

Toleranz- und Akzeptanzschwelle für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz

F. Kalberlah, M. Bloser, C. Wachholz

**Forschung
Projekt F 2010**

F. Kalberlah
M. Bloser
C. Wachholz

Toleranz- und Akzeptanzschwelle für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz

Dortmund/Berlin/Dresden 2005

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht für das Projekt „Toleranzschwelle und Akzeptanzschwelle für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz“ - Projekt F 2010 - im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Dr. Fritz Kalberlah¹
Marcus Bloser²
Carsten Wachholz²

¹ Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe
FoBiG GmbH
Werderring 16, D-79098 Freiburg i. Br.

² iku GmbH
Olpe 39, D-44135 Dortmund

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund
Telefon: (02 31) 90 71 - 0
Telefax: (02 31) 90 71 - 24 54
E-Mail: poststelle@buaa.bund.de
Internet: www.buaa.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin
Telefon: (0 30) 5 15 48 - 0
Telefax: (0 30) 5 15 48 - 41 70

Dresden:
Proschhübelstr. 8, D-01099 Dresden
Telefon: (03 51) 56 39 - 50
Telefax: (03 51) 56 39 - 52 10

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Kurzreferat	6
Abstract	7
Résumé.....	8
1 Einführung	9
2 Grundzüge des derzeitigen Ampelmodells.....	11
2.1 Defizite bei bestehenden Standards im Arbeitsschutz.....	11
2.2 Informationsgehalt des Ampelkonzepts	12
2.3 Anwendungsgebiete des Ampelkonzepts im Arbeitsschutz.....	14
2.4 Kriterien für die Festlegung der Übergänge	15
2.5 Umgang mit Unsicherheiten, Unschärfe	16
2.6 Weitere Konkretisierungen des Ampelmodells	16
2.7 Zusammenfassung	17
3 Definitionen und juristische Aspekte bei der Ampeldiskussion.....	18
3.1 Abgrenzung Gefahrenbereich.....	18
3.2 Abgrenzung des Risiko-Begriffs.....	20
3.3 Grenzzisiko und Sicherheit.....	21
3.4 Abgrenzung Vorsorge, Gefahrenabwehr und Besorgnis	22
3.5 Restrisiko und „verbleibendes Risiko“.....	27
3.6 Bedeutung der Unsicherheit in der Risikoquantifizierung	29
3.7 Minimierung als Ziel und Nullrisiko	29
3.8 Bedeutung der Effektschwere.....	32
3.9 Zielgruppendifferenzierung	32
3.10 Zusammenfassung	33
4 Die Bedeutung der Risikokommunikation bei Etablierung und Anwendung des Ampelmodells	35
4.1 Einführung und Abgrenzung der Fragestellungen	35
4.2 Wahrnehmung und Akzeptanz von Risiken	35
4.3 Zum Gebrauch von Vergleichen in Risikokommunikation.....	37
4.4 Schwierige Begründung des Ampelmodells	39
4.5 Schlussfolgerung	41
5 Akzeptables und tolerables Risiko: derzeit eingesetzte Konzepte zur Differenzierung der Risikohöhe	43
5.1 Arbeitsschutz (Chemikalien)	43
5.1.1 Arbeitsplatzgrenzwerte in Großbritannien	43
5.1.2 Arbeitsplatzgrenzwerte in den Niederlanden.....	48
5.1.3 Arbeitsplatzgrenzwerte in den USA.....	50
5.1.4 Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsplatzgrenzwerte in der Schweiz.....	53
5.1.5 Arbeitsplatzgrenzwerte in Deutschland	55
5.1.6 Arbeitsplatzgrenzwerte in der EU	60
5.1.7 Schlussfolgerung.....	62

5.2	Strahlung	64
5.2.1	ICRP 1977 und 1991	65
5.2.2	Großbritannien	67
5.2.3	Deutschland	68
5.2.4	USA.....	69
5.2.5	Schlussfolgerung.....	71
5.3	Altlasten	72
5.3.1	Umweltbundesamt	72
5.3.2	USA.....	74
5.3.3	Kanada.....	75
5.3.4	Schlussfolgerung.....	75
5.4	Luft	76
5.4.1	USA, Clean Air Act.....	76
5.4.2	Deutschland	76
5.5	Lebensmittel	77
5.5.1	Toxikologische Relevanzschwelle (ILSI)	77
5.5.2	Großbritannien (COC).....	78
5.6	Störfall	79
5.6.1	Deutschland	79
5.6.2	Schweiz.....	81
5.6.3	Großbritannien	82
5.6.4	Niederlande.....	82
5.6.5	Schlussfolgerung.....	83
5.7	Diskussion	84
5.7.1	Begrifflichkeiten.....	84
5.7.2	Quantifizierung des Risikos bei "Toleranzschwelle" und „Akzeptanzschwelle“	85
5.7.3	Unterschiedliche hinnehmbare Risiken für unterschiedliche Expositionsszenarien?	91
5.7.4	Umgang mit Unsicherheit.....	93
6	Interesse verschiedener Akteure im Arbeitsschutz zum Ampelmodell bei krebserzeugenden Stoffen	97
6.1	Konzeption und Vorgehensweise bei den Akteursgesprächen.....	97
6.2	Bisherige Wahrnehmungen und Vorverständnis der Ampel (Ergebnisse der Gespräche 1. Phase).....	98
6.2.1	Assoziationen zur Ampel.....	98
6.2.2	Aussagen zu Informationsquellen zur Ampel und deren Validität	98
6.2.3	Aussagen zu Zielen und Funktionen der Ampel.....	99
6.2.4	Aussagen zur Festlegung der Akzeptanz- und Toleranz- schwellen und zur Anwendung der Ampel für Kanzerogene	100
6.2.5	Chancen und Risiken der Einführung der Ampel für das Risikomanagement	101
6.3	Interessen und Argumentationslinien zum Risikomanagement im Arbeitsschutz (Ergebnisse der Gespräche 2. Phase)	102
6.3.1	Zielsetzung und Zweck der Ampel	103
6.3.2	Funktion des Ampelmodells bei der Einführung der gesundheitsbasierten Arbeitsplatzgrenzwerte.....	105

6.3.3	Chancen und Hemmnisse für eine Verständigung über die weitere Vorgehensweise	106
6.3.4	Die nächsten wesentlichen Aufgaben und Arbeitsschritte und Ziele der Einbeziehung von Akteuren	107
6.3.5	Veränderungen der Ampel zur Steigerung der Akzeptanz	107
6.3.6	Ausschlusskriterien für eine Verständigung	108
6.4	Zusammenfassung	108
7	Möglichkeiten zur Weiterentwicklung und Konkretisierung des Ampelmodells bei krebserzeugenden Substanzen	110
7.1	Klärungsbedarf	110
7.1.1	Verknüpfung von Gefahrstoffverordnung und Ampelmodell.....	110
7.1.2	Bedeutung des Risikomanagement bei der Ampelentwicklung...	112
7.2	Dialogmodell	113
7.2.1	Risikovergleiche	113
7.2.2	Dialog zu Konsequenzen	115
7.2.3	Dialog zu strittigen Themen.....	120
7.2.4	Bereitstellung von Information und Zuordnung zu Entscheidungsgremien.....	123
7.3	Ergänzende Vorschläge zur Konkretisierung des Ampelmodells	124
7.3.1	Umgang mit Unsicherheit.....	124
7.3.2	Umgang mit dem Populationsrisiko.....	125
7.3.3	Temporäre Arbeitsplatzgrenzwerte	126
7.3.4	Maßnahmeorientierung	128
8	Generalisierung: Ampelmodell für nicht krebserzeugende Wirkung	130
8.1	Risikohöhe bei Arbeitsplatzgrenzwerten.....	130
8.2	Effektschwere und Vorsorge.....	131
8.3	Zuordnung der Ampelfarben.....	131
8.4	Implementation	132
8.5	Andere Anwendungsbereiche.....	133
9	Zusammenfassung	134
10	Summary.....	141
11	Literatur	148
Anhänge	156	
Anhang 1.....	156	
Anhang 2.....	157	
Anhang 3.....	158	
Anhang 4.....	159	
Anhang 5.....	161	
Anhang 6.....	167	

Toleranz- und Akzeptanzschwelle für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz

Kurzreferat

Das Ampelmodell ist ein zweistufiges Konzept zur Differenzierung von Maßnahmen bei Gesundheitsrisiken durch Exposition gegenüber gefährlichen Stoffen am Arbeitsplatz. Dabei wird erwogen, an ein hohes Gesundheitsrisiko strikte Verbotsmaßnahmen zu koppeln (ROTBEREICH). Andererseits soll sich bei zuverlässiger Einhaltung eines sehr niedrigen Risikos eine Verpflichtung zur weiteren Absenkung der Exposition erübrigen (GRÜNBEREICH), auch wenn dieses Gesundheitsrisiko größer als Null ist. Im dazwischen liegenden Besorgnisbereich (GELBBEREICH) gibt es zwar die Forderung nach Expositionssenkung, es werden jedoch auch wirtschaftliche, technische und soziale Aspekte bei dem Umgang mit einem bestimmten Gefahrstoff hinsichtlich der Auswahl von Maßnahmen abgewogen. Der Schwerpunkt der vorliegenden Studie liegt bei Ampelmodellen zum Umgang mit krebserzeugenden Stoffen am Arbeitsplatz. Es erfolgt eine Literaturlauswertung und eine Befragung von Interessensgruppen und Fachleuten im Arbeitsschutz. Die Auswahl der verwendeten Begriffe (z.B. Minimierung, Restrisiko, Gefahrenbereich) wird diskutiert. Es werden Hilfestellungen (z.B. internationale Vergleichswerte aus verschiedenen Regelungsbereichen und bestehende Risikohöhen durch Hintergrundbelastungen) zur Quantifizierung eines akzeptablen und eines tolerablen Risikos geliefert und es werden Vorschläge zur konkreteren Ausgestaltung eines Ampelmodells (z.B. betreffs des Umgangs mit der Unsicherheit bei der Risikoabschätzung und betreffs des Umgangs mit dem Populationsrisiko außer dem individuellen Risiko) vorgestellt. Die Interessensparteien sollten die hier erarbeiteten Informationen zur Verfügung haben und auf dieser Basis Dialoggespräche führen mit dem Ziel einer Konsensfindung über die Höhe eines akzeptablen und eines tolerablen Risikos.

Schlagwörter: krebserzeugende Stoffe, Gefahrstoffe, Grenzwerte, akzeptables Risiko, tolerables Risiko, Risikomanagement, Risikoquantifizierung, Vorsorge, Expositionsabschätzung

Thresholds for Tolerable and Acceptable Health Risks at the Workplace

Abstract

The “traffic light model“ is a two-stage concept to differentiate measures to be taken after exposure to hazardous substances at the workplace. At high exposure levels to hazardous substances, strict exposure prohibitions are envisaged as an imperative consequence (“red traffic light”). Reliable compliance with a very low risk, on the other hand, may make it unnecessary to further reduce exposure (“green traffic light”) even though the health risk due to exposure may still be above zero in this exposure region. Between “green” and “red” is the “area of concern” (“yellow traffic light”), where exposure reduction is demanded. However, in this region economic, technical and social aspects influence the selection of management actions as well. The main focus of this report relates to the application of traffic light models for exposures to carcinogens at the workplace. A literature survey is performed and an interview with major stakeholders and experts in occupational safety and health is carried out. The selection of certain terms (e.g., minimisation, residual risk, region of danger) is discussed. Support is given for the quantification of an acceptable or a tolerable risk (e.g., similar international quantification approaches from various regulatory areas and existing risk sizes at background exposures are reported). Definitions of the traffic light model in detail (e.g., how to handle uncertainty in the risk assessment and how to include the population at risk in addition to the individual risk) are proposed. The stakeholders should have access to the data provided in this report. Based on this information, dialogue talks should be initiated to find a consensus on the size of an acceptable and a tolerable risk, respectively.

Key words: carcinogenic substances, hazardous substances, limit values, acceptable risk, tolerable risk, risk management, risk quantification, precaution, exposure assessment

Seuil de tolérance et d'acceptation pour risques de santé au poste de travail

Résumé

Le modèle dit « feu rouge » est une conception à deux niveaux afin de différencier les mesures à prendre en cas de risques de santé suite à l'exposition à des matériaux dangereux au travail. Le modèle envisage des interdictions rigoureuses en cas de risques de santé graves (secteur rouge). En revanche, il est prévu que l'obligation de réduire continuellement l'exposition à des matériaux dangereux soit complètement supprimée (secteur vert), là, où l'on parvient à observer sérieusement un risque de santé très faible, ceci étant valable également pour les risques de santé supérieurs à zéro. Entre les deux secteurs rouge et vert, c'est à dire «de souci» (secteur orange), il y a le besoin de réduire l'exposition à des matériaux dangereux. Mais dans ce cas, le choix des mesures à prendre lors de la manipulation de matériaux dangereux doit respecter les aspects économiques, techniques et sociaux. Les modèles dit « feu rouge », destinés à la manipulation de matériaux cancérigènes se trouvent au centre de l'étude. Au cours du projet de recherche seront réalisées une interprétation de la littérature en question ainsi qu'une enquête auprès des communautés d'intérêts et des experts dans le domaine de la protection du travail. Le choix des termes utilisés (p.ex. minimisation, risque résiduel, zone de danger) sera discuté. Des aides à la quantification d'un risque acceptable et tolérable sont proposées (p.ex. concernant des valeurs comparatives à l'échelle internationale provenant de domaines de réglementations différentes, degrés de risque concernant le niveau de la contamination de fond). Des suggestions sont présentées pour le développement concret d'un modèle dit « feu rouge » (p.ex. au sujet du manque de sûreté quant à l'évaluation des risques ainsi qu'au sujet du risque de la population à côté du risque individuel). Il semble préférable que les informations du projet de recherche soient mises à la disposition des différentes communautés d'intérêts pour que celles-ci puissent entrer en dialogue à base des données présentées. Le but est de trouver un consensus concernant le niveau des risques acceptables et tolérables.

Mots clés: matériaux cancérigènes, matériaux dangereux, valeur limite, risque acceptable, risque tolérable, management des risques, quantification des risques, précaution, estimation du niveau de l'exposition

1 Einführung

Das Ausmaß vorliegender gesundheitlicher Risiken am Arbeitsplatz kann in Hinblick auf erforderliche Arbeitsschutzmaßnahmen unterteilt werden: sehr hohes Risiko wird dabei z.B. als „nicht annehmbar“ (weitgreifende Maßnahmen) und sehr niedriges als „hinnehmbar“ (wenige Maßnahmen) kategorisiert, mit einem Zwischenbereich, der differenziertere Überlegungen zu Art und Ausmaß von Maßnahmen erforderlich macht. Eine solche Dreiteilung wird - auch wegen der dabei ausgelösten Assoziationen zum Straßenverkehr - gerne als Ampel dargestellt.

Im Zuge der Diskussionen um die neue Gefahrstoffverordnung wurde seitens der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) ein entsprechendes Ampelmodell als eine Leitlinie für das Risikomanagement vorgeschlagen (BAuA 2003a, 2004; SCHNEIDER et al., 2004; RUPPRICH, 2004), das seither von verschiedenen Stellen begrüßt, interpretiert, oder auch in Frage gestellt wurde (ALLESCHER, o.J.; WELZBACHER, 2003; VKIS, VSI, IGM 2002). Es handelt sich bei dem Ampelmodell in seiner bisher vorgestellten Form um eine Grundidee ohne feste Konkretisierung im Detail, so dass es nicht verwundert, wenn der genannte Begriff seitens der verschiedenen Akteure im Arbeitsschutz zunächst unterschiedlich gefüllt wird.

Aufgabe des vorliegenden Projektes ist es,

- die Grundidee eines Ampelmodells in der Weise, wie dieses bisher diskutiert wurde, zu dokumentieren,
- den möglichen Vorteil einer Neuregelung gegenüber dem bisherigen Status zu prüfen,
- definitorische Zusammenhänge und ihre juristische Verknüpfung (z.B. zu den Themen Gefahr, Vorsorge, Risiko) in Verbindung mit einem Ampelmodell zu präzisieren,
- Vor- und Nachteile eines Ampelmodells aus den Perspektiven von Risikobewertung und Risikokommunikation zu erläutern,
- Umsetzungen von risikoorientierten Konzepten (insbesondere Ampelmodellen) aus anderen nationalen und internationalen Feldern des Risikomanagements vorzustellen,
- Interessen zentraler Akteure im Arbeitsschutz zur möglichen Einführung eines Ampelmodells zu sondieren, sowie
- Bedingungen für eine mögliche Ausgestaltung des Ampelmodells zu benennen und diese Ausgestaltung in ersten Ansätzen voranzutreiben.

Auf diese Weise soll eine Fortentwicklung der Grundidee des Ampelmodells auf einer höheren Konkretisierungsstufe ermöglicht sowie die Nachvollziehbarkeit und Akzeptanz des Modells gefördert werden.

Zunächst muss demnach die Grundidee zum Ampelmodell auf ihrer jetzigen Stufe, wie sie in Gesprächen zwischen den Projektautoren und der BAuA herausgearbeitet wurde, vorgestellt werden, wobei bereits kritische Punkte auszuweisen sind (Abschnitt 2).

Einteilungen von Risiken in Akzeptanzklassen kommen nicht ohne die Verwendung von Begriffen aus, die im Arbeits- oder Umweltrecht bereits definitorisch belegt sind: z.B. Gefahr oder Vorsorge. Für eine Analyse von Ampelmodellen soll demnach versucht werden, die wichtigsten juristischen Begriffe an dieser Stelle in einen Zusammenhang mit diesem Gliederungsprinzip zu stellen (Abschnitt 3).

Bei der Bewertung von gesundheitlichen Risiken nach Akzeptabilität und der Verknüpfung mit Maßnahmedringlichkeiten treten neben gesundheitlichen auch technische, wirtschaftliche, soziale und emotionale Fragen auf. Entsprechend sind auch die Risikowahrnehmung und die Risikoakzeptanz durch die verschiedenen Akteure im Arbeitsschutz zahlreichen Einflüssen unterworfen. Diese müssen bekannt sein, um eine nachvollziehbare und begreifbare Untergliederung des Risikoausmaßes in Akzeptanzklassen erreichen zu können. Abschnitt 4 liefert entsprechende Hintergründe.

Es werden dann verschiedene existierende Konzepte vorgestellt, die Risiken nach ihrer Akzeptanz unterscheiden, sowohl aus dem Arbeitsschutz, aber auch aus anderen regulatorischen Bereichen, in denen eine maßnahmeorientierte Unterteilung von Risiken stattfindet (Abschnitt 5). Diese Vorstellung erfolgt, um Ideen zu sammeln für

- a) verschiedene Interpretationen des Ampelprinzips,
- b) konkrete Ausgestaltungen solcher Ampeln,
- c) Bewertungen von Nutzen und Risiken des Ampelmodells, und zur
- d) Identifizierung von Hinweisen, die bei einer zielführenden Prozessgestaltung bei Einführung der Ampel helfen können.

Parallel zu diesen Betrachtungen werden die Interessen und Argumentationslinien von Handelnden im Risikomanagement (Behörden, Industrie, Gewerkschaften, Betroffene, Wissenschaft, Selbstverwaltung) zum Ampelmodell ausgelotet und dargestellt (Abschnitt 6). Dabei werden Aspekte der Risikokommunikation für die Entwicklung von Vorschlägen für die Gestaltung des weiteren Prozesses der Einführung der Ampel berücksichtigt. Erst dieser Input macht es möglich, aus dem Ampelmodell eine funktionierende Ampel zu entwickeln.

Die vorliegenden Erkenntnisse zu Bewertungsaspekten von Risiken und die Analyse der Interessenlagen gegenüber einer Einführung der Ampelidee im Arbeitsschutz werden dann zusammengeführt. Konkretisierungen der Ampelidee sind nicht auf allen Gebieten des Arbeitsschutzes zugleich möglich: das vorliegende Projekt fokussiert auf krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz. Es werden Bedingungen formuliert, unter denen – nach Möglichkeit im Konsens der verschiedenen Akteure – die Idee eines Ampelmodells weiterverfolgt werden kann. Und es werden Vorschläge und Ideen zur weiteren Konkretisierung und Prozessgestaltung dargestellt. Dabei werden besonders sensible Bereiche und Barrieren benannt. Es werden strategische Optionen ausgewiesen, die bei einer möglichen Harmonisierung der Standpunkte helfen könnten (Abschnitt 7).

