

Schlema VI
26.-28. Januar 2009



Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Risikobasierte Grenzwerte

Helmut Blome

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Risikowahrnehmung

Welches Risiko empfinden Sie als höher?

- Tod durch herabfallende Teile von Flugzeugen
- Tod durch Haiattacke

Risikovergleiche

Tätigkeit	Todesfälle/ Jahr	Risikorate (Std.) (x10 ⁻⁸)	Risiko/Jahr (x10 ⁻⁶)
Vom Dach fallen	7	22,7	100 (1:250 in 40 Jahren)
Kontakt mit herunterfallenden Teilen	9	16	108
Leitersturz	3	2,4	9
Gerüstunfälle	1,2	5,6	25

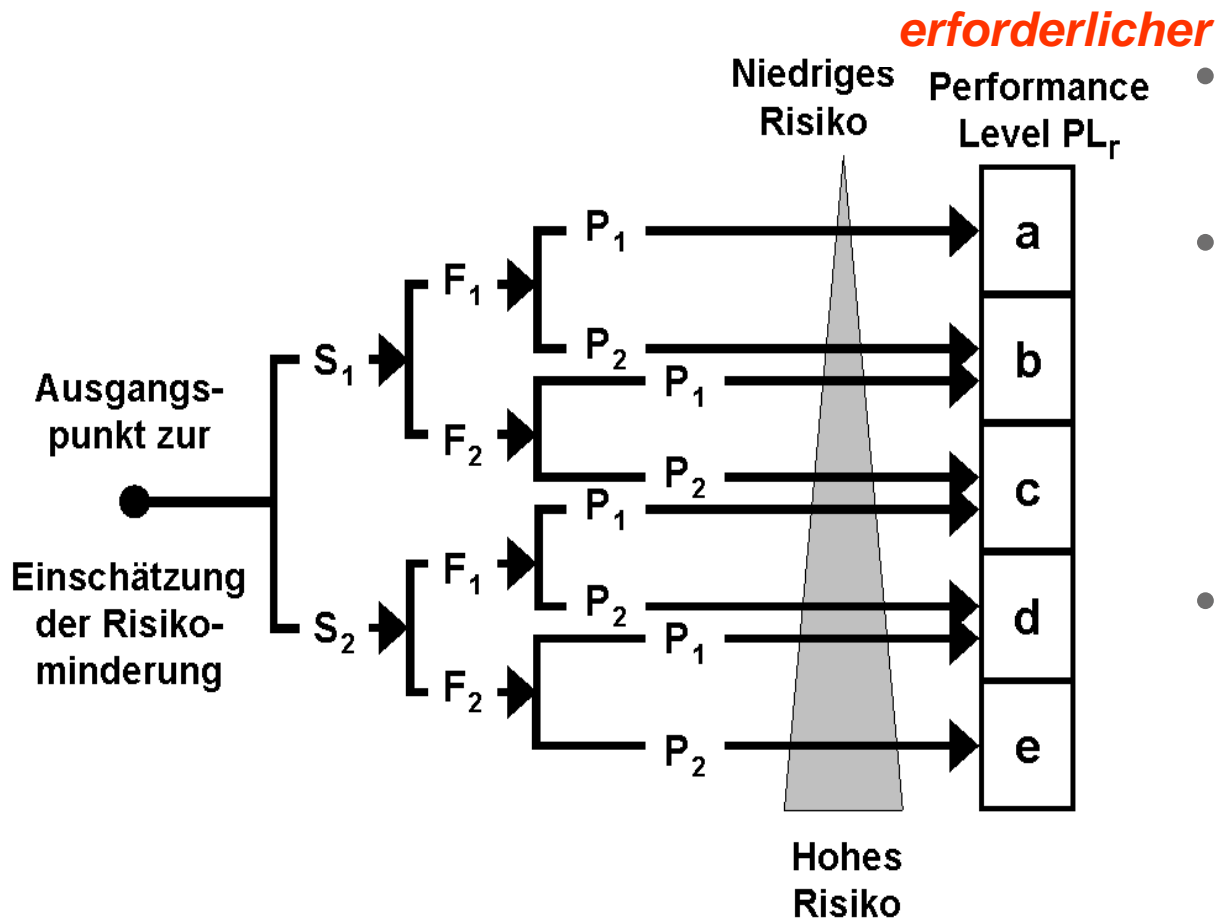
Beispiele aus dem gewerblichen Bereich

Ursache	Risiko	
Arbeitsbedingter Tod durch Unfall	1 : 1633	} (40 Jahre, EU-Durchschnitt)
Arbeitsbedingter Tod (Unfall + Krankheit)	1 : 73	
