

Online-Begleitdokument zum Lehrbuch **AUSBILDUNG ZUR SICHERHEITSFACHKRAFT, Band 3**

Version 2022

Joe Püringer

Risikobasierte Grenzwerte: Das Konzept in der BRD

Exkurs zum Abschnitt „Risikobasierte Grenzwerte“ (Punkt 3.4.3) des Beitrags
„Luftgrenzwerte für chemische Arbeitsstoffe“

In der BRD wurden die TRK-Werte (Technische Richtkonzentrationen) 2005 aufgehoben, u.a. weil viele TRK-Werte mit einem nicht tolerierbar hohen Krebsrisiko verbunden waren. In Österreich stehen TRK-Werte noch in Kraft. Zu den TRK-Werten siehe Pkt. 3.4.1 und 3.4.2 des Buchbeitrags „Luftgrenzwerte für chemische Arbeitsstoffe“.

Die zum Teil extrem hohen Krebsrisiken, die mit der Exposition in der Höhe des TRK-Wertes verbunden sind, illustriert die **Tabelle A** an Hand einiger zurzeit in Österreich geltender TRK-Werte. (Bei Tab. A handelt sich um die erweiterte Abb. 2 des Buchbeitrags.) Angegeben ist das statistische Zusatzrisiko eines Arbeitnehmers / einer Arbeitnehmerin, in der Lebenszeit (ca. 80 Jahre) an Krebs zu erkranken, weil er/sie über 40 Arbeitsjahre (8 Stunden/Arbeitstag) in der Höhe der Technischen Richtkonzentration gegenüber dem Stoff exponiert war.

Krebserzeugender Arbeitsstoff	CAS-Nummer	geltender TRK-Wert Ö ^{a)} [mg/m ³]	Jahr ^{b)}	zu erwartende Krebsfälle unter 1000 Exponierten	Risiko ^{c)}	Quelle
Acrylamid	79-06-1	0,06	1990	ca. 0,34	ca. 1 : 3000	AGS
Acrylnitril	107-13-1	4,5 1 ^{k)}	1985 2026	ca. 6,5 ca. 1,4	ca. 1 : 155 ca. 1 : 700	AGS
anorg Arsenverbindungen ^{e)}		0,01 E ^{e)}	2021	ca. 4,8 ca. 1,4	ca. 1 : 200 ca. 1 : 700	AGS ECHA
Benzol	71-43-2	3,2 0,66 ^{k)}	1993 2026	ca. 6,8 ca. 1,4	ca. 1 : 150 ca. 1 : 720	AGS
Benzo[a]pyren	50-32-8	0,005	1989	ca. 28	ca. 1 : 35	AGS
1,3-Butadien	106-99-0	2,2	2020	ca. 2	ca. 1 : 510	AGS
Cadmium(verbindungen) ^{e)}		0,004 E ^{e)}	2021	ca. 11	ca. 1 : 90	AGS
p-Chloranilin	106-47-8	0,2	1995	0,6 bis 1,1	1 : 900 bis 1 : 1640	KrZahl
2-Chlor-1,3-butadien (Chloropren)	126-99-8	18	1998	ca. 14	ca. 1 : 70	AGS
1-Chlor-2,3-epoxypropan	106-89-8	1,9	2020	ca. 0,4	ca. 1 : 3000	AGS
Chrom(VI)-Verbindungen (als CrO ₃)		0,05 E ^{d)}	2020	ca. 100	ca. 1 : 10	ECHA
Cobalt(verbindungen) ^{e)}		0,5 E ^{e)}	1984	ca. 400	ca. 1 : 2,5	AGS, ECHA
4,4'-Diaminodiphenylmethan (MDA)	101-77-9	0,08	1989	ca. 0,4	ca. 1 : 2250	AGS
1,2-Dibromethan	106-93-4	0,8	1985	ca. 16	ca. 1 : 63	NL-GR
1,2-Dichlorethan	107-06-2	8,2	2021	ca. 4,6	ca. 1 : 220	AGS, ECHA
Dieselmotoremissionen		0,05 A	2023	ca. 190	ca. 1 : 5,1	NL-GR ^{h)}
1,2-Epoxypropan	75-56-9	2,4	2020	ca. 0,03	ca. 1 : 30 000	AGS
Ethylenimin (Aziridin)	151-56-4	0,9	1985	ca. 40	ca. 1 : 25	NL-GR
Ethylenoxid	75-21-8	1,8	1990	ca. 3	ca. 1 : 330	AGS
Hydrazin	302-01-2	0,013	2020	ca. 2,4	ca. 1 : 420	AGS
4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin) (MOCA)	101-14-4	0,01	2021	ca. 0,05 bis 0,1	ca. 1 : 15000	AGS, ECHA
Nickelverbindungen ^{e)}		0,5 E ^{e)} 0,01 A ^{e)} ^{k)} 0,05 E ^{e)} ^{k)}	1977 2025	> 230 ?? ca. 2,4 ca. 23	bereits bei 0,013 mg Ni/m ³ ca. 1 : 250 ^{f)}	AGS, (ECHA)
2-Nitropropan	79-46-9	18	1983	ca. 40	ca. 1 : 25	AGS
o-Toluidin	95-53-4	0,5	1992	ca. 0,2	ca. 1 : 4500	SCOEL
Trichlorethen	79-01-6	3,3	2013	ca. 0,04	ca. 1 : 25 000	AGS
α,α,α-Trichlortoluol (Benzotrichlorid)	98-07-7	0,1	1996	ca. 2,7	ca. 1 : 360	AGS
Vinylchlorid	75-01-4	2,6	2020	ca. 0,1	ca. 1 : 10000	DFG, NL