Abschließend werden Ausführungen zur Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf die Anwendung des Ampelmodells in andere Gebiete des Arbeitsschutzes (z.B. nicht-karzinogene Arbeitsstoffe) dargestellt (Abschnitt 8).

Abschnitt 9 fasst die Ergebnisse des vorliegenden Projekts zusammen.

2 Grundzüge des derzeitigen Ampelmodells

2.1 Defizite bei bestehenden Standards im Arbeitsschutz

Die neue Gefahrstoffverordnung fordert die Ausweisung gesundheitsbezogener Arbeitsplatzgrenzwerte. Auch bisherige Standards (Grenzwerte, Richtwerte, Einstufungen, Handhabungsmaßgaben) zum Arbeitsschutz sollen natürlich bereits dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten dienen. Dieses Ziel wird jedoch keineswegs absolut verfolgt; stattdessen müssen sich die Standards immer an einer Mehrzahl von Zielen ausrichten, z.B.:

- Ist der Standard auch technisch umsetzbar?
- Ist der Standard auch finanzierbar?
- Welche Folgen hat ein Standard auf die Harmonisierung der Gesetzgebung in der Europäischen Union?
- Wird die Verbesserung des Gesundheitsschutzes mit einem Standard durch Nachteile oder Risiken anderer Art (z.B. mögliche Umweltschäden, Ressourcenverbrauch, Störfallrisiken etc.) in Frage gestellt?

In vielen Fällen fehlen auch die konkreten arbeitsmedizinischen oder toxikologischen Daten oder Schätzmethode, um dem Gesundheitsschutz gezielt Rechnung tragen zu können. Standards resultieren demnach aus einem Abwägungsprozess, bei dem die Gewichte der einzelnen Kriterien nicht konstant sind: der implizite Gesundheitsschutz verschiedener Standards ist unterschiedlich ausgeprägt. Oft werden nur ungenügende Informationen dazu geliefert, in welchem Ausmaß Gesundheitsschutz sich im Standard niederschlägt.

Einige Beispiele:

- Bisherige Grenzwerte für krebserzeugende Stoffe („Technische Richtkonzentrationen“ TRK) richten sich nur nachgeordnet nach gesundheitlichen Kriterien, stattdessen wird der „Stand der Technik“ zum Maßstab eines TRK-Werts gemacht. Und dies oft, ohne direkt davon zu berichten, welches Gesundheitsrisiko mit diesem technikbasierten Grenzwert verbunden ist (TRK-Werte sind in der neuen Gefahrstoffverordnung nicht mehr vorgesehen).
- Für komplexe Gemische fehlen angemessene Erkenntnisse zur Wirkung. So wird z.B. für Kühlschmierstoffe ein Grenzwert in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 vorgeschlagen, der nicht toxikologisch begründet ist. Der Hintergrund für diesen Wert ist teilweise statistischer Natur (kann von vielen eingehalten werden), es fließen aber auch analytische Möglichkeiten ein und es liegen begrenzte arbeitsmedizinische Erfahrungen vor. Diese Basis und die Bedeutung des Gesundheitsschutzes in der Abwägung zur Erstellung des Grenzwerts bleiben dem Anwender intransparent.
- Stoffe, die aufgrund mangelnder vorliegender Tests nicht nach den Kriterien der EU eingestuft sind, lassen sich derzeit nicht in ihrer gesundheitlichen Bedeutung einordnen und scheinen (wegen der fehlenden Kennzeichnung) vordergründig unproblematisch, obwohl möglicherweise ein beträchtliches Risiko für nachteilige Wirkungen auf die Gesundheit mit der Exposition gegenüber diesen Stoffen verbunden ist.

Fazit: Für bisherige Arbeitsplatzgrenzwerte ist das Ausmaß des angestrebten und umgesetzten Gesundheitsschutzes oft unklar und damit nicht nachvollziehbar. Einstufungen oder Nichteinstufungen ohne weitere Einordnungen zur Wirkstärke ermöglichen keine differenzierte Information über das vorliegende Gesundheitsrisiko. Für Standards, die sich am „Stand der Technik“ orientieren, ist das implizit enthaltene Ausmaß an Gesundheitsschutz in der Regel nicht offen gelegt. Durch diesen Mangel wird für den Anwender nicht erkennbar, wie gravierend etwa die Nichteinhaltung des Standards sich auf den Gesundheitsschutz auswirken würde oder wie wichtig es wäre, über das Maß des Standards hinaus sich aktiv um eine Absenkung von Belastungen zu bemühen. Der Anwender im Industriebetrieb oder Handwerk sieht sich nur veranlasst, die Vorgabe einzuhalten, ohne in mündiger Weise dem Gesundheitsschutz eine weitergehende Rolle zuzumessen, wo ihm dies möglich wäre. Das trägt zu einem statischen Verständnis von Standards bei, die – einmal eingehalten – aus dem Blickfeld geraten. Erst zusätzliche Information ermöglicht eine Aussage, ob dies im konkreten Fall berechtigt ist oder nicht.

Gegenwärtig gilt das Minimierungsgebot bei gefährlichen Stoffen am Arbeitsplatz, zum Beispiel und insbesondere bei krebserzeugenden Stoffen. Es fehlt jedoch eine Rückkopplung über den Erfolg der Minimierung, da keine Orientierung gegeben wird, ob bei bestimmten Maßnahmen wesentliche Verbesserungen des Arbeitsschutzes erreicht wurden oder nicht. Das Minimierungsgebot ist bisher ungenügend präzisiert.

2.2 Informationsgehalt des Ampelkonzepts

An dem im Abschnitt 2.1 beschriebenen Defizit setzt das Ampelkonzept an. Es erfordert:

- eine möglichst präzise Beschreibung des mit einem Standard erreichten (bzw. gewünschten) Gesundheitsschutzes oder Gesundheitsrisikos, soweit möglich, in quantitativer Form,
- eine Bewertung dieser Wirkungen oder des Gesundheitsrisikos unter dem Blickwinkel des Risikomanagements (Dringlichkeit und Art von Maßnahmen in Abhängigkeit des Gesundheitsrisikos),
- Zäsurstellen zur Abgrenzung unterschiedlicher Risikoakzeptanz, nämlich eines grünen, gelben und roten Bereichs in der Bewertung dieser Wirkungen oder Gesundheitsrisiken.

Die Gesundheitsrisiken werden demnach einem Spektrum von möglichen Maßnahmedringlichkeiten und Maßnahmearten zugeordnet (Die Notwendigkeit, „Maßnahmearten“ auszuweisen, darf jedoch nicht mit einer Forderung nach Benennung von Einzelmaßnahmen im Ampelrahmen verwechselt werden; solche Einzelmaßnahmen können nur tätigkeits- und stoffspezifisch ausgewählt werden; ihre Benennung würde die übergreifendere Ampelkonzeption überfrachten). Diese Maßnahmearten sollen sich entsprechend den Zäsuren qualitativ deutlich unterscheiden:

Grüner Bereich

Die abgeschätzten Gesundheitswirkungen oder -risiken sind so gering, dass eine weitere Reduzierung der Belastung aus Sicht des Gesundheitsschutzes nicht erforderlich ist. Signal: GEHE (entsprechend grüner Ampelfarbe im Straßenverkehr). Dies

schließt nicht aus, dass eine gewisse Grundvorsicht - ähnlich dem Verhalten im Straßenverkehr – dennoch notwendig ist. Zudem muss durch geeignete Maßnahmen abgesichert sein, dass die Gefährdungslage sich nicht erhöht.

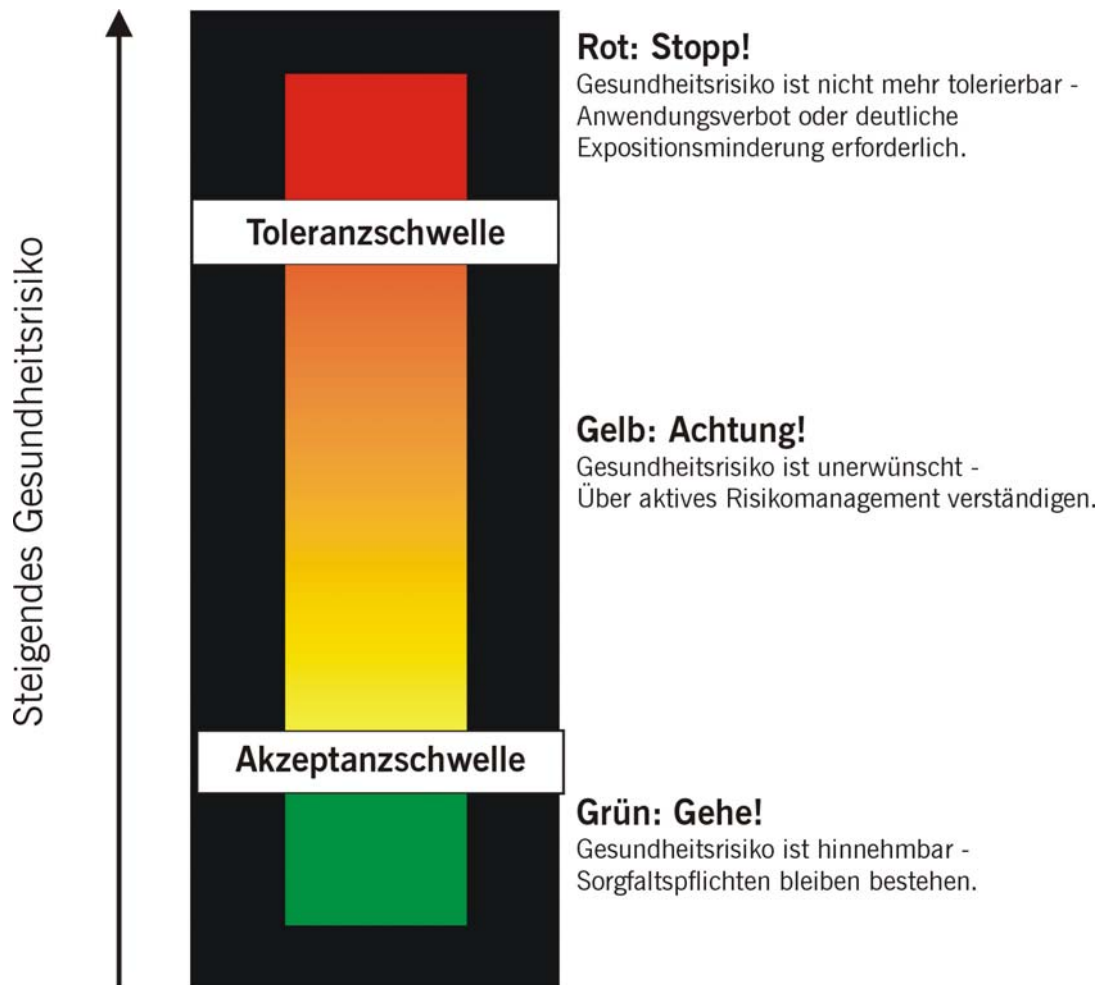


Abb. 2.1 Graphische Darstellung der grundlegenden Botschaften des Ampelmodells im Arbeitsschutz

Gelber Bereich

Die abgeschätzten Gesundheitseffekte oder -risiken gewinnen an Bedeutung. Ihre Reduzierung ist grundsätzlich anzustreben. Im Risikomanagement (Festlegung des Standards, Tolerierung einer vorliegenden Exposition) erfolgt eine intensive Abwägung mit konkurrierenden Zielen. Eine iterative Überprüfung dieser Abwägung ist vorzunehmen. Signal: VORSICHT, ZUSTAND IN HINSICHT AUF GESUNDHEITSSCHUTZ NICHT KONFLIKTFREI; KEIN PERMANENTER ZUSTAND (entsprechend gelber Ampelfarbe im Straßenverkehr).

Roter Bereich

Das abgeschätzte Ausmaß an Gesundheitseffekten oder -risiken hat eine so hohe Bedeutung, dass andere grundsätzlich wichtige Ziele, die mit dem Gesundheitsschutz in Konflikt stehen, nur noch nachrangige Bedeutung behalten. Das Gesundheitsrisiko ist zu hoch. Signal: STOPP (entsprechend roter Ampelfarbe im Straßenverkehr). Es gibt nur seltene Ausnahmeszenarien, die ein Weiter„fahren“ bei roter

Ampel rechtfertigen (im Straßenverkehr wäre das die vorübergehende Notsituation, die durch Einsatzfahrzeuge der Polizeisituation herbeigeführt werden kann).

Abb. 2.1 verdeutlicht die Zuordnung von Ampelfarben zu den Maßnahmedringlichkeiten und -arten und die prinzipielle Bewertung des Gesundheitsrisikos in den jeweiligen Bereichen. Der Gelbbereich ist dabei als „Strecke“ dargestellt, um zu verdeutlichen, dass es in der Maßnahmenart und -dringlichkeit Unterschiede geben kann in Abhängigkeit davon, ob wir uns nahe dem Grünbereich („hellgelb“) oder nahe dem Rotbereich („dunkelgelb“) befinden. Ein Fortschritt im Arbeitsschutz von „dunkelgelb“ nach „hellgelb“ soll sichtbar werden. Eine solche Differenzierung ist weder im Grünbereich („hell“- oder „dunkelgrün“) noch im Rotbereich gewollt: Grün bzw. Rot signalisieren eine Absolutbewertung, während der Gelbbereich eine Relativbewertung („Zustand zeitweise unter den gegebenen Nebenbedingungen tolerierbar“) beinhaltet.

2.3 Anwendungsgebiete des Ampelkonzepts im Arbeitsschutz

Mit diesen Farbzusweisungen wird die Ampel ein Hilfsmittel im Umgang mit verschiedenartigen Noxen (Schadstoffen, Lärm, Strahlung, Keimen, physikalischen Belastungen)

- zur Standardsetzung (z.B. bei Grenzwerte, Handhabungsrichtlinien) und
- zur Beurteilung der Erfordernis von Maßnahmen in der betrieblichen Praxis.

Der Standardsetzer liefert demnach mit der Ampelzuordnung eine handlungsbezogene Information zur gesundheitlichen Charakterisierung des Standards und zu den wichtigsten Konsequenzen auf der Maßnahmensseite.

Ein Industrie- oder Handwerksbetrieb kann darüber hinaus insbesondere auch die in seinem Arbeitsbereich vorliegende Belastung bei bestimmten Tätigkeiten in das Grün-Gelb-Rot-Schema einordnen (bei entsprechenden quantitativen Berechnungen ist die genauere Zuordnung zu „dunkelgelb“ oder „hellgelb“ möglich). Damit werden auch Vergleiche ermöglicht: während der „Stand der Technik“ für den Umgang mit Stoff x im Gelbbereich liegt, wurden im eigenen Betrieb so weit reichende Arbeitsschutzmaßnahmen ergriffen, dass die Belastung schon dauerhaft im Grünbereich liegt.

Die wichtigste Anwendung der Ampel ist die als Kommunikationsinstrument in Fragen des betrieblichen und regulatorischen Arbeitsschutzes. „Es wird in Ampeln gedacht“, bedeutet,

- dass das gesundheitliche Risiko explizit erfasst und dargestellt wird,
- dass die mit dieser Erfassung verbundenen Unsicherheiten von den Akteuren gemeinsam beurteilt werden,
- dass Managementmaßnahmen gemeinsam zugeordnet werden und dass
- gemeinsam Zäsuren vereinbart werden, wann Entlastung berechtigt ist (es ist etwas Wesentliches geschafft), oder wann wegen der hohen Gesundheitsgefahr sich jede weitere abwägende Diskussion erübrigt.

Die Ampel darf aber nicht missverstanden werden: Die Einhaltung eines jeden Standards bedeutet nicht automatisch die Zuweisung der grünen Farbe, genau so wenig

wie die Überschreitung eines Standards zwangsläufig rot bedeutet. Da wir oben festgehalten haben, dass Standards in unterschiedlichem Ausmaß den Gesundheitsschutz abdecken, bedeutet auch die Einhaltung nicht immer, dass wir uns „im grünen Bereich“ bewegen. Entsprechendes gilt für die Überschreitung (dieser Hinweis wäre anders zu beurteilen, wenn bestimmte Standards gezielt so gewählt wurden, dass sie mit der Farbwechselgrenze übereinstimmen: letzteres soll möglicherweise in Zukunft mit den gesundheitsbezogenen Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) realisiert werden).

Das Ampelkonzept ermöglicht mit diesem risikogestützten Orientierungsrahmen, der zum Impulsgeber werden soll, ein gezielteres Vorgehen; eine Fokussierung auf hohe Risiken, denen mit hoher Dringlichkeit begegnet werden soll, wird möglich.

2.4 Kriterien für die Festlegung der Übergänge

Der Übergang von einem „nicht tolerierbaren“ zu einem „unerwünschten“ oder vom „unerwünschten“ zum „hinnehmbaren“ Risiko ist schwer festzulegen und wird unter bestimmten Nebenbedingungen unterschiedlich ausfallen. Die gesellschaftliche Akzeptanz bestimmter Risiken ist zentraler Parameter einer solchen Festlegung. Wenn die Akteure im Arbeitsschutz hier keinen Konsens finden, ist eine Ampel nicht möglich. Die „Stopp“-Situation im Falle von rot kann dann als sinnvoll hingenommen werden, wenn dafür ein Grün in Aussicht steht. Wenn - im Bild des Straßenverkehrs - die Durchquerung einer unregelmäßig gekreuzten Kreuzung als gefährlich und belastend empfunden wird, wird die Ampel im Straßenverkehr trotz ihrer jeweiligen Einschränkungen von allen Verkehrsteilnehmern angenommen oder gar gefordert: Die „Belastungs-/Entlastungssituation“ wird zugleich zu einer Gewinnsituation („win/win-Lösung“) für alle Akteure (siehe **Tab. 2.1** zur Verdeutlichung).

Tab. 2.1 Das Ampelkonzept als Belastungs-/Entlastungsausgleich und als potenzielle Gewinnsituation für alle Akteure des Arbeitsschutzes

	Entlastung	Belastung	Anreiz/Ausgleich:
Grünbereich	Keine weiteren Maßnahmen zur Expositionsminde- rung erforderlich; vorgenommene Maßnahmen sind ausreichend	Risiko wird nicht sicher weiter ge- mindert	Die höchsten Gesund- heitsrisiken werden durch den Rotbereich wirksam begrenzt
Rotbereich	Höchste Risiken werden si- cher vermieden; weiterer müh- samer Abwägungsprozess erübrigt sich	Maßnahmen zur Expositionsmin- derung müssen zwingend vorge- nommen werden	Weitreichende Maßnah- men zur Expositionsmin- derung werden mit dem Erreichen des Grünbe- reichs belohnt.

Wenn die Bilanz bei den verschiedenen Interessengruppen nicht stimmt (mindestens ebenso deutliche Entlastungen wie Belastungen), wird das Ampelkonzept schlechte Verwirklichungschancen haben. Diese Bilanz hängt aber entscheidend von der Lage der Linien (Übergang: gelb/rot und Übergang: gelb/grün) ab. Wird der Rotbereich zu klein (nur bei extrem hohen Risiken wird „Stopp“ verlangt), oder wird der Grünbereich zu klein (es gibt in der Regel keine Entlastung aus der Auflage, die Exposition weiter zu mindern), dann verliert die Ampel an Attraktivität.

Die Lage der Grenzen kann jedoch nicht in jedem Falle neu verhandelt werden: wenn in Norddeutschland ein anderes Ausmaß an Risiko für akzeptierbar gehalten würde als im Süden, wenn stoffspezifisch heterogene Interessenseinflüsse dominieren, wenn sich branchenspezifisch unterschiedliche Akzeptanzkriterien entwickeln, wenn zeitliche Einflüsse oder veränderte Marktsituationen leicht zu neu erforderlichen Abstimmungsprozessen über Akzeptanzgrenzen führen würden, wäre kein geplantes wirtschaftliches Handeln mehr möglich. Das Ausmaß von Arbeitsschutzmaßnahmen wäre dann der „ad hoc“- Situation (und damit einer beträchtlichen Willkür) ausgesetzt.