Arbeitsbedingter Unfall	1 : 2	

Beispiele aus dem privaten Bereich

Ursache	Risiko	
Tödliche Stürze im Haus	1 : 194	} (80 Jahre, D, Basis 2006)
Tod durch Brände und Ersticken im Haus	1 : 1664	
Tod durch Vergiftung im Haus	1 : 9524	
Plötzlicher Herztod beim Sport	1 : 1000 bis 1 : 2000	(80 Jahre, D)

Erforderliche Risikominderung und Performance Level



- S: Schwere der Verletzung
- F: Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition
- P: Möglichkeiten zur Vermeidung der Gefährdung

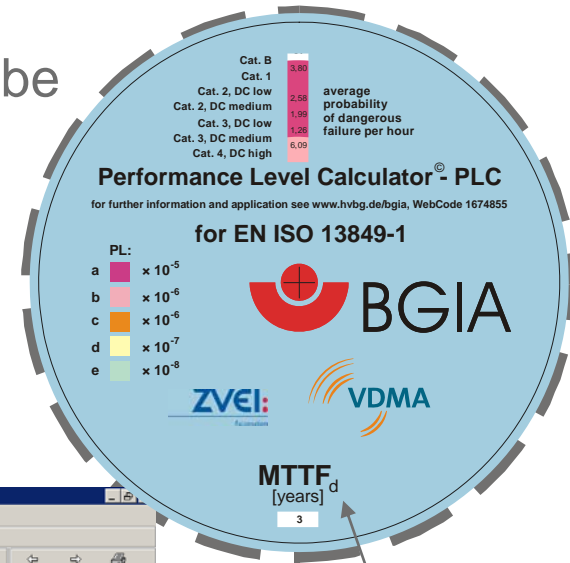
Anwendungshilfen für die sichere Gestaltung von Steuerungen

BGIA-Report 2/2008

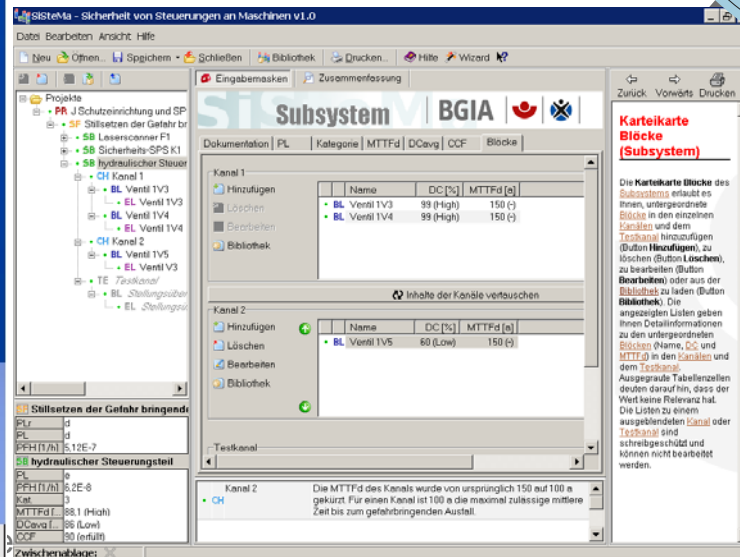


BGIA-Report XYZ 2/2008
 Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen
 Anwendung der DIN EN ISO 13849

