* evaluated for non-smokers

→ Äquivalente für das akzeptable und tolerable Risiko

# Äquivalenzwerte in biologischem Material zum Akzeptanz- und Toleranzrisiko

**Table 2:** List of substance-specific equivalence values in biological material for acceptable and tolerable concentrations

Substance identity			Parameter	Equivalence value for		Assay material	Sampling time	Date Month/ Year
Name	EC no.	CAS no.		Acceptable concentration	Tolerable concentration			
Acrylamide	201-173-7	79-06-1	N-(2-carbonamideethyl)valine	800 pmol/g globin 2)	400 pmol/g globin	B <sub>E</sub>	f	04/2017
Acrylonitrile	203-466-5	107-13-1	N-(2-cyanoethyl)valine	6500 pmol/g globin	650 pmol/g globin	B <sub>E</sub>	f	04/2017
Arsenic compounds, classified as C1A, C1B			Σ Arsen(III), Arsen(V), Monomethylarsonic acid and Dimethylarsic acid	40 µg/L	14 µg/L	U	b, c	04/2017
Benzene	200-753-7	71-43-2	Benzene	5 µg/L	0,8 µg/L 3)	U	b	02/2019
			S-phenylmercapturic acid	25 µg/g creatinine	3 µg/g Kreatinin 3)	U	b	
			Trans, trans-muconic acid	500 µg/L creatinine	--	U	b	
1,3-Butadiene	203-450-8	106-99-0	3,4-Dihydroxybutylmercapturic acid (DHBMA)	2900 µg/g creatinine	600 µg/g creatinine	U	b, c	02/2014
			2-Hydroxy-3-butenylmercapturic acid (MHBMA)	80 µg/g creatinine	10 µg/g creatinine	U	b, c	
Epichlorohydrin	203-439-8	106-89-8	S-(3-Chlor-2-hydroxypropyl)mercapturic acid	28 mg/g creatinine 4)	8 mg/g creatinine	U	b, c	04/2017
Ethylene oxide	200-849-9	75-21-8	N-(2-hydroxyethyl)valine	3900 pmol/g globin 5)	#	B <sub>E</sub>	f	04/2017

# Humanbiomonitoring Werte zur Beurteilung

Bezeichnung	Abkürzung	Evaluationskriterium	Herkunft
<b>Gesundheitsbasierte Werte</b>			
Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert	BAT	Empfindlichster, toxikologisch relevanter Endpunkt	DFG
Biologischer Leitwert	BLW	Empfindlicher, toxikologischer Endpunkt	DFG
Biological Limit Value	BLV	Empfindlichster, toxikologisch relevanter Endpunkt	SCOEL
Biologischer Grenzwert	BGW	Empfindlichster, toxikologisch relevanter Endpunkt	AGS
<b>Risikobasierte Werte</b>			
Äquivalenzwert zum Akzeptanzrisiko	-	Korrelation zur Luftkonzentration mittels EKA	AGS
Äquivalenzwerte zum Toleranzrisiko	-	Korrelation zum Luftkonzentration mittels EKA	AGS
<b>Deskriptive Werte</b>			
Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe	EKA	Korrelation der Konzentration des Biomonitoringparameters mit der Konzentration in der Luft	DFG
Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert	BAR	95. Perzentil einer beruflich nicht belasteten Gruppe	DFG
Biological Guidance Value	BGV	Hintergrundbelastung der Bevölkerung	SCOEL

Biomonitoring ist **Bestandteil der betriebsärztlichen** Aufgaben nach § 3 Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG).

...

Die Erkenntnisse aus dem **Biomonitoring fließen in die Gefährdungsbeurteilung ein.**



# Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

## § 6 Pflichten des Arztes oder der Ärztin

(1)

(2) Biomonitoring ist Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge, soweit dafür arbeitsmedizinisch anerkannte Analyseverfahren und geeignete Werte zur Beurteilung zur Verfügung stehen. ...