Für die Grenzen und die heranzuziehenden Prinzipien liegen keine genauen Vorgaben durch die BAuA vor, sondern nur beispielhaft genannte Zahlenwerte als Startpunkte für die weitere Diskussion. Ähnliche Vorschläge müssen von allen Beteiligten in die Abwägung eingebracht werden und sind nicht durch eine Behörde vorgebar.

Zentral für die Möglichkeiten zur Einigung sind aber auch die Maßnahmen, die mit den jeweiligen Ampelfarben assoziiert werden. Ohne die Konsequenzen in der Dringlichkeit und Art von Maßnahmen in jedem Farbbereich zu kennen, ist eine Zustimmung zu einem konkreten Ampelmodell erschwert.

2.5 Umgang mit Unsicherheiten, Unschärfe

Risikoabschätzungen beinhalten grundsätzlich eine gewisse Ungenauigkeit und sind nicht selten Gegenstand von Kontroversen. Diese Unsicherheiten können dazu führen, dass je nach Berechnungsverfahren für das Risiko ein bestimmter Stoff in die Kategorie grün oder gelb (möglicherweise sogar rot) mit allen Konsequenzen der damit verknüpften Maßnahmen fällt. So ist das Risiko, dass eine Brücke bei definierten Beanspruchungen einstürzt, eindeutig statistisch berechenbar, während für Krebsrisiken jede Berechnung der Wahrscheinlichkeit auf unsicheren Voraussetzungen fußt, was als zusätzliche Dimension zu beachten ist. Diese Erkenntnis muss im Ampelmodell

- durch geeignete Konventionen eingegrenzt und
- in der Interpretation berücksichtigt werden.

Die Unsicherheit hat auch erhebliche Konsequenzen für die Risikowahrnehmung (vgl. Abschnitt 3): das berechnete (ggf. sehr ungenaue) hypothetische Risiko darf nicht ohne weiteres mit einem sicher abgeschätzten Risiko gleichgesetzt werden.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz hat auch an dieser Stelle noch kein Verfahren für den Umgang mit Unsicherheiten mit dem Ampelkonzept verknüpft: Die Diskussion soll für verschiedene Vorstellungen offen bleiben.

2.6 Weitere Konkretisierungen des Ampelmodells

Zur weiteren Konkretisierung des Ampelmodells liegen derzeit nur einzelne Mosaiksteine vor, die für eine funktionierende Ampel zusammengefügt und erweitert werden müssen:

- Es wird darauf verwiesen, dass der Gelbbereich dynamisch zu gestalten ist: die vorzuschlagenden Risikomanagementmaßnahmen sollen eine Bewegung „nach unten“ – also eine Reduzierung des Gesundheitsrisikos induzieren.
- Die Gültigkeit der Zuordnungen in Ampelbereiche muss kontrolliert und bestätigt werden. Diese Forderung enthält zwei Dimensionen: Zum einen müssen technische Expositionsminderungsmaßnahmen in ihrer Wirksamkeit abgesichert werden, damit sie auch entsprechend effektiv wirksam sind, um der assoziierten Ampelfarbe zu entsprechen. Zum Zweiten dürfen neue Erkenntnisse nicht vernachlässigt werden: neue wissenschaftliche Erkenntnisse können zu neuen Risikoabschätzungen führen, neue Technologien können zu einer veränderten Abwägung zwischen technisch Möglichem und gesundheitlich Wünschenswertem Anlass geben. Entsprechend ist der oben beschriebene Iterationsschritt (Überprüfung einer einmal getroffenen Einordnung) zwar wegen der angesprochenen Dynamik im Gelbbereich von essentieller Bedeutung, ist jedoch auch im Rot- und Grünbereich anzuwenden. Die Forderung der BAuA für das Ampelmodell: „grün muss grün bleiben“ (BAUA, 2004) bedeutet entsprechend a) regelmäßige Kontrolle des Erreichten, b) regelmäßige Validierung der Bewertung. Die Ausgewogenheit zwischen Flexibilität und stabilem Orientierungsrahmen ist somit bei der Konkretisierung des Ampelmodells zu beachten.

2.7 Zusammenfassung

Mit Hilfe des Ampelmodells sollen Expositionen gegenüber krebserzeugenden Stoffen am Arbeitsplatz in ihrer gesundheitlichen Bedeutung (Risiko für Gesundheitsschäden) eingeordnet werden. Insbesondere sollen a) gesundheitlich intolerable, b) gesundheitlich besorgniserregende, und c) gesundheitlich akzeptable Expositionen unterschieden werden können. Diese Bereiche werden durch die Ampelfarben: a) Rot, b) Gelb, c) Grün voneinander abgegrenzt. Art und Dringlichkeit von erforderlichen Expositionsminderungsmaßnahmen differieren nach Gesundheitsrisiko und dessen Spiegelung in den Ampelfarben. Die Prinzipien des Ampelmodells für krebserzeugende Stoffe sollen auf die Exposition gegenüber anderen Noxen am Arbeitsplatz übertragbar sein. Somit soll das Ampelmodell die gesundheitliche Bewertung einer Exposition am Arbeitsplatz und die ggf. daraus folgende Anforderung von Risikomanagementmaßnahmen in einfacher Weise transparent darstellen und somit der Risikokommunikation dienen.

Zusätzlich grenzen im Ampelmodell drei Farbbereiche ab, die grundsätzlich andere Folgen im Risikomanagement nach sich ziehen. Die zwei Stufen liefern somit mehr Flexibilität für das Risikomanagement als ein einstufiges Modell (Exposition hinnehmbar/nicht hinnehmbar ohne Zwischenbereich) und spiegeln die erforderlichen Abwägungsprozesse auf dem Hintergrund von Überlegungen zu Vorsorge, Zumutbarkeit und Verhältnismäßigkeit realistisch wieder. Insofern dient das Zweistufenmodell einer Effektivitätssteigerung im Risikomanagement und dem Interessensausgleich unter den wirtschaftlichen Akteuren.

3 Definitionen und juristische Aspekte bei der Ampeldiskussion

3.1 Abgrenzung Gefahrenbereich

Als einer der Zäsurpunkte in einem Ampelmodell könnte jener Punkt gewählt werden, der mit dem Begriff „Gefahr“ assoziiert wird. Nach dem Leitfaden für das Risikomanagement des Ausschuss für Gefahrstoffe AGS (AGS, 1998) ist unter Gefahr ein „nicht hinnehmbares Risiko“ zu verstehen. Diese Definition entspricht DIN 31000/2 und bezieht sich dort auf Sicherheitsaspekte bei technischen Erzeugnissen. KONIETZKA und DIETER (1998) setzen „Gefahr“ auch für Risikobewertungen von Chemikalien mit „nicht mehr hinnehmbarem Risiko“ gleich und dieses wiederum mit einer hinreichenden Wahrscheinlichkeit für einen Schadenseintritt.¹ Dieser Punkt könnte demnach für einen Übergang von gelb nach rot angesehen werden:

„Nach der ständigen Rechtsprechung wird unter Gefahr eine Lage verstanden, in der „bei ungehindertem Ablauf des Geschehens ein Zustand oder ein Verhalten mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einem Schaden für die Schutzgüter ...“ führen würde (UBA-Bericht 1990; UBA-Texte 1995). Die „hinreichende Wahrscheinlichkeit“ für einen Schadenseintritt verlangt diesbezüglich einerseits nicht Gewissheit, andererseits reicht aber die bloße Möglichkeit eines Schadens zur Annahme einer Gefahr nicht aus. Die Anforderungen an die Wahrscheinlichkeit eines Schadens sind in der Regel umso geringer bemessen, je fataler das Schädigungsausmaß (z.B. Krebs) und je höher das Rechtsgut (menschliche Gesundheit) zu bewerten ist. Unter Berücksichtigung des Grades der Eintrittswahrscheinlichkeit und des möglichen Schadensumfanges wird die Gefahr als dasjenige Risiko bezeichnet, das als nicht mehr hinnehmbar bewertet wird.“ (KONIETZKA und DIETER, 1998). WLOTZKE bestätigt für den Arbeitsschutz: „Im Arbeitsschutzrecht geht es um den Schutz von Leben und Gesundheit der Beschäftigten, also um sehr hochwertige Rechtsgüter. Hier wird demnach in der Regel schon eine geringere Eintrittswahrscheinlichkeit die Annahme einer Gefahr rechtfertigen.“ (RICHARDI und WLOTZKE, 2000).

Während sich jedoch im ingenieurtechnischen Bereich ein solches Risiko eindeutiger berechnen lässt (kleiner Unsicherheitsbereich der Schätzung), besteht hier ein deutlicher Unterschied bei Gesundheitsrisiken durch gefährliche Stoffe: die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens kann nur mit einer relativ großen Unschärfe vorhergesagt werden. Bei der Festlegung eines „nicht mehr hinnehmbaren Risikos“ sind bei Gesundheitsrisiken durch Chemikalien am Arbeitsplatz demnach zwei Wahrscheinlichkeitsdimensionen des Risikos beinhaltet:

1. Wann ist das Risiko des Schadenseintritts (z.B. einer Krebserkrankung durch chronische Exposition gegenüber einem Stoff) so hoch, dass dieser Schadenseintritt hinreichend wahrscheinlich wird?
2. Mit welcher Wahrscheinlichkeit muss diese Schätzung von einem vorliegenden Risiko und einer gefahrenbegründenden Risikohöhe zutreffen, damit immer noch von einer Gefahr gesprochen werden kann?

¹ „Gefahr“ wird abweichend von dieser Terminologie im Arbeitsschutzgesetz auch mit dem Gefährdungspotenzial („Hazard“) gleichgesetzt: „'Gefahr' die einem chemischen Arbeitsstoff innewohnende Eigenschaft, potentiell Schaden zu verursachen“ (RL 98/24/EG; Artikel 2g).

Diese Aufteilung des Risikobegriffs ist im ingenieurwissenschaftlichen Bereich bereits etabliert (vgl. **Abb. 3.1**):

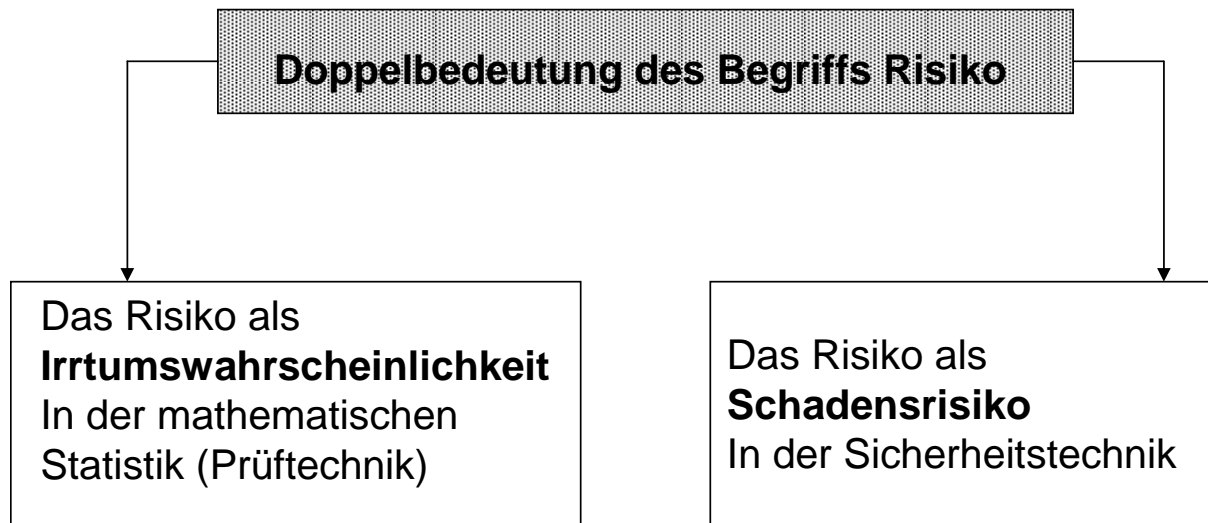


Abb. 3.1 Mehrere Dimensionen des Risikobegriffs im ingenieurtechnischen Bereich (Abbildung in Anlehnung an GEIGER und KOTTE, 2005)

Mit dem Blick auf krebserzeugende Substanzen verweist der Länderausschuss Umwelt und Gesundheit (LAUG) nach einer Diskussion mit Juristen ebenfalls auf eine notwendige Untergliederung des Risikobegriffs (LAUG, 2001): „In diesem Fall erweist sich neben der Kausalitätsfrage (Bezug zur Irrtumswahrscheinlichkeit; F.K.) die Frage der Risikohöhe als das zweite Kriterium für die gefahrenrechtliche Bewertung“.

Durch diese Auftrennung wird die Gefahrenschwelle genauer zur Gefahrenverdachtsschwelle (vgl. **Abb. 3.2**; MÜLLER, 2004).

Die Unsicherheit in der Risikoquantifizierung kommt im Gefahrstoffbereich durch den Einsatz von Extrapolationsfaktoren (häufig auch als „Sicherheitsfaktoren“ bezeichnet) oder probabilistischen Berechnungen zum Ausdruck: „Wenn bei bestimmten Dosis-Wirkungs-Abschätzungen Experimente bei Menschen nicht vorgenommen werden können, Experimente bei Tieren aber schädliche Wirkungen zeigen und unter Anwendung verschiedener wissenschaftlicher Methoden eine Umrechnung auf den Menschen vorgenommen wird, ist damit der Begründungs- und Darlegungszusammenhang einer gesundheitlichen Gefahr auf wissenschaftlicher Basis keineswegs verlassen... Allein wegen der Sicherheitszuschläge ist die Eignung zur Darlegung einer „hinreichenden Wahrscheinlichkeit“ nicht in Frage zu stellen.“ (WAHL, 1997).

Die Unterscheidung in zwei Aspekte des Risikobegriffs bei Gesundheitsrisiken durch chemische Stoffe nach zwei Dimensionen der hinreichenden Wahrscheinlichkeit ist im Übrigen deshalb von Bedeutung, weil vorliegende Ampelmodelle sowohl nach dem ersten, wie nach dem zweiten Wahrscheinlichkeitsaspekt gestuft sein können (vgl. Abschnitt 5.3.1).

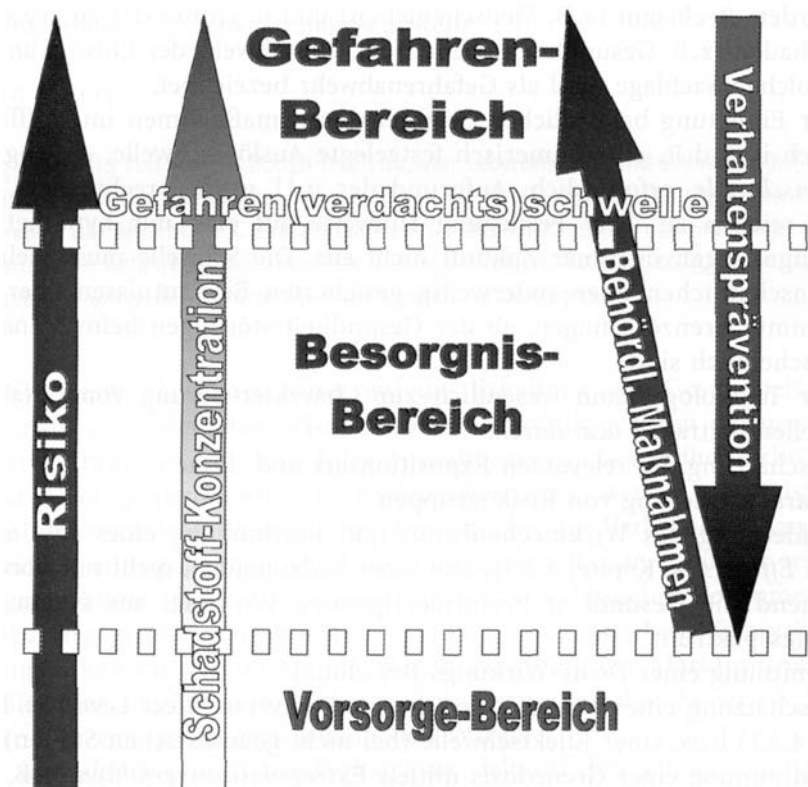


Abb. 3.2 Graphische Darstellung von Gefahrenbereich, Besorgnisbereich und Vorsorgebereich in einem 2-stufigen Risikomanagementvorschlag von MÜLLER (2004) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © Springer Verlag)

3.2 Abgrenzung des Risiko-Begriffs

In der EU-Richtlinie 98/24/EG ist der Begriff des Risikos nur ungenau definiert: „Risiko‘ (ist) die Wahrscheinlichkeit, dass der potenzielle Schaden unter den gegebenen Verwendungs- und/oder Expositionsbedingungen auftritt“ (Artikel 2,(h)). Davon abweichend wird im Leitfaden des AGS die traditionelle Risikodefinition vorgeschlagen: „Risiko: Erwartete Art, erwarteter Schweregrad und erwartete Häufigkeit eines Gesundheitsschadens bei einer gegebenen Belastungssituation“. (AGS, 1998). Ähnlich formuliert auch die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Gesundheitsschutz: „Risiko, das sich aus dem Schadensausmaß (S) und der Wahrscheinlichkeit (W) des Eintritts dieses Schadens zusammensetzt.“(SUVA, 2001).

Das Risiko kann als (durchschnittlich) individuelles oder als Populationsrisiko ausgedrückt werden. So kann z.B. ein berufliches Krebsmortalitätsrisiko von 3% entweder als 3-Prozent Wahrscheinlichkeit einer durchschnittlichen Person, infolge der beruflichen Exposition an Krebs zu versterben (durchschnittliches, individuelles Risiko) interpretiert werden oder mit der auf die Bevölkerung bezogenen statistischen Aussage verknüpft werden: bei einem exponierten Kollektiv von 100 ist der Tod von 3 Personen zu erwarten (Populationsrisiko). Ein solches 3%-Risiko beinhaltet für den Einzelnen eine konstante Wahrscheinlichkeitsaussage, während es bezogen auf die Bran-

che oder die Volkswirtschaft umso gravierender zu bewerten wäre, je mehr Personen absolut exponiert sind.

Das durchschnittliche individuelle Risiko weicht in der Regel vom tatsächlichen individuellen Risiko ab, da Komponenten wie die genetische Disposition und andere interindividuelle Unterschiede dabei nicht erfasst sind. Das tatsächliche individuelle Risiko ist selten Gegenstand von Risikoabschätzungen, wie sie im Folgenden diskutiert werden. Es können jedoch Risikogruppen ausgewiesen werden mit abweichendem gruppenspezifisch durchschnittlichem individuellem Risiko.

Risikoaussagen zur Mortalität nach chronischer Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen bzw. zur Gefahr tödlicher Unfälle (z.B. im Straßenverkehr) unterscheiden sich nicht grundsätzlich: in beiden Fällen wird eine Aussage zum durchschnittlichen individuellen Risiko aus den Erfahrungsdaten in größeren Kollektiven berechnet, in beiden Fällen liegen individuelle Komponenten vor, die das tatsächliche Risiko für den Einzelnen beeinflussen können, allerdings tritt die Schadensfolge beim Unfall in der Regel sofort ein, bei krebserzeugenden Stoffen am Arbeitsplatz mit jahre- oder jahrzehntelanger Verzögerung. (Unter anderem) deshalb ist die Schätzung der Risikohöhe bei Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen mit deutlich größeren Unsicherheiten verbunden als etwa bei tödlichen Unfällen.