Kalkulationsscheibe



PC-Programm SISTEMA



Mean Time To Failure

Akzeptables und tolerables Risiko in den Niederlande und der Schweiz

Stoff (Herkunft)		Risiko / 40 Jahre	
		1 : x	z x 10 ^{-Y}
Niederlande			
tolerabel		1 : 250	4 x 10 ⁻³
akzeptabel		1 : 25 000	4 x 10 ⁻⁵
vernachlässigbar		1 : 2 500 000	4 x 10 ⁻⁷
Schweiz			
tolerabel	10 000 F/m ³	} Asbest	3,2 x 10 ⁻⁴
akzeptabel	1 000 F/m ³		1 : 31 000
tolerabel	1,6 mg Benzol/m ³	1 : 346	2,9 x 10 ⁻³
akzeptabel (Zielwert)	0,32 mg Benzol/m ³	1 : 1 730	5,8 x 10 ⁻⁴

Stoffe mit verbindlichem EG-Arbeitsplatzgrenzwert

Stoff	EG-Richtlinie	EG-Grenzwert	Ergänzende Hinweise
Asbest	2003/18/EG	100.000 F/m ³	(Expositionsverbot) TRGS 517, 519. Risikohinweise durch Bekanntmachung Nr. 910 (2008)
Benzol	2004/37/EG	1 ml/m ³	TRK 2004: 1 ml/m ³
Blei und anorg. Bleiverbindungen	98/24/EG	0,15 mg/m ³	Stand der Technik: 0,1 mg/m ³ TRGS 505
Hartholzstäube	2004/37/EG	5 mg/m ³	TRK 2004: 2 mg/m ³ / 5 mg/m ³ Stand der Technik gemäß TRGS 553: 2 mg/m ³ (2008)
Vinylchlorid	2004/37/EG	3 ml/m ³	TRK 2004: 2 ml/m ³ / 3 ml/m ³

Bezug: Verweis in § 9 Abs. 7 GefStoffV

Risiko

Nationale Festlegungen

Stoff (Herkunft)	Risiko / 35 Jahre	
	1 : x	10 ^{-Y}
D /LAI (70 Jahre) – Umwelt		
Stadt	$1 : 1\,000$ } 70 $1 : 5\,000$ } Jahre	10 ⁻³
Land		2 x 10 ⁻⁴
D/Strahlenschutz	400 mSv (20 x 20 mSV) 2 x 10 ⁻²	Berufslbensdosis

Risikowahrnehmung Ambiguität

	Risiko (bezogen auf 35 Jahre)	Wert auf der Heilmann-Risiko Skala (0 – 10)
1. Brandopfer D : $13/10^6$ Einwohner, Brandursachen		
Konservative Annahme für D: 100 Opfer pro Jahr durch Kunststoffbrände	1 : 23000	5,6
2. Emission von Dioxinen (Furanen) aus entsprechend belasteten Kunststoffen: $0,05 \text{ pg/m}^3$ als langjähriges Mittel (als worst –case Schätzung)	1 : 14000000	2,8

Auswahl Allgemeiner Risiken

Gefahr	Risiko (bezogen auf 35 Jahre)
Tod durch vermeidbare medizinische Fehler (USA)	1 : 85 bis 1 : 38
Strahlungsind. Brustkarzinom für Frauen, die ab 40 am Mammografie-Screening teilnehmen	1 : 5000 bis 1 : 2500
Schwerwiegende Tödliche } Medikamenten- Nebenwirkungen*)	1 : 11 1 : 143
Tod durch verunreinigtes Wasser	1 : 31
Tod durch Blitzschlag	1 : 1.100.000
Tod bei der Kilimandscharo-Besteigung	1 : 1000

*) Arznei-Telegramm (at) 2003

Sachverständigen-Gutachten

Möglichkeit gerichtliches Fehlurteil wegen Irrtums bzw.
gewissem Grad von Subjektivität auch der
Schriftsachverständigen

1 : 1 000

d. h. jede tausendste Gerichtsverhandlung auf Basis der
Gutachten führt zu einem Fehlurteil.