a) In Österreich geltender TRK-Wert und ggfs. staubmesstechnische Festlegung A (Alveolengängige Fraktion) oder E (Einatembare Fraktion).

b) Jahr der Festlegung des TRK-Werts in der derzeit (oder künftig) in Österreich geltenden Höhe

c) statistisches Risiko, während der Lebenszeit (Annahme: 80 Jahre) an Krebs zu erkranken, weil man 40 Arbeitsjahre (8 Stunden/Arbeitstag) in der Höhe der Technischen Richtkonzentration gegenüber dem Stoff exponiert ist

d) Gemessen als CrO₃. 1 mg CrO₃ entspricht ziemlich genau 0,5 mg Cr.

e) Gemessen als Metall.

f) Die Exposition–Risiko-Beziehung wird als nicht-linear angenommen. Mit einer Lebensarbeitszeit-Exposition in der Höhe von 0,013 mg/m³ ist ein Krebsrisiko von 4:1000 verbunden. Eine Abschätzung des Risikos bei einer Lebensarbeitszeit-Exposition von 0,5 mg/m³ wäre mit erheblichen Fehlern behaftet. Das AGS-Begründungsdokument geht bei 0,49 mg/m³ von einem 25%igen Lebensarbeitszeit-Krebsrisiko beim Menschen aus.

h) Health Council of the Netherlands, Diesel Engine Exhaust. Health-based recommended occupational exposure limit, No. 2019/02, 13.3.2019. Dem Lebensarbeitszeit-Krebsrisiko 1:25 000 entspricht eine inhalative Konzentration von 0,011 µg/m³; da die durch den Straßenverkehr verursachte Luftverschmutzung zT höhere Konzentrationen erreicht, soll am Arbeitsplatz die allgemeine, durch Umweltverschmutzung bedingte Konzentration keinesfalls überschritten werden.

i) Eine Absenkung auf 0,001 mg/m³ wird 2027 wirksam.

j) Eine Absenkung auf 0,01 mg CrO₃/m³ E wird 2025 wirksam.

k) Absenkung durch die Richtlinie (EU) 2022/431.