- **ArbMedVV**

- **AMR 6.2**

- Die AMR 6.2 legt fest, wann und unter welchen Bedingungen ein Biomonitoring bei Beschäftigten, die mit Gefahrstoffen umgehen und deshalb an der arbeitsmedizinischen Vorsorge teilnehmen, durch den vom Arbeitgeber mit der Vorsorge beauftragten Arzt oder die beauftragte Ärztin angeboten werden soll und wie die Ergebnisse ärztlicherseits zu bewerten und dem oder der Beschäftigten zu vermitteln sind.

**Bekanntmachung von Arbeitsmedizinischen Regeln**

hier: **AMR 11.1 „Abweichungen nach Anhang Teil 1 Absatz 4 ArbMedVV bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B“**

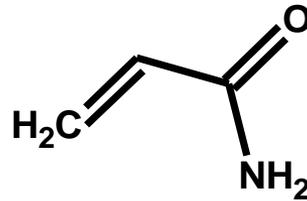
- **AMR 11.1**

– Bek. d. BMAS v. 10.05.2016 - IIIb1-36628-15/19 –

Gemäß § 9 Absatz 4 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge macht das Bundesministerium für Arbeit und Soziales die anliegende vom Ausschuss für Arbeitsmedizin beschlossene Arbeitsmedizinische Regel bekannt:

<b>Arbeitsmedizinische Regel (AMR)</b>	<b>Abweichungen nach Anhang Teil 1 Absatz 4 ArbMedVV bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B</b>	<b>AMR Nummer 11.1</b>
--	---	------------------------

# Beispiel: Acrylamid – allgemeine Informationen



Acrylamid



• Zigarettenrauch



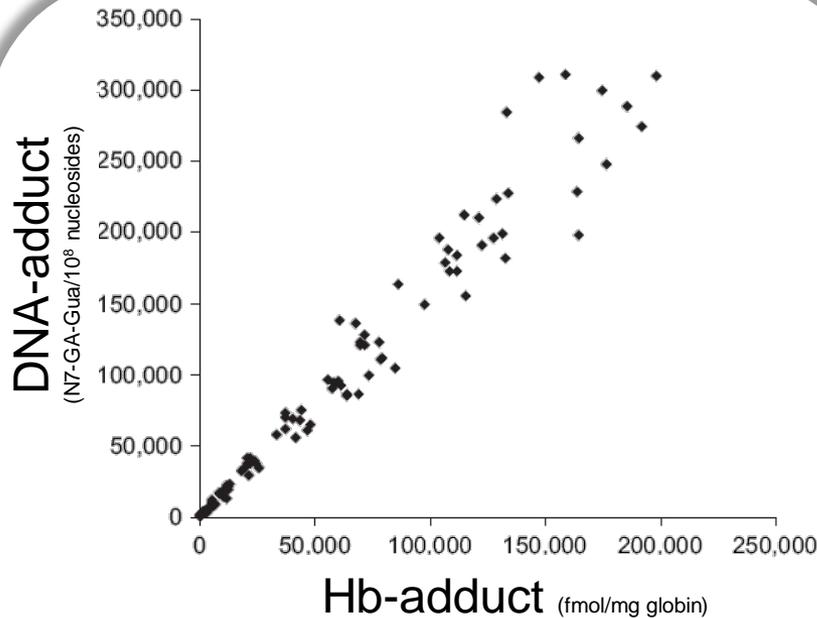
• Lebensmittel

***Ubiquitäre Belastung der  
Allgemeinbevölkerung***

***Einstufung nach IARC: Gruppe 2A („probable human carcinogen“)***

***DFG: Krebserzeugend Kategorie 2***

# Acrylamid: Korrelation Hb-adduct vs. DNA-adduct



**FIG. 4.** Relationship between glycidamide DNA adducts in liver and hemoglobin adducts in blood of mice administered acrylamide by gavage for 28 days. Each data point represents one mouse. DNA and hemoglobin adduct levels were quantified as described in the text.