Risikowerte und ERB für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen

Stoffübergreifend

Toleranzrisiko: 4 : 1000 (4×10^{-3} ; 1 : 250)

Akzeptanzrisiko:

übergangsweise: 4 : 10000 (4×10^{-4} ; 1 : 2500)

spätestens ab 2018: 4 : 100 000 (4×10^{-5} ; 1 : 25000)

Stoffspezifisch

Stoff	Toleranzrisiko	Akzeptanzrisiko
Asbest	100 000 F/m ³	10 000 F/m ³

Definitionen (1)

- Als **Akzeptanzrisiko** wird ein vernachlässigbares Risiko verstanden,
- bei dem praktisch keine weiteren besonderen Aufwendungen für eine Schadensprävention nötig ist.
- Aus wissenschaftlicher Sicht besteht noch ein minimales Risiko, das jedoch allgemein als akzeptabel angesehen wird.

Definitionen (2)

- Oberhalb eines benannten **Toleranzrisikos** dürfen Arbeitnehmer mit krebserzeugenden Gefahrstoffen nicht oder nur unter bestimmten, vom AGS festzulegenden Bedingungen beschäftigt werden.

Definitionen (3)

- Im Bereich zwischen **Akzeptanz und Toleranzrisiko** bedarf es einer risikoadäquaten Regulierung, d. h. es müssen Maßnahmen zur Risikominderung getroffen werden. Risiken in diesem Bereich werden nur kurz- oder mittelfristig toleriert.

Risiken für ausgewählte Stoffe

Stoff (Herkunft)	Konzentration	Risiko / 40 Jahre	
		1 : x	z x 10 ^{-y}
Asbest	250 000 F/m ³	1 : 100	1 x 10 ⁻²
	15 000 F/m ³	1 : 1 700	6 x 10 ⁻⁴
	1 000 F/m ³	1 : 25 000	4 x 10 ⁻⁵
Benzol	3,2 mg/m ³	1 : 173	5,8 x 10 ⁻³
BaP	2 000 ng/m ³	1 : 50 faktisch Faktor 10 nie driger	2 x 10 ⁻²
Trichlorethen	270 mg/m ³	1 : 56	1,8 x 10 ⁻²
	33 mg/m ³ (6 ppm)	1 : 2500	4 x 10 ⁻⁴
	3,3 mg/m ³	1 : 2 500 0	4 x 10 ⁻⁵
Acrylamid	30 µg/m ³ (4 µg/Tag x kg) zulässige Höchstmenge (WHO)	1 : 159 2,5 g Aufnahme	6,3 x 10 ⁻³
	1 µg/Tag x kg	1 : 414	2,4 x 10 ⁻³

Maßnahmen bei Unterschreitung der Akzeptanzschwelle

(Grund)Hygienemaßnahmen	Ja
Minimierung der Exponiertenzahlen	Vermeidung nicht nötiger Exposition („Bystander“)
Risikotransparenz	Ja
Kommunikation	Ja
Betriebsanweisung, Schulung	Ja
Räumliche Abtrennung	im Rahmen der Verhältnismäßigkeit
Mengenreduzierung	Ja
Technische Maßnahmen	keine zusätzlichen Maßnahmen, vorhandene Maßnahmen nicht reduzieren
Expositionsminimierungs(sgebot)	betrieblichen Regelungen vorbehalten
Angebotsuntersuchung	Ja
Substitutionsprüfung	Reduzierte Dokumentationspflicht
Substitution (Stoff und Verfahren)	wenn verhältnismäßig