Quellen zur Tabelle A:

- AGS ... Ausschuss für Gefahrstoffe: Begründungsdokument zur TRGS 910 (siehe Literaturverzeichnis); eigene Berechnungen
- DFG ... Begründungsdokument der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG MAK-Kommission) <https://onlinelibrary.wiley.com/browse/book/10.1002/3527600418/all-topics> , Dokumente ab 2020: <https://series.publisso.de/pgseries/overview/mak>
- ECHA ... Europäische Chemikalienagentur (ECHA): Reference dose–response relationship, <https://www.echa.europa.eu/de/applying-for-authorisation/evaluating-applications>
- KrZahl ... Krebsrisikozahlen 2002 (siehe Literaturverzeichnis); eigene Berechnungen
- NL-GR ... Health Council of the Netherlands (Gezondheidsraad) <https://www.healthcouncil.nl/search>
- SCOEL... Begründungsdokument des Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (siehe Literaturverzeichnis)

Tab. A: Beispiele für TRK-Werte mit verschiedener Schutzwirkung: Zu erwartende Krebserkrankungen unter 1000 Exponierten, welche 40 Berufsjahre in der Höhe der TRK exponiert sind.

Risikoquantifizierung in der BRD

Seit 2008 werden in der BRD risikobasierte Arbeitsplatzgrenzwerte auf Grundlage von Risikoschwellen ausgearbeitet. Dieses Risikoquantifizierungs-Konzept wird nachfolgend kurz dargestellt.

Eine ausführliche Beschreibung und Begründung dieses Konzeptes findet man im entsprechenden Beschluss des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS), 2014 veröffentlicht als „Technische Regel für Gefahrstoffe 910“. ¹⁾ Diesem ging ein etwa zehn Jahre dauernder Diskussionsprozess, insbesondere auch der Sozialpartner und öffentlicher Einrichtungen, über das gesellschaftlich hinnehmbare, aus den Arbeitsbedingungen entspringende, Krebsrisiko voran.

Betrachtet wird das zusätzliche Krebsrisiko, welches durch die Exposition gegenüber dem jeweiligen krebserzeugenden Arbeitsstoff über 40 Arbeitsjahre (8 Stunden/Arbeitstag) zu erwarten ist. Es handelt sich also um jenes Krebsrisiko, welches auf eine **Lebensarbeitszeit-Exposition von 40 Jahren** bezogen ist (auch wenn die Krebserkrankung erst nach Ende der Lebensarbeitszeit auftritt).

Das (politisch festgelegte) „**Toleranzrisiko**“ beträgt **1 : 250** bezogen auf die Lebensarbeitszeit-Exposition. Ein höheres Risiko kann unter keinen Umständen geduldet werden. ²⁾ Ein Risiko 1 : 250 besagt im vorliegenden Fall: Von 250 ArbeitnehmerInnen, die 40 Jahre lang 8 Stunden pro Arbeitstag dem krebserzeugenden Stoff ausgesetzt sind, erkrankt im statistischen Mittel eine/r an Krebs.

Dies stellt ein hohes Risiko dar, welches – so die politische Übereinkunft – im Extremfall derzeit gerade noch toleriert, aber keinesfalls auf Dauer akzeptiert werden kann. **Es erfordert unverzüglich einen Maßnahmenplan zwecks Expositionsmin-derung.**

Zusätzlich zur Toleranzschwelle wurde daher eine Akzeptanzschwelle festgelegt:

Das (gleichfalls politisch festgelegte) **Akzeptanzrisiko beträgt 1 : 25 000**; es liegt also

¹ Diese TRGS sowie zusätzliche Informationen, Broschüren und Artikel sind zugänglich über <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-910.html>, <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/AGS/Risikokonzept.html>

² Sollten solch hohe Konzentrationen (noch) auftreten, ist u.a. Atemschutz zu verwenden.

um den Faktor 100 tiefer als das Toleranzrisiko. Auch das Akzeptanzrisiko ist auf die oben beschriebene Lebensarbeitszeit bezogen. Das Akzeptanzrisiko ist anzustreben, es ist zu erreichen und, wenn möglich, zu unterschreiten. Zum Erreichen jener Arbeitsstoffkonzentration, die dem Akzeptanzrisiko entspricht, sind an den Arbeitsplätzen Risikoreduktionsmaßnahmen durchzuführen.