3.3 Grenzrisiko und Sicherheit

Ebenfalls aus dem ingenieurwissenschaftlichen Bereich stammt der Begriff des „Grenzrisikos“, der jedoch im Laufe der Zeit mehrfach umgedeutet wurde (vgl. GEIGER und KOTTE, 2005). In seiner neuesten Definition wird das Grenzrisiko ebenfalls gegenüber der „Gefahr“, als nicht hinnehmbares Risiko, wie es im Arbeitsschutz definiert wurde, abgegrenzt. Dieses Grenzrisiko wird allerdings auch mit „akzeptablem Risiko“ gleichgesetzt, wobei unterhalb des Grenzrisikos „Sicherheit“ bestehe. **Abb. 3.3** verdeutlicht dieses Verständnis:

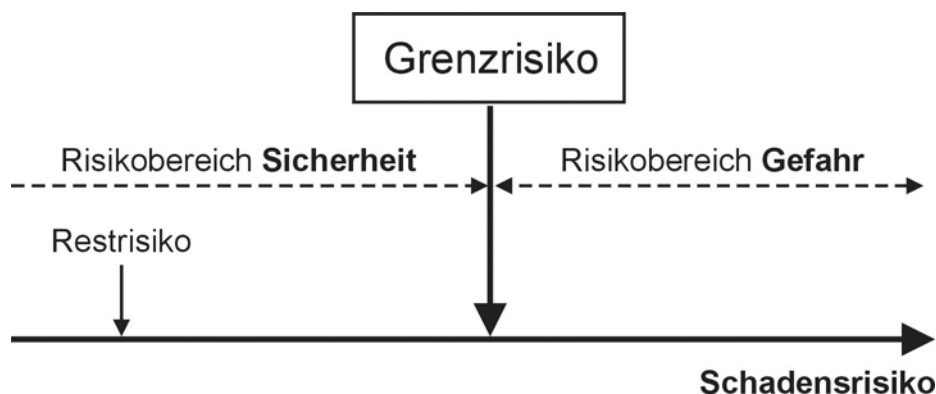


Abb. 3.3 Erläuterung des Begriffs Grenzrisiko (Abbildung in Anlehnung an GEIGER und KOTTE (2005))

Anmerkung: zum Begriff des Schadensrisikos siehe auch **Abb. 3.1**

Es handelt sich demnach um ein einstufiges System, wobei im Bereich der Sicherheit (ohne Präzisierung) als mögliche zweite Zäsurstelle das Restrisiko (vgl. Abschnitt 3.5) eingetragen ist. Der Begriff des Grenzrisikos ist deshalb von Interesse, weil auch

die Berufsgenossenschaften kürzlich für die gesundheitsbasierten AGW diesen Terminus wählten:

„Für CMR-Stoffe² sollen künftig gesundheits(risiko)basierte Grenzwerte abgeleitet werden... Die fachliche und politische Diskussion muss zeigen, wo ein gesellschaftlich akzeptables Grenzkrisiko liegt“. (BG-CHEMIE, 2005). Mit der Verknüpfung von „akzeptabel“ und „Grenzkrisiko“ entfernt sich jedoch das Grenzkrisiko von dem Risikobereich „Gefahr“.

Damit teilt sich das an einem Punkt fixierte Grenzkrisiko in zwei Grenzbereiche. Eine mögliche Weiterentwicklung, wie sie der Leitfaden des AGS für ein zweistufiges Schema von Risikozielgrößen vorschlägt, wäre möglich. Dieser Gedanke wird in der folgenden **Abb. 3.4** verdeutlicht:

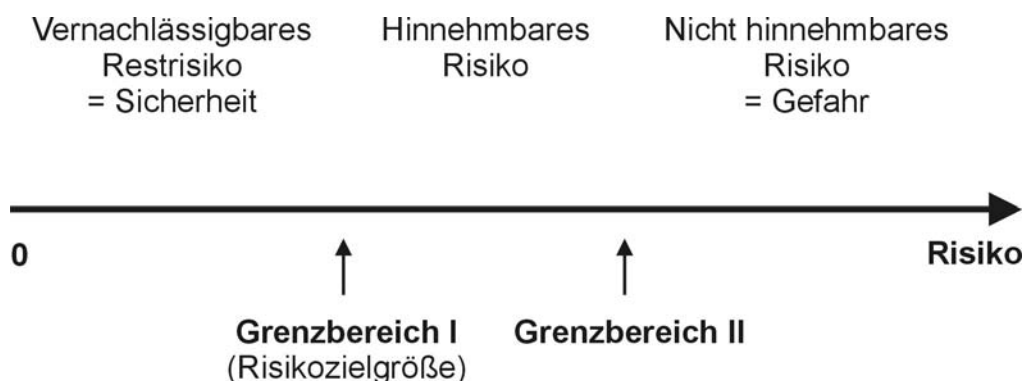


Abb. 3.4 2-stufiges Schema zur Untergliederung von Risikobereichen nach AGS-Leitfaden (AGS, 1998) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

Der AGS assoziierte die Grenze I mit einer gesundheitspolitischen Setzung, während bei Grenze II neben gesundheitspolitischen auch ökonomische und soziologische Aspekte einfließen sollten. Insofern wird hier die Definition von Gefahr = nicht hinnehmbares Risiko umfassend verstanden. Interessant ist, dass beim hinnehmbaren Risiko noch keine Sicherheit unterstellt wird. Dieser Begriff „Sicherheit“ wird wiederum mit einem vernachlässigbaren Restrisiko gleichgesetzt.

Wir schlagen vor, dass im Folgenden auf die Begriffe „Grenzkrisiko“ und „Sicherheit“, „Grenzbereich I und II“ verzichtet wird, um die Vielfalt verwendeter Termini und damit die Möglichkeit für Missverständnisse zu reduzieren.

3.4 Abgrenzung Vorsorge, Gefahrenabwehr und Besorgnis

Der Begriff der Vorsorge, der in **Abb. 3.2** weit unter der Gefahren(verdachts)schwelle angesiedelt ist, wird so nicht einheitlich verstanden. Eine eindeutige Definition existiert nicht (WILLIAMSON und HULPKE, 2000a,b). Gemeinsam ist allen Definitionen jedoch, dass Vorsorge zur Abdeckung mangelnden Wissens gedacht ist: „Das Vorsorgeprinzip ist z.B. dann sinnvoll, wenn man eine Schädlichkeit nach wissenschaftli-

² CMR: als krebserzeugend, mutagen oder reproduktionstoxisch eingestufte Substanzen (F.K.)

chen Kriterien vermutet, über das Maß von Ursachen und Wirkungen aber wenig weiß. In dem Umfang, in dem das Wissen um die quantitativen Beziehungen wächst, verliert die Anwendung des Vorsorgeprinzips seine Plausibilität.“ (STREFFER et al., 2000). Insofern gehört auch die Anwendung von Extrapolationsfaktoren oder probabilistischen Risikoabschätzungen zur (Gefahren-)Vorsorge, da es sich dabei um Instrumente handelt, mangelndes stoffspezifisches Wissen zu ersetzen.

Drei verschiedene Grenzziehungen (Definitionsbereiche) werden im Vergleich auf die Gefahrenabwehr diskutiert:

- **Definitionsbereich 1:** Die Vorsorge schließt die Gefahrenabwehr ein und ist immer dann gegeben, wenn Unsicherheiten in der Risikoquantifizierung bestehen (vgl. Diskussion zu Gefahren- vs. Gefahrenverdachtsschwelle). Dieser Ansatz scheint auch der Position der Europäischen Gemeinschaft zu entsprechen (BUNDESRAT, 2000). Auch KÖCK (2001a) sieht keinen Gegensatz zwischen Gefahrenabwehr und Vorsorge. Bei den meisten Risikoquantifizierungen für Erkrankungen durch krebserzeugende Stoffe ist eine gewisse (wenn auch begrenzte) Unsicherheit auch dann gegeben, wenn ein hohes Risiko (etwa in Höhe eines nicht mehr hinnehmbaren Risikos) ausgewiesen wird. Somit erfolgt in diesen Fällen auch oberhalb der (mit Unsicherheiten abgeschätzten) Gefahrenschwelle Vorsorge.
- **Definitionsbereich 2:** Nach **Abb. 3.5** beginnt Vorsorge dort, wo der Gefahrenbereich endet. Dies entspricht nach WILLIAMSON und HULPKE (2000a) auch dem Verständnis in verschiedenen deutschen Rechtsvorschriften.³
- **Definitionsbereich 3:** Nach **Abb. 3.5** und **Abb. 3.2** gibt es auch ein Verständnis des Vorsorgebereichs, der erst deutlich unterhalb der Gefahrenschwelle beginnt und durch die Besorgnisschwelle abgegrenzt wird. Danach setzt Vorsorge dort ein, wo nach begrenztem toxikologischem Einzelstoffdenken eine Einzelstoffschwelle (ein so genannter „no advers effect level“ für empfindliche Personengruppen NAEL) unterschritten wird. Während oberhalb des NAEL eine Besorgnis besteht, dass zumindest bei empfindlichen Personen Wirkungen auftreten könnten (Besorgnisbereich), besteht diese Besorgnis bei Unterschreiten des NAEL nicht mehr. Allerdings bezieht sich diese Betrachtung auf den Einzelstoff und den gegenwärtigen Stand der Erkenntnis. Entsprechend können nach diesem Vorsorgegedanken auch noch Maßnahmen ergriffen werden, um auch unter der Nebenbedingung der Mehrstoffexposition und unter Berücksichtigung von wissenschaftlich noch nicht validen Verdachtsmomenten Gesundheitsschäden zu vermeiden. Irgendwann wird dann ein praktisch sicheres Niveau erreicht, unterhalb dessen nur noch ein mit praktischer Vernunft nicht fassbares „Restrisiko“ besteht (vgl. Abschnitt 4.3). Diese Terminologie stimmt mit der Vorgehensweise im Bundesbodenschutzgesetz in Deutschland überein.

Auch nach WAHL (1997) beginnt die „Gefahrenvorsorge“ direkt dort, wo der Bereich der Gefahrenabwehr aufhört (Definitionsbereich 2 von Vorsorge, siehe oben):

³ Allerdings wird diese Einteilung in nicht überlappende Segmente in **Abb. 3.5** begrifflich aufgeweicht durch die textliche Erläuterung: „Vorsorgebereich: Gefahrenabwehr durch Vorsorge“. Unterhalb der Gefahrenschwelle dürfte nicht mehr von Gefahrenabwehr gesprochen werden. KÖCK (2001a) wählt für diesen Bereich den Begriff der „Risikoabwehr“.

„Sofern die Gefahrenschwelle noch nicht erreicht ist, jedoch ein Risiko (immer noch) nicht ausgeschlossen werden kann, stellt sich die Frage, ob die Rechtsordnung dieses Risiko hinnimmt oder nicht hinnimmt: Nach den (allgemeinen) Polizeigesetzen wird dieses Risiko akzeptiert.“ Damit beschreibt Wahl zunächst ein einstufiges Denken: „hinnimmt oder nicht hinnimmt“, der Gelbbereich wird nicht deutlich. Der Jurist führt jedoch weiter aus: „Nehmen es andere Gesetze nicht hin, so fordern sie mehr als nur Gefahrenabwehr: dieser Bereich wird als „Gefahrenvorsorge“ bezeichnet. Hier entsteht die Abgrenzungsfrage: Wann wird das Risiko derart entfernt, dass der Bereich der Gefahrenabwehr aufhört und derjenige der Gefahrenvorsorge beginnt?“.

Das im Gefahrstoffrecht neuere Denken in zwei Risikostufen (akzeptables und tolerables Risiko) kann mit den vorliegenden heterogenen Abgrenzungen des Vorsorgebereichs nur in Deckung gebracht werden, wenn auch von 2 Vorsorgebegriffen (Gefahrenvorsorge und Basisvorsorge) ausgegangen wird, wie im folgenden vorgeschlagen:

- **GEFAHRENVORSORGE** beginnt bei Unterschreiten der Gefahrenschwelle und beinhaltet die Risikoreduzierung im „Gelbbereich“, der mit dem Besorgnisbereich gleichzusetzen wäre
- **BASISVORSORGE** beginnt beim Unterschreiten der Besorgnisschwelle und beinhaltet die Risikobegrenzung (Absicherung eines niedrigen Risikos) im „Grünbereich“. Damit wird der Begriff der Basisvorsorge mit dem bisher verwendeten Terminus der „Grundvorsicht“ gleichlautend verwendet.
- Vorsorge kann somit Gefahrenvorsorge und Basisvorsorge umfassen; es muss jeweils genau gesagt werden, was gemeint ist.

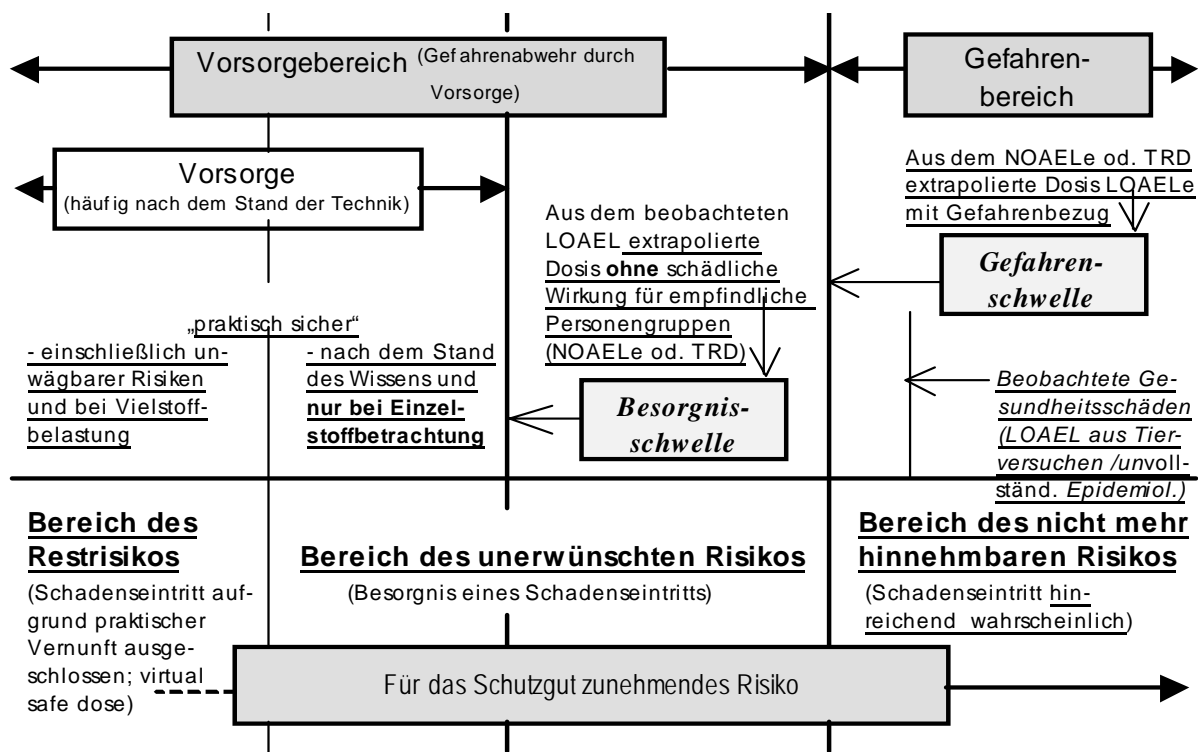


Abb. 3.5 Graphische Darstellung von Gefahren-, Besorgnis- und Vorsorgebereich nach dem Verständnis in der Bodenschutzverordnung (aus: KONIETZKA und DIETER, 1998) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © Erich Schmidt Verlag)

Ein gewisses Vorsorgedenken findet auch im Bereich der Gefahrenabwehr oberhalb der Gefahrenschwelle statt. Es wird jedoch vorgeschlagen, bei einer formalen Abgrenzung den Begriff der Vorsorge nicht überlappend auf den Bereich oberhalb der Gefahrenabwehr auszuweiten,

- da das Element der Unsicherheit in der Risikoquantifizierung (und damit das notwendige Vorsorgedenken) in diesem Bereich gegenüber der abgeschätzten Risikohöhe gering ist,
- da somit in anderem Falle missbräuchlich oder missverständlich von Vorsorge gesprochen würde, wo dieses Element noch unspezifisch und vernachlässigbar gegenüber der erforderlichen Gefahrenabwehr ist.

Abb. 3.6 macht dieses Verständnis in Form einer aus **Abb. 2.1** entwickelten Ampel deutlich.

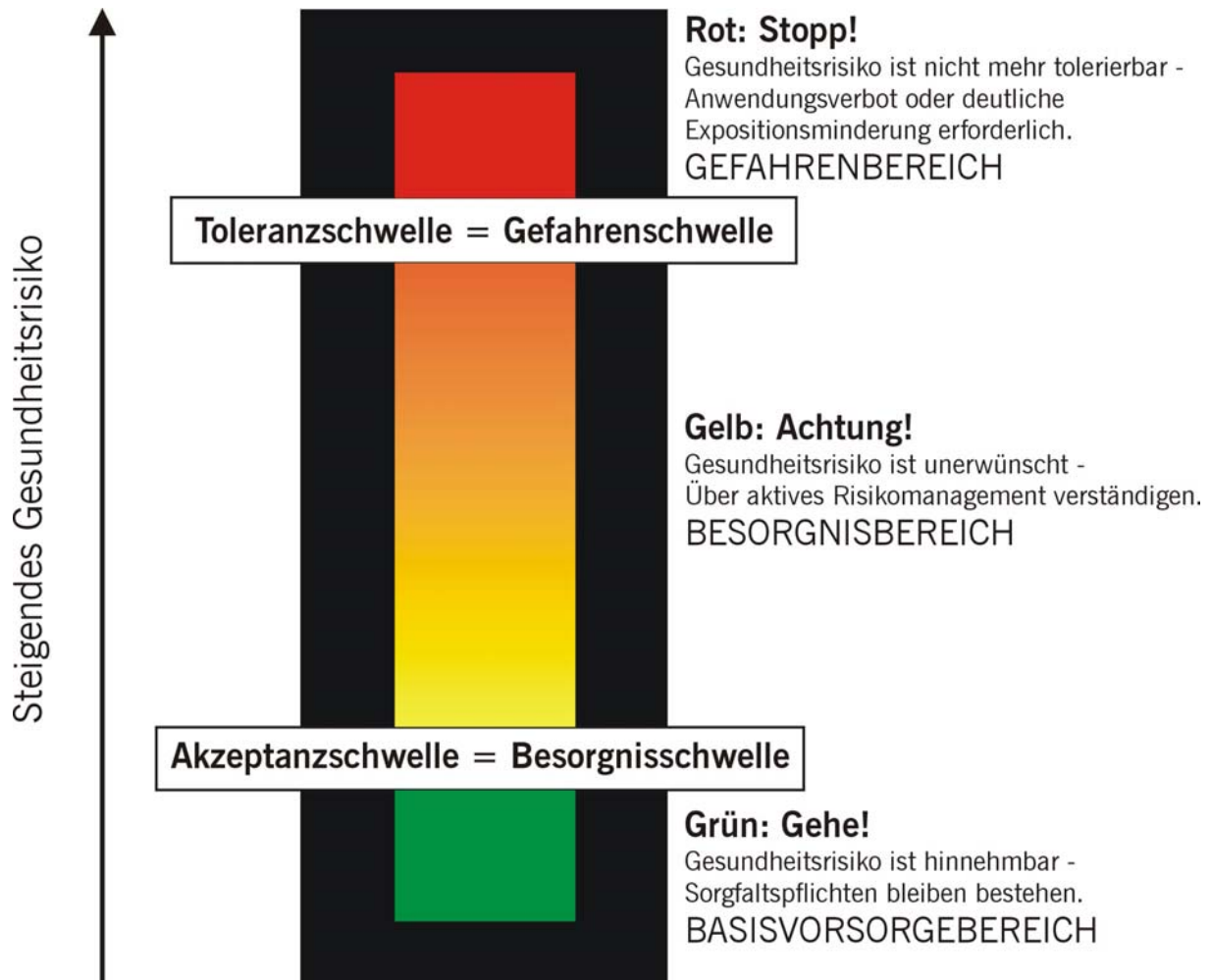


Abb. 3.6 Graphische Darstellung eines Ampelmodells in Verbindung mit der Terminologie der Gefahren- und Besorgnisschwelle

Nach dem Verständnis der EU und verschiedener anderer Akteure im Umweltschutz basiert ein Handeln nach dem Vorsorgeprinzip zunächst auf der wissenschaftlichen Abschätzung des Risikos einschließlich des Ausweises der bestehenden Unsicherheiten. Das Handeln soll sich dann am GRUNDSATZ DER VERHÄLTNISSMÄßIGKEIT orientieren (WILLIAMSON und HULPKE, 2000b; BUNDESRAT, 2000). Die entsprechenden rechtlichen Einordnungen aus dem Umweltschutz können auf den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz übertragen werden.