Maßnahmen bei Überschreitung der Toleranzschwelle

Verbot	AGS- Empfehlung, beachten
Genehmigung mit Auflagen	denkbar
Anzeige	ja
Substitutionspflicht	ja
Expositionsminimierung	ja
Minimierung Expositionsdauer	ja
Minimierung Exponiertenzahl	ja

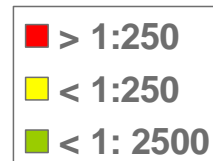
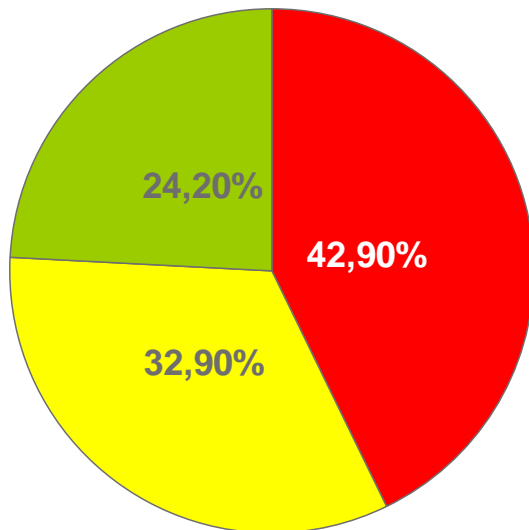
Pflichtuntersuchung	ja
Atemschutz	ja
Risikotransparenz, Kommunikation	ja
Betriebsanweisung, Schulung	ja
Räumliche Abtrennung	ja
Technische Maßnahmen	ja

Stoffe ohne Wirkschwelle (frühere TRK-Stoffe)

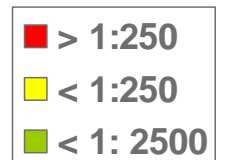
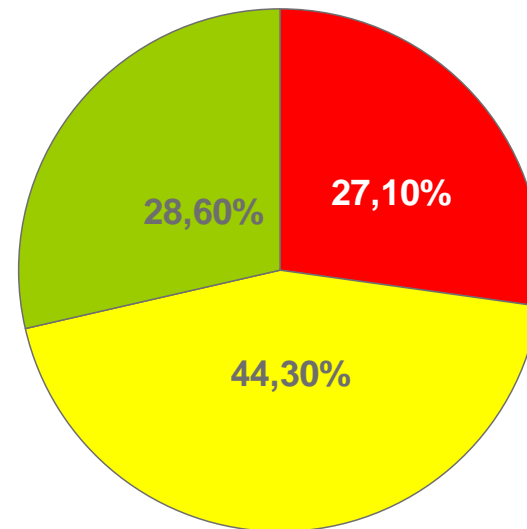
Risiko	> 1:250	< 1 : 250 > 1 : 2500	< 1 : 2500	(< 1 : 25.000)
Stand 2004	42,9 %	32,9 %	24,2 %	(7,1 %)
Stand 2009	27,1 %	44,3 %	28,6 %	(10 %)

Stoffe ohne Wirkschwelle (frühere TRK-Stoffe)