Die „Technische Regel für Gefahrstoffe 910“ beschreibt das **Gestufte Maßnahmenkonzept** zur Risikominderung, das sich aus Substitutionsmaßnahmen sowie zahlreichen technischen, organisatorischen, administrativen, arbeitsmedizinischen und allgemeinen hygienischen Maßnahmen zusammensetzt.

Die Einigung auf die Höhe von Akzeptanzrisiko und Toleranzrisiko, ist – wie erwähnt – eine gesellschaftliche, d.h. politische Entscheidung; sie stellt eine Voraussetzung und Grundlage für die Ableitung risikobasierter Grenzwerte dar.

Risikobasierte Grenzwerte

Zur Aufstellung eines risikobasierten Grenzwertes sind **zwei Angaben** erforderlich:

1. Eine **Festlegung des Krebsrisikos**, dem der jeweilige Grenzwert entsprechen soll. Diese Festlegung ist *gesellschaftspolitischer* Natur und kann nur politisch erfolgen (siehe oben).
2. Die Kenntnis der **Exposition–Risiko-Beziehung (ERB)** für den jeweiligen Stoff. Die ERB eines krebserzeugenden Stoffes beschreibt die statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung, wenn dieser Stoff in bestimmter (Durchschnitts-)Konzentration inhalativ aufgenommen wird. Die ERB ist also ein Ausdruck der „Wirkstärke“ eines Kanzerogens. Weil diese Daten für sehr niedrige Dosisbereiche zumeist nicht bekannt sind, wird von empirischen Daten, die bei höherer Exposition gewonnen wurden, zum Nullpunkt hin in der Regel linear extrapoliert.³⁾ Die Ermittlung der ERB ist eine *wissenschaftliche* Aufgabe.

Zahlreiche Exposition–Risiko-Beziehungen wurden bereits bestimmt. An weiteren ERB, wie sie zur Berechnung von risikobasierten Grenzwerten benötigt werden, wird gearbeitet.

Das „Ampelmodell“

Das BRD-Modell, wie es in der TRGS 910 zum Ausdruck kommt, enthält

- einen verbotenen (nicht tolerierbaren) Bereich (**rot; oberhalb des Toleranzrisikos**)
- einen Aktionsbereich, in welchem Maßnahmen zur Senkung des Krebsrisikos erfolgen müssen, (**gelb**) und
- einen Bereich ohne *speziellen* Handlungsbedarf, aber dennoch mit fortgesetzter Minimierungspflicht (**grün; unterhalb des Akzeptanzrisikos**).

Es wird daher auch **Ampelmodell** genannt.

³ Bei Vorliegen von Daten für sehr niedrige Exposition und genauerer Erkenntnisse insbesondere über den Wirkmechanismus kann im Einzelfall die Annahme eines sublinearen Zusammenhangs, dh eines relativ geringeren Krebsrisikos, bei sehr geringer Exposition gerechtfertigt sein.

Das Ampelmodell ist im linken Bereich der **Abb. C** grafisch veranschaulicht (in dieser Graphik ist das Risiko logarithmisch skaliert).

In **Abb. C** sind im mittleren Bereich einige bestehende österreichische TRK-Werte ihren jeweiligen Risikobereichen zugeordnet. Auf der rechten Seite erfolgt diese Zuordnung für die in der „EU-Kanzerogene-Richtlinie“⁴) enthaltenen Grenzwerte.

Mehrere risikobasierte Grenzwerte wurden in der BRD bereits verabschiedet. Sie sind in der **Tabelle B** dargestellt. Zum Vergleich sind auch die geltenden Österreichischen Grenzwerte (Stand Mitte 2022) angegeben.