Zeiger E (2009)  
Toxicol Sci. 107(1):247-57.

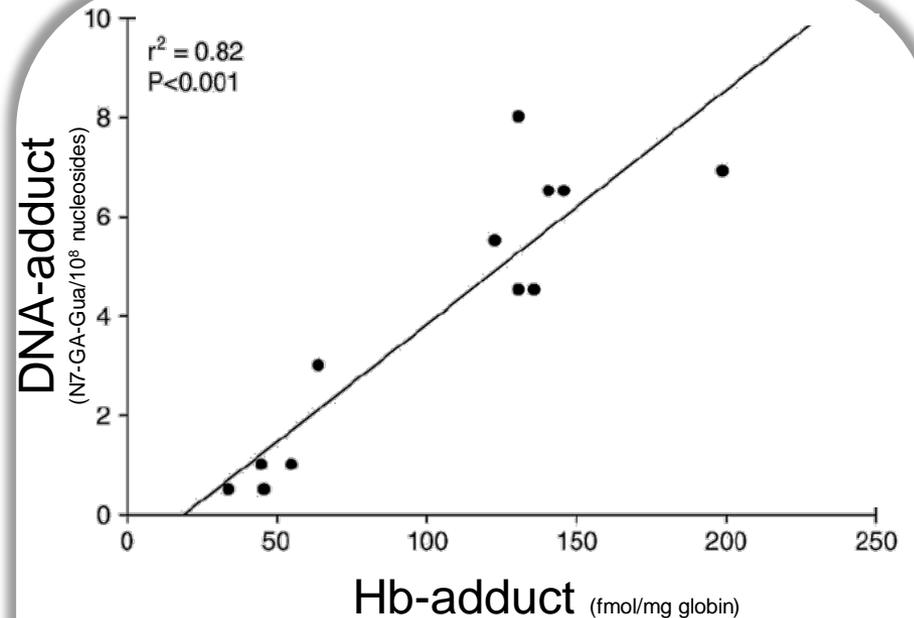


Fig. 6. Correlation of glycidamide-derived hemoglobin and liver DNA adducts in F344 rats and B6C3F<sub>1</sub> mice exposed to single dose gavage administration of acrylamide (0.1 mg/kg bw) or an equimolar gavage dose of glycidamide. Individual data points shown represent group mean hemoglobin and DNA adduct values for male and female mice and rats.

Tareke et al. (2006)  
Toxicol Appl Pharmacol 217 (1): 63 - 75 .