Verhältnismäßigkeit bedeutet, dass die Maßnahmen auf das angestrebte Schutzniveau zugeschnitten sein müssen. Danach besitzt die Gefahrenvorsorge eine Grenze nach unten, die als Besorgnisschwelle auf dem Hintergrund dieser Verhältnismäßigkeit zu konkretisieren ist: Bei der Unterschreitung der Besorgnisschwelle ist aktives staatliches Handeln nicht erforderlich. Die Entscheidung für oder gegen ein Tätigwerden „stützt sich auf eine zutiefst politische Entscheidung, die abhängig ist von dem Risikoniveau, das die Gesellschaft als „akzeptabel“ ansieht.“ (EU nach BUNDESRAT, 2000). Davon unabhängig kann der Staat eine Basisvorsorge auch bei Einhaltung eines akzeptablen Risikoniveaus (Grünbereich) erwarten, wie sie etwa

durch Maßnahmen geschieht, die der Absicherung der „Nebenbedingung“ für die Zuordnung in den Grünbereich dienen, z.B.

- Einhaltung grundlegender hygienischer Regeln,
- Absicherung der Funktionsfähigkeit der gewählten Technik,
- Vornahme von Betriebsanweisung, Unterweisung
- regelmäßige Überprüfung des Standes der Wissenschaft bei der Risikoabschätzung.

Mit dem Gedanken der Basisvorsorge im Grünbereich wird auch der Tatsache Rechnung getragen, dass die Besorgnisschwelle im Allgemeinen oberhalb der „virtuell sicheren Dosis“ liegen dürfte (vgl. **Abb. 3.5**). Als „virtuell sichere Dosis“ wird eine Dosis bezeichnet, die mit einem zusätzlichen Lebenszeitrisiko von < 1: 1 Million verknüpft ist (WILHELM und WICHMANN, 2005).

3.5 Restrisiko und „verbleibendes Risiko“

Der Begriff des Restrisikos ist ebenfalls nicht eindeutig. Der „Rest“ wird in dreierlei Weise verstanden:

1. Das restliche Risiko, was verbleibt, wenn das ALARA-Prinzip umgesetzt wurde (ARARA: „as low as reasonably achievable“, verbleibendes Risiko nach Einsatz von allen sinnvollen Maßnahmen nach Stand der Technik; vgl. SFK, 2004; vgl. auch **Abb. 5.8**): die resultierende Risikohöhe wäre unabhängig von einem akzeptablen oder tolerablen Risiko und wäre in einem zweiten Schritt nach gesundheitlichen Kriterien einzuordnen. Auch die U.S. EPA verwendet den Begriff „residual risk“ in diesem Sinne: „risk remaining after control technology standards...have been promulgated and applied.“ (EPA, 1999).
2. Das restliche Risiko, das verbleibt, wenn die Besorgnisschwelle erreicht oder unterschritten wird (nach unserem Verständnis wäre dies also das Risiko im Grünbereich). Dies entspricht der Vorstellung: wo „Restrisiko“ anfängt, hört (Gefahren-) „Vorsorge“ auf; vgl. hierzu LIEBL und KERSCHER (2004).
3. Das restliche Risiko, das verbleibt, wenn alle wissenschaftlichen Möglichkeiten zur Quantifizierung ausgeschöpft sind und dem quantifizierbaren Risiko Rechnung getragen wurde: trotz weitgehender Maßnahmen wäre ein solches Restrisiko auch im Grünbereich nicht auszuschließen, weil dies prinzipiell nicht ausschließbar ist (entsprechend dem Verständnis in **Abb. 3.5**). Hierzu führt WAHL (1997) aus: „Die bloße oder theoretische Möglichkeit eines Schadens ohne Realitätsbezug begründet also die Befürchtung seines Eintritts niemals. Man kann hier mit dem Bundesverfassungsgericht nur vom Restrisiko sprechen. Es ist dadurch charakterisiert, dass der Eintritt eines Schadens zwar praktisch, jedoch nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen ist. Ein solches Restrisiko muß auch von Verfassungen wegen hingenommen werden.“ Ähnlich formuliert KÖCK (2001a): „...ist ein Risiko rechtlich unerheblich, wenn es durch Maßnahmen der Risikoabwehr so weit abgesenkt worden ist, dass nach dem Maßstab der ‚praktischen Vernunft‘ mit Schäden nicht mehr zu rechnen ist. Dies ist dann der Fall, wenn entweder wegen der Grenzen des Wissens ein Risiko nicht erkannt werden kann, also in-

sofern im rein spekulativen verbleibt, und dem vorhandenen Wissen Rechnung getragen ist, oder wenn die Realisierung des Risikos als so unwahrscheinlich angesehen wird, dass keine Vorkehrungen getroffen werden müssen.“

Definitionen 2 und 3 würden dann zusammenfallen, wenn das „akzeptable Risiko“ (Grün/Gelbschwelle) identisch mit der „virtuell sicheren Dosis“ definiert würde. Die Besorgnisschwelle wird jedoch häufig höher angesetzt als die virtuell sichere Dosis (vgl. **Abb. 3.5**).

Die meisten Autoren führen diese Differenzierung des Restrisikobegriffs nicht durch, so dass geprüft werden muss, was im Einzelfall konkret gemeint ist. KÖCK (2001a) beschreibt den Begriff des Restrisikos von seiner Konsequenz her mit der Charakterisierung:

„Risiken, die als Restrisiko im rechtlichen Sinne zu bewerten sind, sind rechtlich unerheblich und daher hinzunehmen.“

Dieser Definition ist in ihrer Absolutheit problematisch, wenn verbleibende Risiken ohne weiteres in den Begriff des Restrisikos einbezogen sein sollen. Liegen diese verbleibenden Risiken auch nach Vornahme von technischen Maßnahmen nach dem ALARA-Prinzip (Definition 1) noch im Rot- oder Gelbbereich, so sind sie nicht notwendigerweise rechtlich unerheblich und dauerhaft hinzunehmen. Die weiteren Bedingungen für die Hinnahme wären in diesem Fall auszuweisen, z.B. die Anforderungen an den Abwägungsprozess (Risiko-Nutzen-Abwägung) und die temporäre Einschränkung einer solchen Hinnahme. KÖCK (2001a) wählt – wohl aus diesem Grund – auch eine aufweichende Begrifflichkeit für Restrisiken der Definition 1 und bezeichnet sie als Restrisiko bzw., *besser formuliert*, rechtlich zugemutetes Risiko“ (kursiv, F.K.). Tatsächlich werden im Gelbbereich erhöhte Risiken temporär rechtlich zugemutet, sind jedoch in ihrer Höhe im Allgemeinen nicht dauerhaft hinzunehmen. Die U.S. EPA sieht den Fall, dass auch ein Restrisiko zu hoch sein kann und fordert in solchen Fällen zusätzliche Maßnahmen zu dessen Reduzierung (EPA, 1999). Diese (auch rechtlich auf Basis des Vorsorgeprinzips gebotene) Dynamik ist in der oben genannten übergreifenden Definition von KÖCK (2001a) nicht enthalten.

FAZIT: Der Begriff „Restrisiko“ enthält ohne zusätzliche Erläuterungen keinen geeigneten Maßstab zu den Fragen der (dauerhaften) Hinnehmbarkeit und rechtlichen Erheblichkeit. Ist dieser Begriff bereits belegt, sollte er in dieser Form deshalb keine zentrale Rolle in der Diskussion um das Ampelmodell spielen oder er sollte mit dem Begriff des „verbleibenden Risikos“ gleichgesetzt werden. Es ist nämlich erforderlich, die jeweils verbleibende Risikohöhe bei definierter Expositionshöhe zu charakterisieren. So kann ein verbleibendes Risiko auf der Toleranzschwelle ebenso wie auf der Akzeptanzschwelle benannt werden wie das verbleibende Risiko bei Anwendung der besten technologischen Lösung nach ALARA. In einem zweiten Schritt kann dann das verbleibende Risiko bei Anwendung von ALARA wiederum einer Bewertung unter Gesichtspunkten der Hinnehmbarkeit oder rechtlichen Erheblichkeit unterzogen werden. Ein Teil des verbleibenden Risikos bleibt immer nicht quantifizierbar. Es ist jedoch möglich, dass auch insgesamt das bei einer definierten Expositionshöhe verbleibende Risiko nur kategorial („hoch“, „niedrig“) beschrieben werden kann oder gar nicht quantifiziert werden kann. In den letztgenannten Fällen sollte jedoch nicht von einem „hinzunehmenden“ verbleibenden Risiko gesprochen werden und eine rechtliche Unerheblichkeit sollte nicht unterstellt werden. Ein ungenügend quantitativ charakterisierbares verbleibendes Risiko wäre grundsätzlich mit einem Warnzeichen zu versehen (Gelbbereich): ohne besseres Wissen müssen Maßnahmen zur Expositi-

tionsabsenkung erfolgen und/oder die fehlende Information zur Risikoquantifizierung dringend erbracht werden. Bei entsprechender Relevanz kann das (noch immer) nicht genügend quantifizierbare verbleibende Risiko auch mit dem Rotbereich (keine weitere Exposition tolerierbar) verknüpft werden.

3.6 Bedeutung der Unsicherheit in der Risikoquantifizierung

Unsicherheit bei Einschätzung des Gesundheitsrisikos nach Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen am Arbeitsplatz ist unvermeidbar. Wird diese wissenschaftlich quantitativ erfasst und begrenzt, steht das Vorliegen von Unsicherheiten nicht im Widerspruch zur Ausweisung einer Gefahren- oder einer Besorgnisschwelle (WAHL, 1997)⁴. Aufgrund der weiteren Extrapolationsstrecke gegenüber tierexperimentellen Daten oder epidemiologischen Befunden ist jedoch grundsätzlich mit einer höheren Unsicherheit bei der Quantifizierung eines akzeptablen Risikos im Vergleich zur Unsicherheit bei der Quantifizierung des tolerierbaren Risikos zu rechnen. Die Notwendigkeit von Vorsorgemaßnahmen wird nach Meinung der EU geradezu mit dem Vorliegen von solchen Unsicherheiten begründet: „Ein Rückgriff auf das Vorsorgeprinzip setzt voraus, ... dass eine wissenschaftliche Risikobewertung wegen unzureichender, nicht eindeutiger oder ungenauer Daten keine hinreichend genaue Bestimmung des betreffenden Risikos zulässt.“ (BUNDESRAT, 2000). Sie sollte jedoch nach Möglichkeit reduziert werden und ist - ebenfalls nach Ansicht der EU - in ihrem Ausmaß kein tolerierbarer Dauerzustand (BUNDESRAT, 2000).

Die Ausführungen in Abschnitt 5 zeigen, dass die Relevanz solcher Unsicherheiten in einigen Staaten als gravierend eingeschätzt wird (vgl. Abschnitt 5.1.1). In Abschnitt 5.7.4 werden die aufgrund solcher Unsicherheiten vorliegenden Spannen in Risikoabschätzungen für krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz anhand einiger Beispiele konkretisiert. Weitere Konsequenzen werden in Abschnitt 7.3.1 diskutiert.

3.7 Minimierung als Ziel und Nullrisiko

Nach Gefahrstoffverordnung wird auf die Verpflichtung des Arbeitgebers verwiesen, „die Gesundheit ... der Beschäftigten bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sicherzustellen.“ (§8(1), GefStoffV). Dieser Anspruch wird auch in der Weise formuliert, dass „die Gefährdung der Gesundheit ... der Beschäftigten ... auf ein Minimum zu reduzieren“ sei (§8(2), GefStoffV) oder dass diese Gefährdung „auf ein Mindestmaß verringert wird“ (§9(1), GefStoffV). Dieser Anspruch der Gefährdungsverringering auf ein Mindestmaß wird dadurch konkretisiert, dass Arbeitsmittel „nach Stand der Technik“, Schutzmaßnahmen an der Gefahrenquelle (wie Lüftung) und ggf. persönliche Schutzausrüstung verlangt werden (§9(2), GefStoffV). Wesentliches Kriterium für die Annahme einer Gefährdung ist die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte oder von „verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien“. Dies gilt auch für krebserzeugende

⁴ WAHL führt dies für Umweltrisiken, nicht für Arbeitsplatzrisiken aus. Die Argumentationslogik ist jedoch auf die Problematik am Arbeitsplatz übertragbar.

Stoffe (§11(1), GefStoffV) und Tätigkeiten für Tätigkeiten der Schutzstufe 3 (§10(2), GefStoffV). Als „Arbeitsplatzgrenzwert“ wird die durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz bezeichnet, bei welcher „akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im allgemeinen nicht zu erwarten sind.“ (§3(6), GefStoffV). Damit wird zwar die Minimierung des Risikos bei Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen als Ziel auch in der neuen Gefahrstoffverordnung aufrechterhalten, es wird jedoch kein Nullrisiko gefordert. Die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwerts ist ein wesentliches Kriterium zur Ausfüllung der Minimierungspflicht.

Der Begriff der Minimierung ist also nicht exakt definiert und mündet nicht zwangsläufig darin, dass ein Nullrisiko anzustreben wäre.

EU-Richtlinie: 98/24/EG Art.5, Abs.2: formuliert allgemein für Gefahrstoffe „Die Risiken werden ausgeschaltet oder auf ein Minimum reduziert.“ Allerdings geht die ursprüngliche EU-Krebs-Richtlinie (RL 90/394/EWG; in dieser Form nicht mehr rechtskräftig) weiter: „Ergibt sich ... ein Risiko für die Sicherheit oder die Gesundheit der Arbeitnehmer, so muss die Exposition der Arbeitnehmer vermieden werden.“ (Art 5, Abs.1). Der Begriff „Risiko“ ist an dieser Stelle nicht durch eine nähere Charakterisierung (etwa: „signifikantes“ oder „nicht zu vernachlässigendes“ Risiko) eingeschränkt. Andererseits zeigt der Zusammenhang, dass dieser Satz in Bezug auf die Substitution (Vermeidung durch Substitution) zu sehen und nicht als Pflicht zur Expositionsminimierung auf Null, falls der Stoff nicht sinnvoll ersetzbar ist und keine Anwendung von geschlossenen Systemen möglich ist. In diesen Fällen wird von der EU erwartet, dass die Exposition „auf das technisch mögliche Niveau verringert wird“ (Art.5, Abs.3). Im Zusammenhang mit krebserzeugenden Hartholzstäuben und Vinylchlorid ist es das Ziel der EU, durch entsprechende Grenzwerte „die Gesundheit der Arbeitnehmer sicherzustellen“ (RL 1999/38/EG; Abs.12; vgl. auch RL 2004/37/EG), obwohl es bei krebserzeugenden Stoffen nicht möglich ist, „für die Exposition ... einen Wert festzulegen, unterhalb dessen Gesundheitsrisiken nicht mehr gegeben sind.“ (RL 98/24/EG; Einführung, Punkt (20)). Diese Formulierungen widersprechen somit einer Sichtweise, dass die Forderung nach einem Nullrisiko in den Arbeitsschutzvorschriften der EU verankert wäre. WLOTZKE schlussfolgert in seiner Interpretation des Arbeitsschutzgesetzes: „Der Beschäftigte hat also bei seiner Arbeit ein gewisses gesundheitliches Restrisiko ... hinzunehmen.“ (RICHARDI und WLOTZKE, 2000).

JUNG et al. (2000) geben in ähnlicher Weise zu bedenken: „Ein Risiko mit dem Wert ‚Null‘ im natur- und technikwissenschaftlichen Sinne existiert nicht“.

Noch weitergehend wird von der EU ausgeführt: „... ist ein Missverständnis auszuräumen: die Anwendung des Vorsorgeprinzips bedeutet nämlich nicht, dass ein Nullrisiko angestrebt würde. Im Rahmen des Binnenmarkts ... ist aber in den Bereichen Gesundheit...ein hohes Schutzniveau anzustreben ... Ein Risiko lässt sich nur selten auf Null reduzieren ... Ein völliges Verbot ist möglicherweise nicht in allen Fällen eine verhältnismäßige Reaktion auf ein potenzielles Risiko.“ (BUNDESRAT, 2000)⁵. KÖCK (2001b) verweist im Zusammenhang mit Krebsrisiken durch Luftverunreinigungen im deutschen Immissionsschutzrecht auf diesen engen Zusammenhang zwi-

⁵ Alle im folgenden gemachten Aussagen der EU zum Vorsorgeprinzip (BUNDESRAT, 2000) sind nicht ausdrücklich für den Arbeitsplatz sondern für den Umweltbereich formuliert, jedoch auch für den Arbeitsplatz anwendbar

schen Minimierungsgebot und Verhältnismäßigkeit, so dass durch geeignete Grenzwerte dem Minimierungsgebot ausreichend Rechnung getragen werde.

WAHL (1997) macht deutlich: „Jenseits des Besorgnisanlasses darf Vorsorge und damit staatliches Handeln nicht stattfinden.“ Diese Grenzen erlaubter staatlicher Aktivität liegen in „Freiheitsrechten begründet, die einen staatlichen Eingriff nur dann erlauben, wenn dieser gerechtfertigt ist und darüber hinaus dem Verhältnismäßigkeitsprinzip entspricht, also geeignet, erforderlich und verhältnismäßig ist.“ (WILLIAMSON und HULPKE, 2000b). Abweichend von dem Verständnis in **Abb. 3.5** hätte somit auch die Vorsorge eine untere Grenze: bei niedrigen Expositionshöhen (unterhalb der Besorgnisschwelle) hätte im Sinne der Verhältnismäßigkeit nur noch eine Basisvorsorge (z.B. Einhaltung bestimmter hygienischer Grundumgangsregeln) ihre Berechtigung.

JUNG et al. (2000) erläutern den Begriff der „de minimis Exposition“ ebenfalls auf dem Hintergrund der Verhältnismäßigkeit: „Das Konzept des de minimis Risikos hat seinen Ursprung im juristischen Prinzip des ‚de minimis non curat lex‘. Im Kontext von gesetzlichen Regelungen bedeutet dies, dass ein Risiko als vernachlässigbar klein betrachtet werden kann, wenn der Aufwand, eine entsprechende Regelung zu treffen, deren Einhaltung zu überwachen und deren Verletzung zu verfolgen, die Bedeutung des Risikos weit übersteigt ... Dem Grunde nach entspricht das Konzept des de minimis Risikos einem praktischen Schwellenwert.“ Ähnlich äußert sich BARNARD (1990) mit der Übersetzung des de minimis Gedankens: „the law does not concern itself with trifles“.

Abweichend von diesen Eingrenzungen des Minimierungsprinzips wurde in den USA mit Verweis auf die so genannte „Delaney-Clause“ ein Nullrisiko in dem Sinne gefordert, dass im Tierversuch krebserzeugende Stoffe aus Vorsorgegründen gänzlich zu verbieten sind. In den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde diese Klausel für Lebensmittelzusätze aufgestellt und in den 90er Jahren auch für Pestizide diskutiert (WILLIAMSON und HULPKE, 2000a). CURRAN (1988) erläutert ausführlich die Geschichte und das Zustandekommen der Delaney-Clause, die Ende der 80er Jahre auch Befürworter fand (O.V., 1989). SHEEHY (1995) verdeutlicht die Fragwürdigkeit der absoluten Anwendung dieser Klausel und fordert a) eine Verknüpfung mit dem de minimis-Gedanken (vgl. oben; JUNG et al., 2000) und b) ein Moratorium in der Anwendung der (in den Konsequenzen nicht hinreichend überdachten) Regelung. In diesem Sinne äußert sich bereits WEISBURGER (1989). VOGT (1992) weist darauf hin, dass die EPA die Delaney-Clause in der Praxis durch die de minimis Regelung ersetzt habe, aber durch gerichtliche Entscheidungen im Jahre 1992 in diesem Vorgehen eingeschränkt würde.

FAZIT: Dem Minimierungsgebot auch für krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz wird aus unserer Sicht dadurch hinreichend Rechnung getragen, wenn das Unterschreiten eines „akzeptablen Risikos“ gefordert wird und wenn auch bei Unterschreiten eines „akzeptablen Risikos“ eine Basisvorsorge erfolgt. Dies setzt voraus, dass dieses „akzeptable Risiko“ auf einem hohen Schutzniveau festgelegt wird. Weitergehendes staatliches Handeln im Sinne von Maßnahmen zur Expositionsreduktion bei sehr kleinen Risiken ist möglicherweise nicht nur aufgrund vom Verhältnismäßigkeitsgrundsatz und von Prioritätsüberlegungen nicht angezeigt, sondern auch verfassungsrechtlich problematisch.

3.8 Bedeutung der Effektschwere

Die Verknüpfung des Vorsorgeprinzips mit dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz (BUNDESRAT, 2000) erfordert es möglicherweise auch, dass die Höhe des akzeptablen und des tolerablen Risikos von der Schwere des beobachteten Effekts abhängig gemacht wird. Bei einer krebserzeugenden Wirkung ist von einem gravierenden negativen Ereignis auszugehen. Bei einem anderen gesundheitlichen Effekt, der einen weniger schweren oder reversiblen Eingriff auf das Wohlbefinden bedeutet (z.B. sensorische Reizung der Atemwege), könnte demnach ein anderes Schutzniveau angezeigt sein.

Derartige Überlegungen erfordern schwierige und noch ungelöste Bewertungen von verschiedenen Gesundheitseffekten durch die gesellschaftlichen Akteure, da sich die Effekte beim Betroffenen subjektiv sehr unterschiedlich darstellen können: so ist die Bedeutung eines chronischen Nierenschadens nicht leicht gegenüber einem bestimmten Krebsrisiko zu differenzieren. Dennoch scheint eine gewisse Gruppierung von Gesundheitseffekten nach dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz erforderlich und könnte die Brücke bilden, um gesundheitsbasierte Arbeitsplatzgrenzwerte mit jeweils akzeptablem Risiko für verschiedene Endpunkte ausweisen zu können (vgl. Abschnitt 8). Ohne dass die Fragestellung auf abstrakter Ebene diskutiert wäre, ist es längst üblich, dass für krebserzeugende Stoffe niedrigere Risiken toleriert werden als für andere Endpunkte, wie sie derzeit z.B. mit Werten nach TRGS 900 oder MAK-Werten eingegrenzt sind.

3.9 Zielgruppendifferenzierung

Die juristische Literatur bietet aus unserer Sicht nur wenige Ansätze dafür, für den Arbeitnehmer ein anderes Schutzniveau in der Höhe eines tolerierbaren oder akzeptierbaren Risikos vorzusehen als dies z.B. für die Allgemeinbevölkerung gewählt würde. Allerdings kann das Populationsrisiko zugleich mit dem durchschnittlichen individuellen Risiko bewertet werden (vgl. Risikobegriff als Schadensausmaß mal Schadenswahrscheinlichkeit) und unter der Annahme, dass bei Umweltrisiken eine größere Anzahl von Personen betroffen sein kann, dort für ein höheres Schutzniveau sprechen. So wird möglicherweise für Gesundheitsrisiken durch Grundnahrungsmittel und Trinkwasser ein nochmals deutlich niedrigeres Gesundheitsrisiko akzeptiert.

Fragwürdig erscheint uns dagegen der Hinweis aus der Literatur, dass Arbeitsplatzrisiken freiwillig in Kauf genommen würden und somit vom Betroffenen ein höheres Risiko zu akzeptieren sei (PAUL und ILLING, 1991). Eine solche Begründung erscheint wirklichkeitsfremd. Die Freiwilligkeit der Berufswahl ist nicht immer hinreichend gegeben und setzt eine nicht realisierte Informationstiefe und nicht gewährleistete individuelle Bewertungsfähigkeit von Gesundheitsrisiken voraus. Wlotzke kommentiert aus arbeitsrechtlicher Sicht entsprechend: „Hier scheint es jedoch bedenklich, dass den Beschäftigten an Restrisiko oft wesentlich mehr zugemutet wird als der Allgemeinheit ... Die Legitimation dafür in der ‚freiwilligen Arbeitsaufnahme‘ oder im Arbeitsverhältnis zu sehen, ist wenig überzeugend.“ (RICHARDI und WLOTZKE, 2000).

Auch der „healthy worker effect“⁶ kann nicht für eine solche Differenzierung des hinzunehmenden Risikos herangezogen werden, weil dieses Argument nur beinhaltet, dass die Risikoberechnung für die Zielgruppe unzutreffend wäre.

Gegen eine zu willkürliche Differenzierung eines zumutbaren Risikos von Gesundheitseffekten am Arbeitsplatz steht das Diskriminierungsverbot beim Vorsorgeprinzip nach Meinung der EU (BUNDESRAT, 2000): „Aufgrund des Vorsorgeprinzips getroffene Maßnahmen müssen so angewendet werden können, dass ein einheitliches Schutzniveau erreicht wird und sich eine willkürliche unterschiedliche Behandlung nicht mit der geographischen Herkunft oder der Eigenheit einer Produktion rechtfertigen lässt. Die Maßnahmen müssen diskriminierungsfrei anwendbar sein.“

3.10 Zusammenfassung

Auf Basis der Auswertung der juristischen Diskussion zu relevanten Begrifflichkeiten verwenden wir im Folgenden folgende Definitionen und schlagen diese für die weitere Umsetzung des Ampelmodells vor:

Als Toleranzschwelle wird der Übergang zu einem nicht mehr hinnehmbaren Risiko für schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit bezeichnet, was zugleich identisch ist mit dem juristischen Begriff der Gefahrenschwelle („hinreichende Wahrscheinlichkeit für einen Schaden“). Bei Überschreiten der Toleranzschwelle befinden wir uns im Gefahrenbereich.

Als Akzeptanzschwelle wird der Übergang zu einem geringen Risiko für schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit bezeichnet, was zugleich identisch ist mit dem juristischen Begriff der Besorgnisschwelle. Bei Überschreiten der Besorgnisschwelle, jedoch Unterschreiten der Gefahrenschwelle, befinden wir uns im Besorgnisbereich.

Als Vorsorge wird bezeichnet

- a) die Berücksichtigung von nicht gesichertem Wissen bei der Abschätzung der Risikoart und -höhe. Vorsorge beinhaltet z.B. die Anwendung von Modellen und Extrapolationsschritten, die in ihrer Methodik und ihrem quantitativen Ergebnis plausibel, jedoch nicht exakt validierbar sind. Die Berücksichtigung von spekulativen Vermutungen über in ihrer Art, Höhe oder Umfang ungewisse, hypothetische gesundheitliche Wirkungen ist nicht durch diesen Vorsorgebegriff abgedeckt.
- b) die Berücksichtigung kleinerer Risiken als die „hinreichende Wahrscheinlichkeit für einen Schaden“ zum Schutz vor Gesundheitsschäden (unterhalb der Gefahrenschwelle). Dieses Element des Vorsorgebegriffs bezieht sich nicht auf die (Un-)Sicherheit in der Abschätzung des Risikos (siehe dazu jedoch a)). Die Berücksichtigung von sehr kleinen („vernachlässigbaren“, „virtuell sicheren“) Risiken ist nicht abgedeckt durch diesen Vorsorgebegriff.

⁶ Healthy worker effect: Das Risiko am Arbeitsplatz ist geringer als bei der Allgemeinbevölkerung, da sich dort aufgrund von Berufswahl und Auslese vornehmlich Personen befinden, die überdurchschnittlich widerstandsfähig gegenüber den hier vorliegenden Gesundheitsgefahren sind.

Die Ermittlung der Grenzen der Vorsorge (beide Aspekte) beinhaltet einen Abwägungsprozess. Dieser Abwägungsprozess ist wesentlich von der Art und Schwere des in Frage stehenden Schadens beeinflusst (Verhältnismäßigkeit).

Als Basisvorsorge werden Maßnahmen bezeichnet, die der Absicherung des niedrigen Risikos dienen, d.h. der Einhaltung der Voraussetzungen für die Risikoabschätzung.

Als Minimierung wird die Erreichung und Einhaltung von einem kleinen Risiko für gesundheitliche Schäden verstanden (Bereich des akzeptablen Risikos). Der Begriff wird bei vorliegenden höheren Risiken dynamisch interpretiert (Aufgabe der Minimierung: Reduzierung auf ein akzeptables Risiko). Bei kleinem Risiko kommt der Minimierung ein konservierender Charakter zu (Aufgabe der Minimierung: Absicherung des kleinen Risikos, z.B. durch Basisvorsorge).

4 Die Bedeutung der Risikokommunikation bei Etablierung und Anwendung des Ampelmodells

4.1 Einführung und Abgrenzung der Fragestellungen

Ist ein durchschnittliches individuelles Unfallrisiko durch explosive Arbeitsstoffe von einem Promille pro Jahr noch tolerierbar, ohne staatlicherseits aktiv zu werden? Ist diese Situation anders zu beurteilen, wenn viele Tausende Arbeitnehmer diesem Stoff ausgesetzt sind oder wenn „nur“ in einem Spezialbetrieb ein solches Risiko besteht. Ändert sich die Entscheidungssituation, wenn es nicht um ein Unfallrisiko geht, sondern um Krebserkrankungen durch am Arbeitsplatz verwendete Chemikalien und damit um ein weit unsichereres, verzögert auftretendes Ereignis?

Im Idealfall stellt das Ampelmodell einen relativ beständigen Maßstab für die Risikobewertung dar. Durch die Einordnung von verschiedenen Risiken in das Farbspektrum von rot bis grün werden die dahinter stehenden Gefährdungssituationen miteinander verglichen. Daraus kann ein Akzeptanzproblem für die Ampel entstehen, wenn eben diese Vergleichsebene auf Grund der unterschiedlichen Risikowahrnehmungen (siehe Abschnitt 3.2) angezweifelt wird oder sich die Einstufungen der Risiken im Laufe der Zeit in der Wahrnehmung ändern.

Das Ampelmodell soll Informationen über Gesundheitsrisiken im Umgang mit Stoffen am Arbeitsplatz liefern und der Verständigung zwischen den Akteuren im Arbeitsschutz über die Dringlichkeit von Schutzmaßnahmen im Umgang mit diesen Stoffen dienen (vgl. auch RUPPRICH, BAUA, 2004). Damit würde die Ampel wichtige Funktionen in der Risikokommunikation wahrnehmen. Risikokommunikation umfasst „alle Kommunikationsprozesse, die die Identifikation, Analyse, Bewertung und das Management von Risiken sowie die dafür notwendigen Voraussetzungen und Beziehungen zwischen den beteiligten Personen, Gruppen und Institutionen zum Gegenstand haben.“ (RISSLAND, 2003).

Daraus ergeben sich folgende zentrale Fragen an die Ausgestaltung und Anwendung des Ampelmodells:

- Welche Einflussfaktoren der Risikowahrnehmung und der Akzeptanz von Risiken sind relevant für das Ampelmodell? Siehe Abschnitt 4.2
- Welche Funktion können Risikovergleiche in der Kommunikation über Risiken auf Ebene der Experten und in der betrieblichen Praxis übernehmen? Wo liegen die Grenzen? Siehe Abschnitt 4.3
- Was ist bei der Gestaltung der Ampel zu berücksichtigen, um deren Glaubwürdigkeit und Etablierung zu fördern? Siehe Abschnitt 4.4

4.2 Wahrnehmung und Akzeptanz von Risiken

Der Charme des Ampelmodells liegt darin begründet, dass es komplizierte Prozesse der Risikobewertung in einem leicht verständlichen Farbschema abbildet. Gleichzei-

tig wird mit der Ampel der hohe Anspruch verbunden, Toleranz- und Akzeptanzschwellen für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz zu definieren und für den Vollzug der neuen Gefahrstoffverordnung für den Arbeitsschutz zur Anwendung zu bringen. Die Akzeptabilität von Risiken wird dabei wesentlich von einer Reihe „intuitiver“ Faktoren der Risikowahrnehmung beeinflusst. So tragen z.B.

- eine hohe wahrgenommene Schrecklichkeit (z.B. bei Krebserkrankungen oder einem großen Katastrophenpotenzial mit vielen Todesfällen),
- die persönliche Betroffenheit (z.B. die Exposition im eigenen Arbeitsplatz)
- negative Auswirkungen auf Kinder (z.B. Übertragbarkeit von Krankheitserregern)

dazu bei, dass sich das subjektiv wahrgenommene Risiko erhöht und die Schwelle für ein akzeptables Risiko sinkt. Dagegen führen

- die persönliche Beeinflussbarkeit und Vertrautheit einer Schadensquelle (z.B. durch gewohnte Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen am eigenen Arbeitsplatz),
- der Nutzen der Schadensquelle (z.B. für den Erhalt des eigenen Arbeitsplatzes aufgrund fehlender Alternativen zu gefährlichen Stoffen) und
- das Vertrauen in die Informationen zum Risikopotenzial (z.B. eindeutige und übereinstimmende Aussagen von glaubwürdigen Personen bzw. Institutionen)

dazu, dass sich das subjektiv wahrgenommene Risiko verringert und die Schwelle für ein akzeptables Risiko steigt (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 1995). In der Konsequenz weichen Laien und Experten häufig in der Beurteilung von Risiken voneinander ab. Damit ist nicht eine unterschiedliche Qualität der Risikobewertung zwischen Experten und Laien gemeint, sondern dass deren Bewertung von anderen Faktoren der Wahrnehmung und durch unterschiedliche Interessenlagen beeinflusst wird. Ganz abgesehen davon, dass die Qualität verschiedener Risikoausagen in Gutachten auch ganz unterschiedlich ausfallen kann und die Sichtweisen zwischen Laien in Abhängigkeit der o.g. Faktoren voneinander abweichen können.

Zusätzlich erschweren vorherrschende Kulturen im Umgang mit Risiken das Erreichen einer einheitlichen Vorstellung davon, welche Risiken als akzeptabel betrachtet werden können. Die Vorstellung eines Null-Risikos lässt sich zwar nicht realisieren, wird aber über Politik und Medien in Deutschland immer wieder suggeriert (NIES, 2003).

Außerdem ist es hilfreich, dass im Rotbereich im Grundsatz keine Diskussion mehr stattfindet, ob nicht für diesen einen Stoff doch das hohe Gesundheitsrisiko tolerierbar sei, z.B. wegen seiner besonderen wirtschaftlichen Bedeutung und der schwierigen technischen Beherrschbarkeit. Allerdings soll auch die Entlastungssituation im Grünbereich ebenfalls nicht stoffspezifisch aufgeweicht werden. Wegen der oben erwähnten kulturellen Fixierung auf ein Null-Risiko besteht daher eine Tendenz, die Aufmerksamkeit auf Grün-Gelb-Schwelle in der Ampel zu richten, obwohl die Gelb-Rot-Schwelle die strategisch Wichtigere ist, weil sie auf die prioritäre Auseinandersetzung mit den in der Praxis besonders gravierenden Risiken zielt.

Sollte mit dem Ampelmodell der Versuch unternommen werden, ein gesundheitliches Risiko am Arbeitsplatz abschließend als tolerabel oder akzeptabel zu definieren, kann diese Botschaft bei einigen Zielgruppen Reaktanz (psychologischen Wider-

stand) auslösen, wenn sie nicht mit deren intuitiven Einschätzungen übereinstimmt (WIEDEMANN, 2000). Da die Ampel in der Bewertung von einem rechnerischen Durchschnittsrisiko - also einer abstrakten Größe - ausgeht, kann sie die oben genannten individuell-subjektiven Einflussfaktoren für Risikowahrnehmung und -akzeptanz gar nicht befriedigend berücksichtigen. Ein zusätzliches Erkrankungsrisiko von 1% in der Lebenszeit ist kaum einzuordnen, wenn nicht ein Vergleich zu einem bekannten Risiko zur Verfügung steht. Einige Beispiele von Risiken, die für solche Vergleiche herangezogen werden können, finden sich im Anhang 6. Abschnitt 4.3 enthält Hinweise darauf, auf was bei solchen Risikovergleichen geachtet werden sollte, wenn sie in Prozessen der Risikokommunikation eingesetzt werden.

4.3 Zum Gebrauch von Vergleichen in Risikokommunikation

Die deutsche Risikokommission hält Verfahren zur vergleichenden Risikobewertung für ein systematisches Vorgehen bei der Risikoregulation für unverzichtbar, äußert aber zugleich Vorbehalte gegen die Kommunikation von Vergleichen mit Risikobezug: „Risikovergleiche in der öffentlichen Risikokommunikation sind fragwürdig. Für eine rationale Prioritätensetzung beim Einsatz öffentlicher und privater Mittel zur Risikominderung oder -vermeidung sind sie aber essentiell.“ (RISIKOKOMMISSION, 2003)

Genau in diesem Spannungsfeld bewegt sich auch das Ampelmodell: Als Verständigungsinstrument zwischen den handelnden Akteuren bietet es Chancen, zu realistischen und gemeinsam getragenen Einschätzungen stofflicher Risiken zu gelangen sowie sich über angemessene und effektive Konsequenzen für das Risikomanagement zu verständigen. Risikovergleiche werden dabei benötigt, um wesentliche Informationen zur Prioritätensetzung und Gefährdungsabschätzungen zu liefern. Für die öffentliche Kommunikation erscheint das Ampelmodell jedoch dann nur eingeschränkt geeignet, wenn die Bewertung von stoffspezifischen Risiken in der Ampel nicht der subjektiven Wahrnehmung einiger Akteure entspricht oder diese Wahrnehmung zu relativieren versucht (vgl. Abschnitt 4.2). Es sollte darauf geachtet werden, dass der Grad des Wissens über das jeweilige Risiko in den Vergleichsfeldern mit betrachtet und offen gelegt wird. Dann ist es leichter, gemeinsame Beurteilungsmaßstäbe über die Möglichkeiten und Grenzen der angewendeten Vergleiche zu gewinnen.

Bei Verwendung von Risikovergleichen steigen je nach Funktion damit die zielgruppenspezifischen Ansprüche an eine angemessene Kommunikation: Während ein Vergleich zur Veranschaulichung von Größenverhältnissen noch relativ einfach zu handhaben ist, erfordert z.B. die Information über Unsicherheiten und Entscheidungskriterien im Risikomanagement zusätzliche Voraussetzungen und Bedingungen an die Transparenz und Verfahrensgestaltung zur Ableitung und Anwendung der Vergleiche (siehe hierzu FEMERS, 2003).

COVELLO et. al (1988) haben für verschiedene Vergleichstypen für Risikoarten Kategorien gebildet und diese hinsichtlich ihrer Akzeptanz für die öffentliche Risikokommunikation in folgende Rangfolge gebracht: 1. Wahl (meistens akzeptabel) bis 5. Wahl (äußerst selten akzeptabel, extrem vorsichtig verwenden).

Risikovergleiche 1. Wahl

- Vergleiche des gleichen Risikos zu zwei verschiedenen Zeitpunkten
- Vergleiche mit einem Standard
- Vergleiche verschiedener Schätzungen des gleichen Risikos

Risikovergleiche 2. Wahl

- Vergleiche des Risikos bei der Durchführung bzw. Nicht-Durchführung einer Maßnahme
- Vergleiche alternativer Lösungen für das gleiche Problem
- Vergleiche mit dem gleichen Risiko an anderen Orten

Risikovergleiche 3. Wahl

- Vergleiche eines durchschnittlichen Risikos mit einem Spitzenrisiko an einem bestimmten Ort oder Zeitpunkt
- Vergleiche der Gefährdung durch eine bestimmte Risikoquelle mit der Gefährdung durch alle Risikoquellen, die zu dem in Frage stehenden Schaden führen können

Risikovergleiche 4. Wahl

- Vergleiche von Risiken mit Kosten oder eines Risiko/Kosten-Verhältnisses mit einem anderen
- Vergleiche von Risiko und Nutzen
- Vergleiche von beruflichen Risiken mit Umweltrisiken
- Vergleiche mit anderen Risiken, die von der gleichen Quelle ausgehen
- Vergleiche mit anderen spezifischen Ursachen der gleichen Erkrankung

Risikovergleiche 5. Wahl

- Alle Vergleiche, die sachfremd sind oder gegen Legitimationsgrundsätze von Laien verstoßen
- Insbesondere Vergleiche von Risiken, die in keiner Beziehung zueinander stehen

Johnson kritisiert in diesem Zusammenhang, dass bisher kaum empirische Untersuchungen zur Wirkung von Risikovergleichen auf die individuelle Risikowahrnehmung vorliegen. In einigen Fallstudien konnte aber gezeigt werden, dass die Gestaltung von Risikoinformationen (mit bzw. ohne Verwendung von Risikovergleichen) nur geringe Effekte auf die Bewertung der Risiken durch die jeweiligen Zielgruppen hatte. Mit Blick auf die Akzeptabilität dieser Risiken variierte die individuelle Präferenz für die verwendeten Vergleichstypen dagegen erheblich. Daraus folgt, dass die oben stehende Rangfolge für die Risikokommunikation nicht allgemein gültig sein kann (vgl. JOHNSON, 2004a,b), jedoch eine Orientierung bietet.

Für die Auswahl von geeigneten Risikovergleichen wird daher empfohlen, sich an folgenden Fragestellungen zu orientieren:

- Worin besteht die Funktion des Risikovergleichs?
- In welcher Hinsicht sind sich die Risiken ähnlich, die verglichen werden? Und in welcher Hinsicht nicht?
- Basieren die Vergleiche auf Risikodaten, deren wissenschaftliche Grundlage vergleichbar ist?

Für den Umgang mit Risikovergleichen und deren Einsatz in konkreten Kommunikationssituationen dienen diese Hinweise (vgl. WIEDEMANN, 2000):

- Vergleiche sind nur sinnvoll, wenn kein Misstrauen zwischen den Akteuren vorhanden ist, die sie anwenden wollen

- Vergleiche sind nur angemessen, als Orientierungshilfe für Prioritätensetzungen und Gefährdungsabschätzungen eingesetzt werden. Sie eignen sich nicht für die Akzeptanzbeschaffung für in der Öffentlichkeit kontrovers diskutierte Verfahren oder Technologien
- Vergleiche sollten, bevor sie kommuniziert werden, vorab getestet werden (Wie wird der Vergleich und deren Konsequenzen für Prioritätensetzungen und die Gefährdungsbeurteilung bei verschiedenen Akteuren verstanden?)
- Vergleiche sollten nie die zentrale Botschaft sein. Im Vordergrund sollte die Kommunikation der Chancen und Risiken für die Gesellschaft und die Betroffenen stehen. Der Vergleich sollte dann als Orientierungshilfe zur Erreichung einer größeren Verständlichkeit der Konsequenzen des auf der Gefährdungsbeurteilung basierenden Risikomanagements dienen.

Zum besseren Verständnis sind im Anhang 6 verschiedene Beispiele für Risikovergleiche mit Zahlenmaterial und Beschreibungen aufgeführt. Letztlich findet eine vergleichende Bewertung aber nur dann Akzeptanz, wenn Risiken aus vergleichbaren Kategorien herangezogen werden können. Da diese Einstufung aber dynamisch ist, sich somit sehr schnell ändern kann und stark von der Perspektive des Betrachters (vgl. Abschnitt 4.2) abhängt, sind geeignete Vergleiche nur schwer zu finden. Hinzu kommt, dass für die Festlegung der Akzeptanz- und Toleranzschwelle im Ampelmodell die Bewertungsgrundlagen über einen längeren Zeitraum Bestand haben sollten.

Für die öffentliche Risikokommunikation müssen aber auch nicht die mit der Akzeptanz- und Toleranzschwelle verbundenen Risikohöhen im Fokus stehen, wenn stattdessen deutlich gemacht wird, welche Verbesserungen sich mit dem Ampelmodell im Arbeitsschutz erreichen lassen und welche Konsequenzen mit den verschiedenen Farbbereichen verbunden sind.

4.4 Schwierige Begründung des Ampelmodells

In der Konzeption des Ampelmodells stellen sich folgende zentrale Fragen:

- Welche Risikohöhen sollen für die Akzeptanz- und Toleranzschwelle festgelegt werden?
- Wie wird das stoffspezifische Risiko berechnet, um es den Farbbereichen in der Ampel zuordnen zu können?
- Welche Konsequenzen sind mit einer Farbuordnung im Ampelmodell für Maßnahmen des Risikomanagements verbunden?

Die erste Frage berührt einen kritischen Punkt in der Risikodebatte: Das im Arbeitsschutz bisher vorliegende Verständnis des Minimierungsgebots für stofflich bedingte Risiken und die Zielaussage der Beherrschbarkeit stofflicher Risiken über den Einsatz bestmöglicher technischer Schutzmechanismen (Stand der Technik) suggerierten mindestens eine Annäherung an das Nullrisiko. Dagegen machen schon die Begriffe Toleranz und Akzeptanz das Eingeständnis der Existenz realer Risiken deutlich und zielen auf eine Situation, die über dem gewünschten Nullrisiko liegen wird.

Die Festlegung der Akzeptanz- und Toleranzschwelle sowie die Ableitung von AGW kann zu einer konstruktiven Auseinandersetzung darüber führen, in welchen Berei-

chen und bei welchen Stoffen unsere Gesellschaft sich welches Ausmaß möglicher Schäden der Gesundheit leisten will. Diese Festlegungen sind zwar politisch motiviert und nicht wissenschaftlich eindeutig begründbar, bedürfen aber einer für alle an dieser Debatte zu beteiligenden Akteure nachvollziehbaren Herleitung, wenn sie als Grundlage für eine konstruktive Debatte über Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten dienen sollen. Hierzu kann man sich am Vorgehen in anderen Regelungsbereichen oder anderen Ländern orientieren sowie entsprechende Werte durch Vergleiche mit anderen Risiken ermitteln (vgl. Abschnitt 8). Damit werden quantitative Risikobeschreibungen zwar verständlicher, indem sie helfen die Bedeutsamkeit eines Risikos besser zu vermitteln. Allerdings werden diese Vergleiche nicht akzeptiert, wenn sie gegen die intuitive Risikowahrnehmung (vgl. Abschnitt 4.2) verstoßen. Dies wird insbesondere dann der Fall sein, wenn es nicht gelingt, die Konsequenzen verschiedener Risikohöhen für die Akzeptanz- und Toleranzschwelle aufzuzeigen, so dass die zentralen Akteure im Arbeitsschutz Vor- und Nachteile einer bestimmten Festlegung gegenüber dem Status Quo im Risikomanagement aus ihrer Sicht abwägen können.

Bei der zweiten Frage nach den Berechnungsgrundlagen für stoffspezifische Risiken existieren für bestimmte Stoffe erhebliche Unsicherheiten in der Methodik und der Bewertung, so dass die Relevanz der Ergebnisse in der Regel zwischen den Akteuren im Arbeitsschutz umstritten ist. Dieses Dilemma wird sich nicht alleine dadurch lösen lassen, indem die Hauptverantwortung für die Ausgestaltung des Ampelmodells der Wissenschaft auferlegt wird. Die Erkenntnisse aus dem Risikodialog zum Mobilfunk in der Schweiz machen deutlich, dass ein wissenschaftlicher Streit über Risikohöhen zu einer schwer überwindbaren Konfliktfront führen, während eine Diskussion über einen akzeptierten Umgang mit Unsicherheiten konstruktive Perspektiven auch für die individuelle Risikowahrnehmung eröffnen könnte (vgl. STIFTUNG RISIKO-DIALOG, 2004). Für das Ampelmodell müssen sich daher die handelnden Akteure im Arbeitsschutz auf bestimmte Konventionen bzw. Regeln einigen, nach denen die Wissenschaft dann geeignete Instrumente (weiter) entwickelt, um stoffspezifische Risiken zu berechnen. Erst danach kann eine Einordnung in die Ampelfarben erfolgen, die nicht gleich wieder in Frage gestellt wird (siehe hierzu die Ausführungen in Abschnitt 7.2).

Die erforderlichen Entscheidungen der Politik werden erst ermöglicht, wenn zentrale gesellschaftliche Akteure das Ampelkonzept, die Festlegung der Akzeptanz- und Toleranzschwelle sowie die Methodik zur Entwicklung der gesundheitsbasierten Grenzwerte nach außen hin gemeinsam mittragen. Dabei müssen auch die bestehenden Unsicherheiten kenntlich gemacht und offen kommuniziert werden, damit die Glaubwürdigkeit der Risikoaussagen nicht gefährdet werden, wenn sich durch neue Erkenntnisse die Einordnung von Expositionen gegenüber Stoffen in der Ampel verändert (SCHÜTZ und WIEDEMANN, 2003).

Hinsichtlich der dritten Frage ist zu betonen, dass die Begründung des Ampelmodells insgesamt leichter fällt, wenn nicht die abstrakte Risikozahl alleine im Vordergrund steht, sondern die Farbbereiche der Ampel auch durch die Konsequenzen für das Risikomanagement näher charakterisiert werden:

- Rot: Risiko ist nicht mehr tolerierbar – Arbeitsschutzmaßnahmen haben Vorrang
- Gelb: Risiko ist unerwünscht – Über aktives Risikomanagement verständigen
- Grün: Risiko ist hinnehmbar, wenn das aktuelle Schutzniveau gehalten wird.

4.5 Schlussfolgerung

Eine vergleichende Risikobewertung scheint nach den Ausführungen der Abschnitte 4.2-4.4 geeignet, um damit eine dauerhafte Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen begründen zu können, wenn bestimmte Nebenbedingungen beachtet werden. Die Unterschiede von Risikotypen und das Ausmaß von Unsicherheiten in der Bewertung sollten nicht durch Risikovergleiche verdeckt werden (vgl. SCHÜTZ et al., 2003). Vor allem aber dürfen Risikovergleiche nicht dem Versuch einer Verharmlosung unterliegen. Es ist daher unbedingte Voraussetzung bei Einführung der Ampel, gleichzeitig die Absicht zu kommunizieren, Krebsrisiken am Arbeitsplatz in einem definierten Umfang in einer Güterabwägung hinnehmen zu wollen. Dies stellt gegenüber dem Ist-Zustand keine Verschlechterung da, auch wenn mit dem Stichwort „Minimierung“ kein Nullrisiko mehr gefordert wird. Trotz des lange bestehenden Minimierungsgebots und dem Postulat, dass TRK-Werte mit Weiterentwicklung der Technik abzusenken sind, erfolgt im Status Quo keine effektive Reduktion der Belastungssituation. Faktisch werden derzeit relevante Krebsrisiken hingenommen (vgl. Abschnitt 5.1.5.1). Dem ist ein Nutzen eines veränderten Konzepts gegenüberzustellen, das folgende Zielsetzungen verfolgt

- eine gemeinsame Entwicklung adäquater Maßnahmen zur Risikoreduzierung durch alle beteiligten Akteure,
- eine Fokussierung auf die nach der Risikobewertung als besonders gefährlich geltenden Expositionen beim Umgang mit Stoffen und damit
- eine Effektivitätssteigerung im Arbeitsschutz.

Risiken für Krebserkrankungen durch andere Faktoren (etwa Strahlung, Ernährung, übliches Hintergrundrisiko ohne spezifische Belastungen) können eine Orientierung für die Risikohöhen der Akzeptanz- und Toleranzschwelle im Ampelmodell darstellen. Ebenfalls hilfreich zur Einordnung eines absolut hohen oder eines absolut niedrigen Risikos sind Vergleiche zu bekannten Risiken wie z.B. für einen Blitzschlag oder dem Risiko für einen Autounfall (siehe Anhang 6), auch wenn die Vergleichbarkeit aus mehreren Gründen eingeschränkt ist. Zur eigenen Positionsbildung ist es unerlässlich, über die Landesgrenzen hinaus zu schauen. Was bezeichnen die Engländer, Amerikaner oder Schweizer als tolerierbares/nicht tolerierbares Risiko in welchem Regelungszusammenhang? Hierzu werden in Abschnitt 5 verschiedene Informationen zusammengetragen und berichtet. Aus diesen aggregierten Quellen kann sich eine Basis für die nationale Diskussion zur Festlegung der Übergänge und Zuweisung der Ampelfarben ergeben.

Für die weitere Konkretisierung des Ampelmodells müssen Verfahren entwickelt werden, die eine zunächst nur optional vorgenommene Festlegung der Akzeptanz- und Toleranzschwelle ermöglichen. Damit könnte erreicht werden, dass in der Debatte um das weitere Vorgehen nicht vorrangig um die „richtigen“ Risikohöhen und -vergleiche gestritten wird, sondern dass die handelnden Akteure gemeinsam Konsequenzen einer bestimmten Festlegung überprüfen. Als Ergebnis könnte dann ggf. das Ampelmodell nochmals nachjustiert und Empfehlungen für die politische Umsetzung erarbeitet werden. Bei Gestaltung dieses Prozesses sind folgende Kriterien zentral:

1. Transparenz und verständliche Information,
2. Kommunikation mit Interessengruppen und Öffentlichkeit,

3. Fairness, Kompetenz und gegenseitiges Vertrauen der beteiligten Akteure (vgl.: STIFTUNG RISIKO-DIALOG, 2004; SCHÜTZ et al., 2003).

Die Chancen und Voraussetzungen für einen Dialog über die Ausgestaltung und vor allem der Konsequenzen des Ampelmodells werden im Rahmen der sondierenden Gespräche mit wichtigen Akteuren im Arbeitsschutz erkundet (siehe Abschnitt 6) und im Hinblick auf eine erfolgreiche Risikokommunikation ausgewertet (siehe Abschnitt 7.2).

Der vorliegende Bericht hat in den Abschnitten 3 bis 5 Informationen zusammengetragen, die als fachliche Grundlagen für die Festlegung der Akzeptanz- und Toleranzschwelle dienen. Auf dieser Basis könnten verschiedene Szenarien für die weitere Ausgestaltung des Ampelmodells diskutiert und für die politische Entscheidungsfindung ausgewertet werden.

5 Akzeptables und tolerables Risiko: derzeit eingesetzte Konzepte zur Differenzierung der Risikohöhe

5.1 Arbeitsschutz (Chemikalien)

5.1.1 Arbeitsplatzgrenzwerte in Großbritannien

In Großbritannien wurde bis 2004, ähnlich wie in Deutschland, zwischen 2 Arten von Arbeitsplatzgrenzwerten unterschieden: OEL (occupational exposure limits) waren unterteilt in OES („occupational exposure standard“) als gesundheitsbasierter Grenzwert ähnlich dem deutschen MAK-Wert, und MEL („maximum exposure limit“) für Kanzerogene oder andere Arbeitsstoffe, bei denen kein Schwellenwert abgeleitet werden kann oder bei denen ein gesundheitsbasierter Grenzwert (OES) nicht eingehalten werden konnte. Neuerlich wurde dieses System abgelöst durch eine neue Philosophie, die von einem einzigen Arbeitsplatzgrenzwert WEL (Workplace Exposure Limit) ausgeht. Im Folgenden werden beide Systeme im Bezug auf die Zuordnung von Maßnahmen zu Risikokategorien eingeordnet.

Das „alte“ System mit OES und MEL

Die britische „Health and Safety Executive“ (HSE) veröffentlichte 2001 die Schrift „Reducing Risk, Protecting People“ (HSE, 2001), die zwar speziell unter dem Blickwinkel des Arbeitsschutzes gesehen werden kann, die jedoch auch einen wesentlich allgemeineren Ansatz des Umgangs mit Risiko beinhaltet. Die Diskussion baut auf einer Schrift zum Umgang mit Risiken bei Kernkraftwerken von 1988 bzw. 1992 auf (HSE, 1992; siehe Abschnitt 5.2.2), weitet sie jedoch zu einem generellen Rahmen des Risikomanagements aus. Darin findet das Ampelkonzept bei der Auswahl von Risikomanagementoptionen (Schritt 4 eines 6-Stufen-Entscheidungsplans) Anwendung. Es handelt sich um verschiedenartige Risiken, die am Arbeitsplatz auftreten können (z.B. auch Anlagensicherheit) und für die mit der Orientierung am Ampelkonzept ein einheitliches Schema bereitgestellt wird. **Abb. 5.1** zeigt die Einordnung der Arbeitsplatzgrenzwerte in diese Ampel.

Das Ampelkonzept illustriert somit das Entscheidungsproblem und setzt Zäsuren. HSE betrachtet sowohl individuelles wie gesellschaftliches Risiko unter diesem Maßstab:

- Als nicht akzeptables Risiko („unacceptable region“) wird der Bereich angesehen, in dem unabhängig von der Höhe des Nutzens das Risiko zu hoch ist. Nur wenn entscheidende Maßnahmen getroffen werden, die das Risiko deutlich absenken (in den Gelb- oder Grünbereich), kann ein bestimmter Umgang beibehalten werden.
- Als weitestgehend akzeptables Risiko („broadly acceptable region“) wird der untere Bereich (Grünbereich in der Terminologie des Ampelkonzepts) bezeichnet. In diesem Bereich würden in die Risiken allgemein als geringfügig („insignificant“) und hinreichend kontrolliert angesehen. Dementsprechend wird hier behördliches Handeln als nicht erforderlich eingeschätzt. Dennoch könnten noch gesetzliche Auflagen zu beachten sein oder es sinnvoll sein, dass der verantwortliche Betrieb praktikable Maßnahmen zur weiteren Risikoreduktion trifft.

- Der gelbe Bereich wird als „tolerable region“ bezeichnet. Hier findet die Kosten-/Nutzenabwägung statt. Risikoreduktionen sind im Rahmen der Technik erforderlich („as low as reasonably practicable“; ALARP-Prinzip) und iterative Überprüfungen dieses Standes sind erforderlich. Die Abschätzung des Risikos muss dem Stand der Wissenschaft entsprechen (HSE, 2001).

Zur Quantifizierung dieser Grenzen werden einige Hinweise gegeben, die vor allem für die Anlagensicherheit Bedeutung haben:

- Das Risiko für tödliche Unfälle sei auch in den gefährlichsten Industriezweigen niedriger als ein individuelles Risiko von 1:1000/Jahr für Arbeitnehmer. Als Beispiele werden folgende berufliche jährliche Risiken für tödliche Unfälle genannt:
 - Landwirtschaft (ohne Hochseefischerei): 1: 12.984;
 - Bauwirtschaft: 1: 21.438;
 - Bergbau (ohne Gas-/Ölgewinnung auf See): 1: 14.564.
- Das Risiko für die Öffentlichkeit, die aus Gründen übergeordneter Interessen einer Belastung ausgesetzt sind, sei kleiner als 1:10.000. Als Beispiel wird die Verwendung von Gas in Haushalten erwähnt. Das hiermit verknüpfte jährliche Risiko für Todesfälle (Explosion, Feuer, Kohlenmonoxidvergiftung) in Großbritannien läge bei 1:1.510.000 und sei damit weitgehend akzeptabel („broadly acceptable“).
- In einigen Fällen sei eine explizite Quantifizierung von nicht akzeptierbarem oder tolerierbarem Risiko nicht erforderlich, da in Gesetzeswerken oder Leitlinien äquivalente Einordnungen vorgegeben seien,
- HSE glaubt, dass ein individuelles Risiko von 1:1.000.000 pro Jahr sowohl für Arbeitnehmer wie für die Öffentlichkeit einem sehr niedrigem Risikoniveau entspricht und dass dieses zur Grenzziehung zwischen „broadly acceptable“ und „tolerable“ (grün und gelb) herangezogen werden sollte. Als Begründung zieht HSE das übliche Risiko durch andere Aktivitäten heran (vgl. Anhang 6) und demgegenüber das genannte Zusatzrisiko sehr klein sei. Man solle in diesem Zusammenhang sich auch den vermutlich vorliegenden Nutzen vor Augen halten, der diesem niedrigen Risiko gegenüberstehe.
- Der Übergang von „tolerable“ nach „unacceptable“ (gelb nach rot) wird als schwieriger in der Quantifizierung angesehen. Hier müsse im Allgemeinen eine Abwägung zwischen Individualrisiko und Kollektivrisiko getroffen werden, wobei beide Komponenten zu anderen Bewertungen führen könnten. Dennoch übernimmt HSE aus der Diskussion um die Annehmbarkeit von Risiken von Kernkraftwerken die Empfehlung, sich an einem individuellen zusätzlichen Risiko für tödliche Effekte von 1:1000/Jahr am Arbeitsplatz bzw. 1:10.000/Jahr (Öffentlichkeit) zu orientieren. Mit dieser Differenzierung greift HSE vermutlich auch die Begründung auf, wie sie z.B. für Arbeiten in Kernkraftwerken, herangezogen wurde. Hierzu schreibt ILLING (PAUL und ILLING, 1991): „Because individuals have a choice, however limited, in whether to work in the place where they work and the type of work they undertake, occupational exposure can be considered to be, at least in part, a ‘voluntary’ activity. Hence slightly higher risk levels are regarded as ‘negligible’ or ‘tolerable’ than for an involuntary activity“.