Stoff	Einheit	Maximalkonzentration		Grenzwert in Österreich gemäß GKV
		für das Toleranzrisiko 1 : 250	für das Akzeptanzrisiko 1 : 25 000 ^{a)}	
Acrylamid	µg/m ³	(150) ^{b)}	7	60 bzw 30
Acrylnitril	µg/m ³	2 600	26	4 500
Aluminiumsilikat-Fasern (feuerfeste Keramikfasern)	F/m ³	100 000	1000	300 000 krebserz. feuerfeste Keramikfasern
Arsenverbindungen	µg As/ /m ³	8,3 E	0,08 E	10 E
Asbest	F/m ³	100 000	1000	100 000
Benzol	µg/m ³	1 900	19	3 200
Benzo[a]pyren ^{c)}	µg/m ³	0,7	0,007	5 bzw 2
Benzotrichlorid	µg/m ³	15	0,15	100
Bromethen (Vinylbromid)	µg/m ³	(3700) ^{d)}	560	4 400
1,3-Butadien	µg/m ³	4 490	45	2 200
Cadmiumverbindungen	µg Cd/ /m ³	(2 A) ^{e)}	0,09 A	4 E
Cobalt und Co-Verbindungen ^{j)}	µg Co/ /m ³	5 A	0,05 A	500 bzw 100
Chloropren (2-Chlor-1,3-butadien)	mg/m ³	5,15	0,05	18
1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin)	µg/m ³	(8 000) ^{f)}	230	1900
4,4'-Diaminophenylmethan (MDA)	µg/m ³	700	7	80
1,2-Dichlorethan	µg/m ³	(4000) ^{g)}	80	8 200

⁴ Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Exposition gegenüber Karzinogenen, Mutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffen bei der Arbeit, in der Fassung der Richtlinie (EU) 2022/431.

Stoff	Einheit	Maximalkonzentration		Grenzwert in Österreich gemäß GKV
		für das Toleranzrisiko 1 : 250	für das Akzeptanzrisiko 1 : 25 000 ^{a)}	
Dimethylnitrosamin	µg/m ³	0,75	0,0075	1 bzw 2,5
Ethylenoxid	µg/m ³	2 000	20	1 800
Hydrazin	µg/m ³	22	0,22	13
4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin) (MOCA)	µg/m ³	(410 E) ^{h)}	8 E	10
Nickelverbindungen	µg Ni/m ³	(6 A) ⁱ⁾	1 A	500
2-Nitropropan	µg/m ³	1 800	18	18 000
Trichlorethen	µg/m ³	(33 000) ^{k)}	3 300	3 300

^{a)} Entspricht Lebensarbeitszeit-Krebsrisiko 4 : 100 000.

^{b)} Wegen der allgemeinen chronisch-toxischen Wirkung darf ein Grenzwert von 150 µg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 700 µg/m³.

^{c)} Als Leitkomponente in PAH-haltigen Abgasen von Pyrolyseprozessen.

^{d)} Wegen der nicht-karzinogenen Lebertoxizität darf ein Grenzwert von 3,7 mg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 56 mg/m³.

^{e)} Wegen der nicht-karzinogenen chronisch-toxischen Wirkung darf ein Grenzwert von 2 µg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 2,6 µg/m³.

^{f)} Wegen der nicht-karzinogenen chronisch-toxischen Wirkung darf ein Grenzwert von 8000 µg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 23 000 µg/m³.

^{g)} Wegen der nicht-karzinogenen chronisch-toxischen Wirkung darf ein Grenzwert von 4000 µg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 8000 µg/m³.

^{h)} Wegen der nicht-karzinogenen chronisch-toxischen Wirkung darf ein Grenzwert von 0,4 mg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 840 µg/m³.