# Acrylamid: Werte zur Beurteilung

## Acrylamid [79-06-1]

Hautres: H

KanzKat: 2

N-(2-Carbonamidethyl)valin

BAR

50 pmol/g Globin  
vgl. Abschn. XV.1  
für Nichtraucher abgeleitet

B<sub>E</sub>

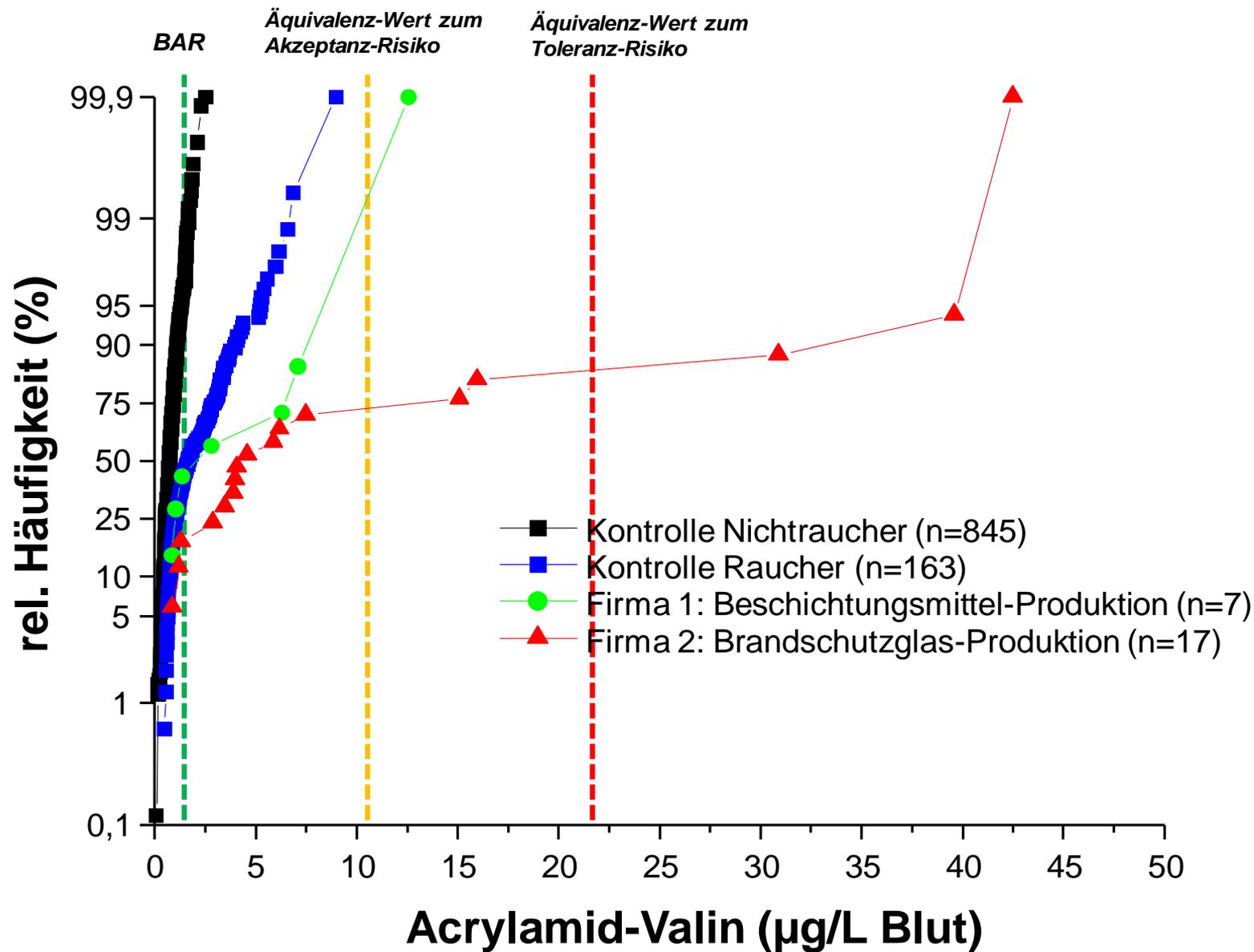
f

**Tabelle 2:** Liste der stoffspezifischen Äquivalenzwerte in biologischem Material zu Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen

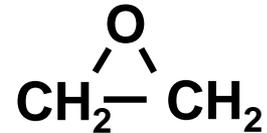
Stoffidentität			Parameter	Äquivalenzwert zur		Unter-suchungs-mate-rial	Probe-nahme-zeit-punkt	Festlegung Monat/ Jahr
Bezeichnung	EG-Nr.	CAS-Nr.		Toleranz-konzentra-tion	Akzeptanz-konzentra-tion			
Acrylamid	201-173-7	79-06-1	N-(2-Carbonami-dethyl)valin	800 pmol/g Globin 2)	400 pmol/g Globin	B <sub>E</sub>	f	04/2017

# Acrylamid

## Hb-Addukte – Allgemeinbevölkerung und berufl. Exposition



# Ethylenoxid



bei Raumtemperatur gasförmig

**MAK-Kommission:** krebserzeugend KAT 2  
„H“ Hautresorption  
Äquivalenzwert zum Toleranzrisiko: 90 µg Hydroxyethylvalin /l Blut

**TRGS 910:** *Akzeptanzrisiko: 0.1 ppm*  
*Toleranzrisiko: 1 ppm*

Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit