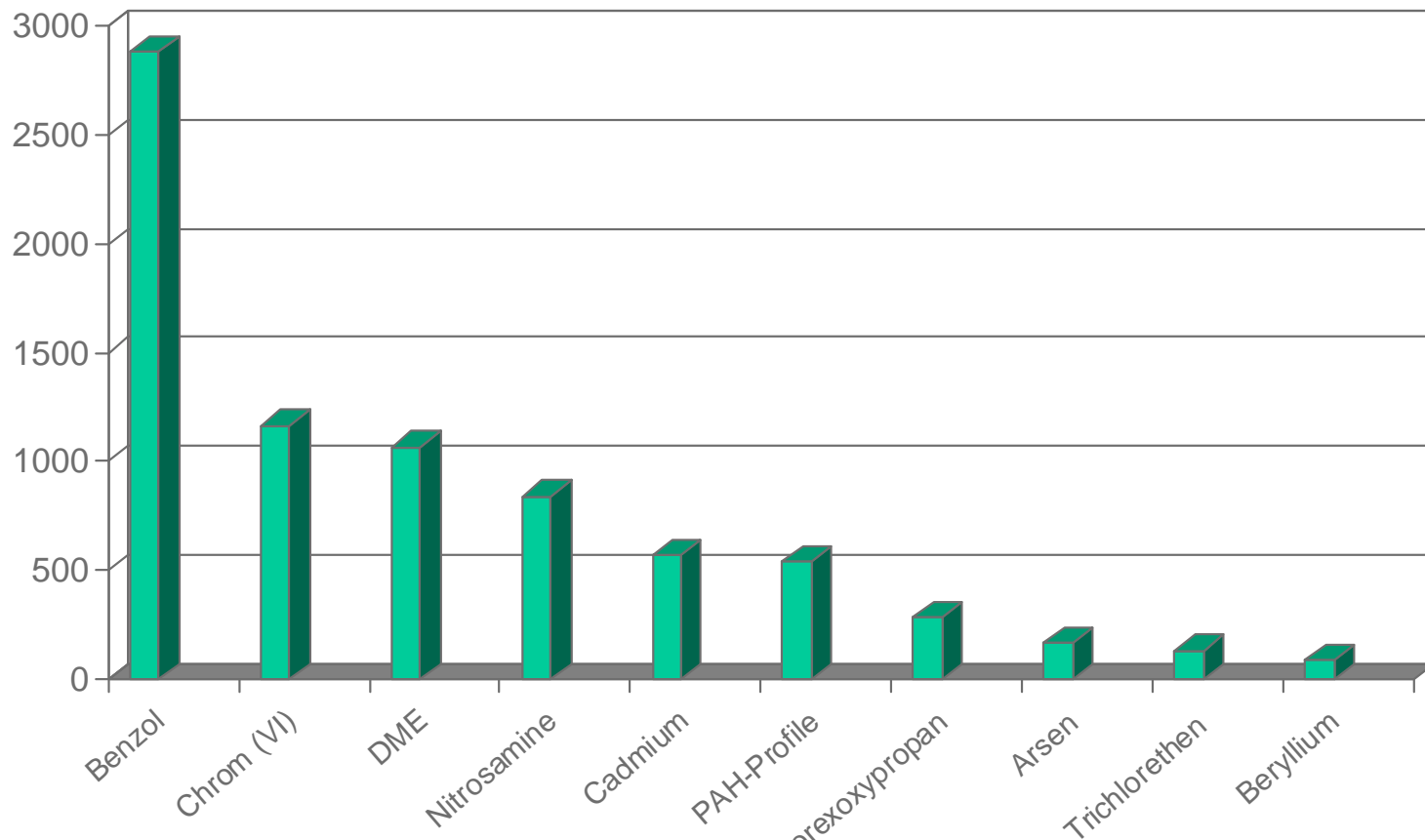
2004



2009



Messdaten 2005-2007 (K1/K2-Stoffe)



Offene Fragen - Wichtige Randbedingungen (1)

Metalle - Mineralische Stoffe

Alle krebserzeugenden

- ☞ Metalle
- ☞ Metallverbindungen
- ☞ Mineralische Stoffe

weisen beim zuletzt verfügbaren Stand der
Technik ein höheres Risiko als

1 : 250 auf

Offene Fragen - Wichtige Randbedingungen (2)

Nachweisbarkeit

- Durch Verlängerung der Probenahmedauer auf 8 h und Weiterentwicklung von Analysemethoden können nicht in allen Fällen wesentliche Verbesserungen der Bestimmungsgrenzen erreicht werden.
- Vielfach sind unter Betriebsbedingungen Bestimmungsgrenzen im Bereich des akzeptablen Risikos nicht erreichbar.