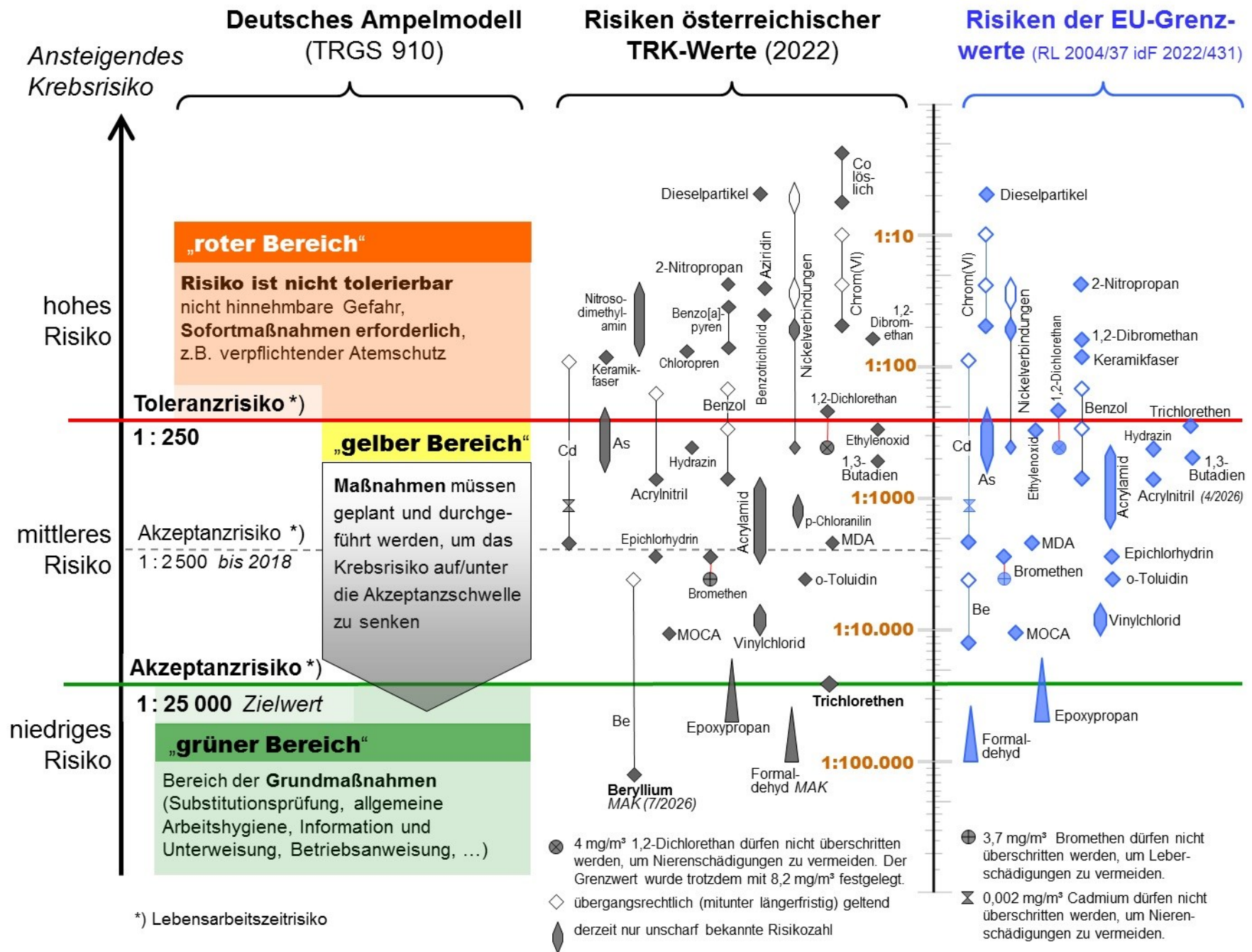
ⁱ⁾ Wegen der nicht-karzinogenen Lungentoxizität (Lungenentzündung) darf ein Grenzwert von 6 µg/m³ A nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 13 µg/m³.

^{j)} Die von ECHA-Komitees abgeleitete ERB kommt zu sehr ähnlichen Ergebnissen (Chapter B.4.5 in <https://echa.europa.eu/documents/10162/c0886fbb-e182-51aa-c51b-e217b6022334>)

^{k)} Wegen der nicht-karzinogenen chronisch-toxischen Wirkung darf ein Grenzwert von 33 mg/m³ nicht überschritten werden. Der dem Toleranzrisiko entsprechende Wert läge bei 60 mg/m³.

Tab. B: In der BRD bereits veröffentlichte risikobasierte Grenzwerte (TRGS 910, Stand Mitte 2022). Die in Klammern (...) angegebenen, zum Schutz vor nicht-karzinogenen Schädigungen einzuhaltenden Grenzwerte werden in der BRD als „AGW-analoge Werte“ bezeichnet.

Für die längerfristige Planung und für Investitionsentscheidungen ist allen Betrieben zu raten, sich an Expositionsgrenzwerten zu orientieren, die dem Krebsrisiko von 1 : 25 000 (oder einem geringeren Risiko) entsprechen.



ArbeitnehmerInnenSchutz expert © Joe Püringer, 2022

Abb. C: Das „Ampelmodell“ zur Festlegung und Einhaltung risikobasierter Grenzwerte in der BRD gemäß der TRGS 910. Das Risiko ist logarithmisch skaliert. Rechts vom Ampelmodell sind die mit ausgewählten österreichischen TRK-Werten sowie die mit Grenzwerten in der EU-Richtlinie 2004/37/EG („Kanzergene-Richtlinie“) verbundenen Krebswahrscheinlichkeiten bezogen auf die Lebensarbeitszeit eingezeichnet.

Literatur

(Internetadressen aufgerufen am 1.9.2022)

- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. [Beschl. vom Ausschuss für Gefahrstoffe.] Februar 2014. Veröffentlicht in: Gemeinsames Ministerialblatt **65**, 258–270 (Heft 12, 2.4.2014), zuletzt geändert durch Gemeinsames Ministerialblatt Heft 22 vom 1.7.2022, S. 512. Zugänglich über: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-910.html>
- Begründungen zu Exposition-Risiko-Beziehungen sind veröffentlicht unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/Begrueendungen-910.html>
- Krebsrisikozahlen. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt, Kennzahl 120 120. [E. Nies et al, 2002]. In: IFA-Handbuch [vormals: BGIA-Handbuch bzw. BIA-Handbuch], Ergänzbare Sammlung der sicherheitstechnischen Informations- und Arbeitsblätter für die betriebliche Praxis. IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (Hrsg). Berlin: Erich Schmidt, 1985—
- European Chemicals Agency (ECHA). Establishing a Reference Dose Response Relationship for Carcinogenicity of Hexavalent Chromium (RAC/27/2013/06 Rev. 1 vom 4.12.2013) https://www.echa.europa.eu/documents/10162/17090/rac_carcinogenicity_dose_response_crvi_en.pdf
- European Chemicals Agency (ECHA). Establishing a Reference Dose Response Relationship for Carcinogenicity of Inorganic Arsenic Compounds (RAC/27/2013/07 Rev. 1 vom 4.12.2013) https://www.echa.europa.eu/documents/10162/17090/rac_carcinogenicity_dose_response_as_en.pdf
- European Chemicals Agency (ECHA). Establishing a Reference Dose Response Relationship for Carcinogenicity of MOCA (RAC/32/2015/10 rev. 1 vom 1.5.2015) https://www.echa.europa.eu/documents/10162/17233/dose-response-carc-moca_en.pdf
- European Chemicals Agency (ECHA). Establishing a Reference Dose Response Relationship for Carcinogenicity of Technical MDA (RAC/32/2015/11 rev 1 vom 26.3.2015) https://www.echa.europa.eu/documents/10162/17233/rac_32_notes_moca_en.pdf
- European Chemicals Agency (ECHA). Establishing a Reference Dose Response Relationship for Carcinogenicity of 1,2-Dichloroethane (RAC/33/2015/09 Rev 1 vom 5.6.2015) https://www.echa.europa.eu/documents/10162/17233/rac_33_dose_response+_1_2dichloroethane_en.pdf
- E. NIES, J. PÜRINGER, Referenz-Beurteilungsmaßstäbe des Committee for Risk Assessment (RAC): Eine Übersicht. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft **77** (2017), 266–268. https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2017_067.pdf

- J. PÜRINGER, DMEL-Werte als Grenzwerte für Kanzerogene – Ein problematisches Konzept im Windschatten von REACH. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft **70** (2010), 175–182.
http://www.dguv.de/medien/ifa/de/vera/2010/2010_saet_gefahrstoffe/04_pueringer_neu.pdf
- J. PÜRINGER, Derived Minimal Effect Levels (DMEL): Defizite ein Jahr nach der REACH-Registrierungspflicht. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft **71** (2011) 471–480.
https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2011_dmel-pueringer_grdl.pdf