Offene Fragen - Wichtige Randbedingungen (3)

Ubiquitäres Vorkommen

- Außenluftkonzentrationen liegen z. T. im Bereich der interessierenden Risiken.
- Eine Vorgabe zur Vorgehensweise muss noch erarbeitet werden.

Offene Fragen - Wichtige Randbedingungen (4)

Gemische

- Bisher sind vereinzelt Risiken für Einzelstoffe vom AGS abgeleitet worden.
- Eine Regelung bei Vorliegen von Gemischen fehlt.

Offene Fragen - Wichtige Randbedingungen (5)

Reach

- Die Risiken am Arbeitsplatz müssen bei Verwendung von KMR-Stoffen „adequately controlled“ sein (unmittelbarer Bezug zum akzeptablen Risiko).

Zu beachtende Faktoren

- Kombinationswirkungen (Gemische)
- Ubiquitäres Vorkommen
- Nachweisbarkeit

Ulf Merbold:

Wenn man auf 2 000 t hochentzündlichem Stoff sitzt und die Kommandozentrale 7,5 km entfernt ist, lernt man Probleme zu lösen statt ideologische Debatten zu führen.

Shuttle-Ausfall-Risiko 1 : 100 (Quelle: Nasa)

Entwicklung der Grenzwertfestlegungen für Quarz

Jahr	Quarz, einschl. Cristobalit und Tridymit im Feinstaub bzw. A-Staub (mg/m ³)	Bemerkungen
1971	0,15 Quelle: MAK (DFG)	Beurteilungszeitraum 1 Jahr Bergbau: Individuelle Exposition über 5 Jahre Zusätzlicher GW für quarzhaltigen Feinstaub (A-Staub)
1976	0,15 Quelle: MAK (DFG)	Anpassungen für Steinkohlebergbau
1994	0,15 Quelle: MAK (DFG)	Wegfall des GW für quarzhaltigen Feinstaub
1999	Wegfall des DFG-MAK-Wertes	Beibehaltung als MAK in TRGS 900
2005	Wegfall des MAK-Wertes in TRGS 900	
2006	Orientierung für ausgewählte Maßnahmen in BGI 5047 mit Hilfe eines Wertes in 0,15 mg/m ³ als Schichtmittelwert .	

„Epidemiologisches Panel, Quarz“ des AGS, UA III, neue epidemiologische Studien

1. Epidemiologische Fall-Kontrollstudie mit Daten der Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie
Status: laufend, z.Z. Diskussion der retrospektiven Expositionserfassung, erste Ergebnisse werden für Mitte 2009 erwartet.
2. Epidemiologische Kohortenstudie des BGIA in Kooperation mit der Tongji Medical University, Wuhan, zur weiteren Auswertung der von NIOSH verwendeten Datensätze
Status: abgeschlossen für Wolframminen, Ergebnisse veröffentlicht.
Weitere Branchen (Eisenminen, Kupferminen, Zinnminen, Töpfereien) werden z.Z. ausgewertet um auch verschiedenen Branchen vergleichen zu können. Die Kohorte umfasst ca. 46.000 Personen. Ergebnisse werden für Mitte 2009 erwartet.

Zusammenfassung der Ergebnisse für Wolframminen

- Bei einer durchschnittlichen Quarz-A-Staubexposition von $0,10 \text{ mg/m}^3$ und einer maximalen Exposition von $< 1,58 \text{ mg/m}^3$ während 40 Expositionsjahren beträgt das Lebenszeitrisiko für Silikose 5 pro 1000.
- Valide Expositions-Risikobeziehungen sind notwendig:
 - Einfluss der durchschnittlichen Langzeitexposition und
 - Einfluss kurzzeitiger Expositionsspitzen
d.h. der Expositionsmuster
- In der Regelsetzung sollte zur Quantifizierung des Risikos absolute und nicht relative Risikoangaben verwendet werden.
- Berücksichtigung der national unterschiedlichen Messstrategien und Messverfahren bei der Interpretation und Verwendung von Dosis-Risikobeziehungen