- Für bestimmte Störfallszenarien schlägt HSE vor, auch das kollektive Risiko eines Unfalls mit Todesfolge zu beachten (vgl. Abschnitt 5.6.3)
- Für Chemikalien am Arbeitsplatz, für die ein gesundheitsbasierter Grenzwert als OES ausgewiesen und eingehalten werden kann (dieser Wert wird unter Berücksichtigung von Extrapolationsfaktoren abgeleitet), wird das korrespondierende Risiko mit diesem Wert als „minimal“ eingeschätzt. Entsprechend sei eine Exposition in Höhe des OES nahe bei oder sogar im grünen Bereich (siehe **Abb. 5.1**). Gewisse Überschreitungen lägen somit im tolerierbaren (gelben) Bereich.
- Für krebserzeugende oder andere Arbeitsstoffe, bei denen kein Schwellenwert abgeleitet werden kann oder bei denen ein gesundheitsbasierter Grenzwert (OES) nicht eingehalten werden könnte, wird ein MEL ausgewiesen, der sich am Stand der Technik orientiert: die Aktivität, für die eine Expositionsbegrenzung am schwierigsten ist, wird dabei zum Maßstab genommen. Eine Überschreitung des MEL ist grundsätzlich nicht zulässig und eine möglichst deutliche Unterschreitung wird gefordert. Es wird präzisierend angegeben, dass eine Überschreitung des MEL den Übergang zum roten Bereich darstelle. Diese Definition stimmt nicht mit einer früheren Aussage von PAUL und ILLING (1991) überein, der einen MEL in der Regel „somewhere in the region of ‚tolerable‘ risk“ sieht. TOPPING (2001) wiederum gibt an, dass der MEL „at the upper boundary of the tolerability“ liege (siehe auch **Abb. 5.1**).
- OES und MEL werden jedoch nicht nach den oben genannten Risikoquantifizierungen ausgerichtet (also entspricht das Risiko bei einem MEL nicht notwendigerweise einem individuellen Risiko von 1:1000/Jahr). TOPPING (2001) verweist darauf, dass MELs Konzentrationen von Arbeitsplatzchemikalien darstellen, die bei Einsatz einer „good occupational hygiene practice“ erreichbar seien. Die Health and Safety Commission vertraue darauf, dass dieser Ansatz einer mathematischen Quantifizierung des Risikos vorzuziehen sei, die eine scheingenaue Berechnung liefern würden. Zur Risikoquantifizierung bei Kanzerogenen wird ausgeführt: „there are normally no data to allow the selection of a particular model on the basis of biological relevance. Depending on the model fitted to the dose-response data, estimates of risk at doses below the experimental data may vary by up to four orders of magnitude.“ (vgl. auch **Abb. 5.10** zu dieser Thematik).

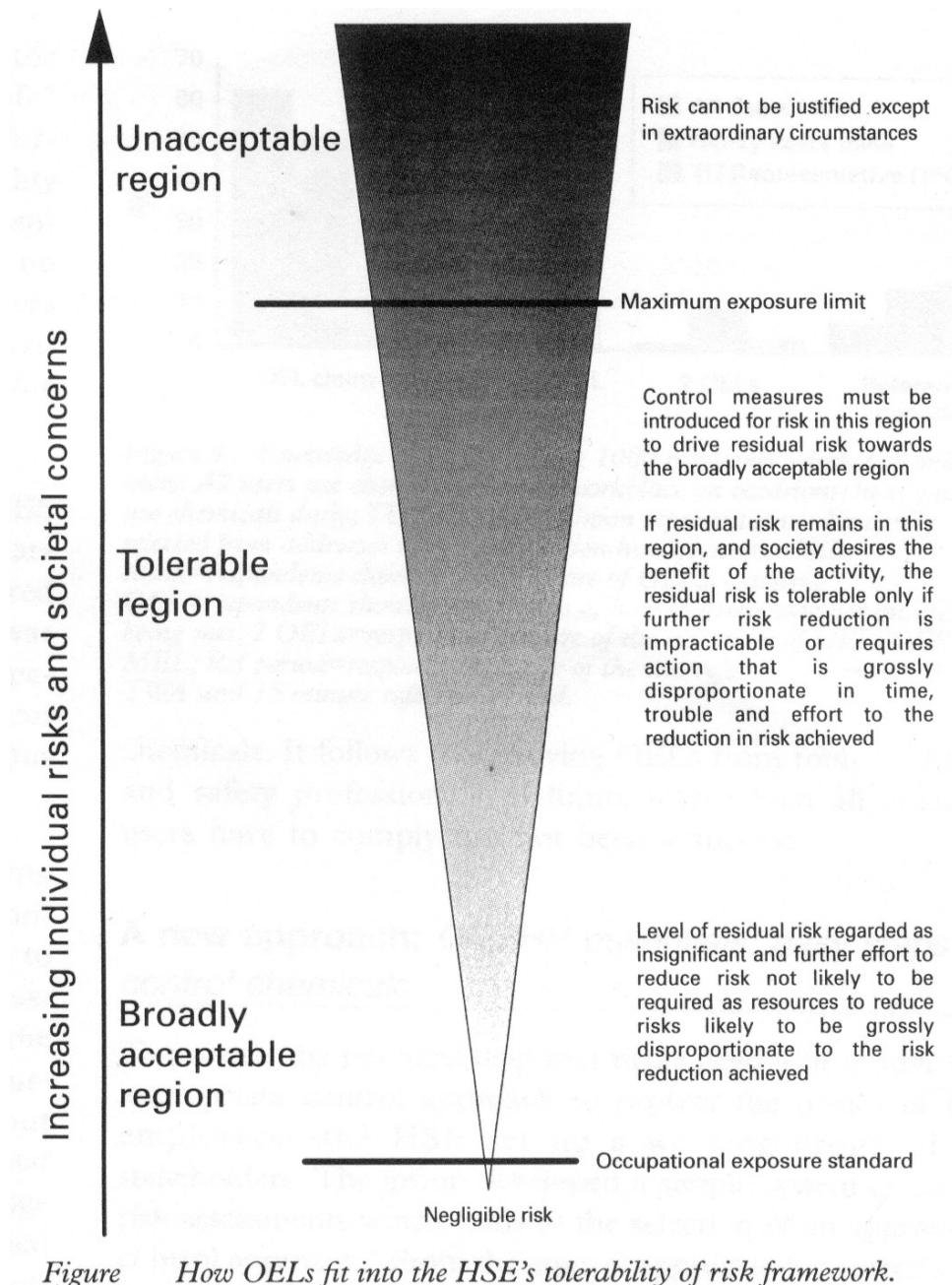


Abb. 5.1 Einordnung der „alten“ Arbeitsplatzgrenzwerte in ein Ampelmodell in England (aus: TOPPING, 2001) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © BMJ Publishing Group)

Anmerkung: Occupational exposure standard = OES; Maximum exposure limit = MEL

Das „neue“ System der WEL (HSC, 2003)

Das neue System der „workplace exposure limits“ (WEL) ist eingleisig: Ein WEL darf nicht überschritten werden. Dieser Wert ist gesundheitsbasiert: „For many chemicals we can be 99% certain that the vast majority of people will not suffer any harm at the WEL, but at the other end of the spectrum there may be considerable uncertainties.“. Aufgrund der Unsicherheiten und weil häufig keine Grenzwerte existieren, werden grundsätzlich für alle Stoffe Schutzmaßnahmen aufgrund der Stoffeigenschaften vor-

gesehen, bei deren Einhaltung keine Gesundheitsgefahren auftreten sollten („Principles of good practice“). Für krebserzeugende Substanzen gelten diese Prinzipien in verschärfter Weise in Verbindung mit dem Grundsatz: „as low as reasonably practicable (ALARP)“.

In Bezug auf das Ampelkonzept liegen noch keine Aussagen vor, die eine eindeutige Zuordnung zulassen. Die qualitativen Beschreibungen zeigen jedoch, dass sich die Definition von MEL und WEL (krebserzeugende Substanz) nicht unterscheiden und dass die WELs für nicht-krebserzeugende Substanzen in ähnlicher Höhe wie die ehemaligen OES anzusiedeln sind (vgl. **Abb. 5.1**). Durch die Vorgabe, dass WELs nicht überschritten werden dürfen und durch die zusätzliche verbindliche Anwendung von Schutzmaßnahmen aufgrund der stoffinhärenten Eigenschaften liegt die Exposition bei oder unter diesen Arbeitsplatzgrenzwerten für nicht-krebserzeugende Substanzen (und damit nach der Einordnung von TOPPING (2001) im grünen Bereich).

Eine Quantifizierung des Risikos bei Kanzerogenen wird mit diesem Ampelmodell nicht möglich.

FAZIT: Das in England angewandte Ampelkonzept soll eine integrierende Funktion zur Beurteilung unterschiedlicher Risiken am Arbeitsplatz bieten. Das Modell der HSE konkretisiert den Grundgedanken der am Gesundheitsrisiko orientierten Dringlichkeitsstufung von Maßnahmen und entspricht somit den Vorstellungen, wie sie auch im Arbeitsschutz in Deutschland bestehen. In der Verknüpfung mit der „good occupational hygiene practice“ werden ohne Messung Arbeitsschutzmaßnahmen vorgeschlagen und an Expositionsszenarien orientiert, wie sie auch im deutschen Schutzstufenkonzept und den „Verfahrens- und Stoffspezifischen Kriterien“ (VSK) geplant sind (vgl. BAUA, 2005). Insofern hat das Vorgehen der HSE Beispielcharakter. In der Umsetzung des Ampelmodells in Großbritannien zeigen sich jedoch verschiedene Probleme:

- Durch die Ausklammerung von quantitativen Risikoberechnungen für krebserzeugende Stoffe wird die Anwendung eines differenzierten Ampelmodells in einem wichtigen Bereich zurückgenommen
- Ferner ergibt sich eine relevante Unklarheit, indem die früheren MEL („maximum exposure limits“) unabhängig von der konkreten Expositionshöhe in einigen Veröffentlichungen an der Grenze zum Rotbereich angesiedelt werden: damit vermischen sich unglücklicherweise Prinzipien der Risikoquantifizierung mit Fragen zu Konsequenzen aus Grenzwertüberschreitungen.
- Die vor allem für die Anlagensicherheit ausgewiesenen Risiken an der Schwelle zur Intolerabilität folgen dem Vorgehen im Strahlenschutz und haben damit den Nachteil, dass die dort vorliegenden (geschichtlich begründeten) Inkonsistenzen und daraus resultierenden sehr hohen noch tolerierten Risiken (zusätzliches Lebenszeitrisko auf Berufsdauer bezogen: 4×10^{-2}) auf weitere Regelungsgebiete übertragen werden.
- Die Zulassung eines höheren Risikos für beruflich Beschäftigte im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung ist nicht selbstverständlich und bedarf einer differenzierteren Begründung als sie gegenwärtig in Großbritannien geliefert wird.

5.1.2 Arbeitsplatzgrenzwerte in den Niederlanden

Für eine bestimmte Gruppe von Kanzerogenen am Arbeitsplatz wird vom „Dutch Expert Committee on Occupational Standards“ (DECOS) in den Niederlanden ein Ampelmodell eingesetzt (DECOS, 1995): Kanzerogene werden in gentoxische (Kategorie I) und nicht-gentoxische (Kategorie II) krebserzeugende Stoffe unterteilt. Kategorie I-Kanzerogene werden wiederum differenziert nach Subkategorie Ia und Subkategorie Ib. Für Subkategorie Ia werden stochastische Prozesse als maßgeblich unterstellt (direkte DNA-Bindung der Muttersubstanz oder von Metaboliten mit dem möglichen Erfolg einer irreversiblen DNA-Modifikation). Bei dieser Art von Substanzen sei kein Schwellenwert zu erwarten. Beispiele für diese Art von Kanzerogenen sind Vinylchlorid, Benzo(a)pyren und Chrom (VI)-Verbindungen⁷. Abweichend davon erzeugen Stoffe der Subkategorie Ib einen DNA-Schaden auf indirektem Wege (z.B. durch Beeinträchtigung der Reparaturkapazität der DNA). Hier wird ein Schwellenwert für Gentoxizität unterstellt. Als Beispiele werden Arsen, Cadmiumverbindungen oder kristalliner Quarz aufgelistet.

Für Kanzerogene der Kategorie Ia leitet DECOS gesundheitsbezogene Arbeitsplatzgrenzwerte („health-based calculated occupational cancer risk values“; HBC-OCRVs) ab, indem lineare Extrapolationen vorgenommen werden. DECOS kalkuliert zwei Lebenszeit-Referenzrisikoniveaus für den Arbeitsplatz:

- 4×10^{-3} Risiko („upper“ or „ban“ level) und
- 4×10^{-5} Risiko („target“ level).

Diese Risikohöhen wurden durch das Arbeitsministerium (Ministry of Social Affairs and Employment; MSAE) definiert. In einem Schreiben wurde angefordert: „in case of genotoxic carcinogens, a ‚exposure versus tumor incidence range‘ and a calculated concentration in air corresponding with reference tumour incidences of 10^{-4} and 10^{-6} per year“ auszuweisen (nach Umrechnung auf 40 Jahre Expositionsdauer ergeben sich die oben genannten Risikohöhen: $40 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-3}$; $40 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-5}$). Die obere Grenze (ban level) basiert auf der Sterblichkeit in der als vergleichsweise sicher geltenden Elektronikindustrie. Der bevorzugte untere Wert (target level) basiert auf einer Umweltrisikobewertung („The Dutch Parliament had accepted that a substance related risk level of $\dots 10^{-6}$ fatalities/year/substance risk should be regarded as „permissible“; Wilders in MANOS et al., 1998). Hierbei wurde keine Unterscheidung gemacht zwischen akzeptablen Risiken für die allgemeine Öffentlichkeit und für Arbeiter (OSHA EU, 2003). Allerdings gibt es im Umweltbereich zusätzlich zum „permissible risk“ noch das „negligible risk“ von $1:10^{-8}$ /Jahr, das für den Arbeitsplatz nicht anzuwenden ist (WILDERS, 2004).

Die Grenzwertfestlegung für den Arbeitsplatz erfolgt in einem 3-Stufen-Prozess (FERON, 2003a):

1. Kriteriendokumente mit Ausweisung der genannten Risiken auf upper level und target level (rein gesundheitlich bezogen) werden erstellt und einer Expertendiskussion unterworfen

⁷ Interessanterweise sind für alle drei von FERON (2003) genannten Beispiele für Subkategorie Ia-Stoffe intensive Diskussionen um Schwellenwerte in der Literatur zu finden, so dass ein rein stochastischer Prozess auch hier fraglich ist.

2. Ein weiteres Komitee, das Socio-Economic Council (SEC), das aus gesellschaftlichen Gruppen zusammengesetzt ist, schlägt einen Arbeitsplatzgrenzwert vor, der neben den gesundheitlichen Kriterien auch eine entsprechende Abwägung anderer Gesichtspunkte enthält. Das entsprechende Dokument enthält bei Abweichen vom gesundheitsbezogenen Wert eine entsprechende Begründung. Hierfür müssen die Sozialpartner Daten über die Exposition und über die technische und wirtschaftliche Machbarkeit liefern (OSHA EU, 2003; WILDERS, 2004).
3. Das Ministerium MSAE legt unter Abwägung der vorliegenden Dokumente den Arbeitsplatzgrenzwert fest.

Arbeitsplatzgrenzwerte für Kanzerogene sind nur zu empfehlen, wenn sie regelmäßig überprüft werden. Die Behörde behält sich vor, sich in einzelnen Fällen auf das Minimierungsprinzip zu berufen oder auch höhere Risikohöhen zu zulassen („when substance is crucial for economy a higher risk level must be considered“) (OSHA EU, 2003; WILDERS, 2004).

Die Ableitungsmethodik zur Kalkulation des Krebsrisikos in den Niederlanden beinhaltet eine lineare Extrapolation in den Niedrigdosisbereich, wenn nicht durch stoffspezifische Daten eine präzisere Berechnung möglich ist (WILDERS, 2004).

Die Umsetzung in der Praxis (vgl. **Tab. 5.1** mit einigen Beispielen) zeigte, dass ein Risikoniveau von 1×10^{-6} /Jahr (4×10^{-5} , bezogen auf das Berufsleben) nur in einigen Fällen erreichbar war. Allerdings wird es von Verantwortlichen in den Niederlanden so eingeschätzt, dass ohne diese Werte die Exposition weitaus höher wäre. Das Vorgehen würde von den Sozialpartnern mit großer Verbindlichkeit unterstützt. Der Druck zur weiteren Absenkung der Expositionshöhe sei weiterhin gegeben. Im Bereich zwischen einem jährlichen Risiko von 10^{-4} und 10^{-6} sei weiterhin das ALARA-Prinzip angewendet (WILDERS, 2004). Es wird ein jährlicher Bericht von der Industrie angefordert, der eine Begründung für das bestehende Expositionshöhen enthalten muss (WILDERS, persönliche Kommunikation; 2005).

Tab. 5.1 Beispiele für risikobasierte Arbeitsplatzgrenzwerte für Kanzerogene in den Niederlanden und das zugeordnete zusätzliche Risiko

Substanz	OEL (NL, 8h Durchschnitt)	Zusätzliches Risiko/Jahr (als „additional risk“)	Bemerkung
Aflatoxine	0,005 µg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
Benzol	3,25 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁴	
1,3-Butadien	47 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁴	
Carbadox	0,003 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
1,2-Dibromethan	0002 mg/m ³ ,	1 x 10 ⁻⁶	
1,2-Dichlorethan	7 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁴	Bei unterbrochener Produktion; ALARA, immer niedriger als 20 mg/m ³
Epichlorhydrin	1,9 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁵	Bei Wartung < 19 mg/m ³
Ethylenoxid	1,7 mg/m ³	2 x 10 ⁻⁴	Weitere Reduktion (Halbierung) geplant; Abstimmung mit SCOEL
Propylenimin	0,6 µg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
4,4'-Methylenbis-(2-chloranilin)	0,02 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
Diaminodiphenylmethan	0,2 mg/m ³	2,5 x 10 ⁻⁵	2004 weitere Absenkung in Diskussion
2-Nitropropan	0,036 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	

5.1.3 Arbeitsplatzgrenzwerte in den USA

Konzept der Arbeitsschutzbehörde OSHA

Der „Occupational Safety and Health Act“ in den USA verlangt für Grenzwerte bei krebserzeugenden Stoffen kein Ampelmodell. Ein angemessener und notwendiger Standard ist nach der Arbeitsschutzbehörde OSHA dann gegeben, wenn dieser ein „signifikantes“ Risiko substanziell reduziert oder eliminiert, zudem ökonomisch und technisch brauchbar ist (58 FR 16612-16616; March 30, 1993).

Mit der Benennung des Begriffs des „signifikanten Risikos“ wird somit zwar kein Ampelmodell etabliert, es wird jedoch eine Risikoquantifizierung gefordert. Hintergrund hierfür ist ein Gerichtsverfahren um Benzol, bei dem der Supreme Court 1980 von OSHA den Nachweis verlangte: „on the basis of substantial evidence, that it is at least more likely than not that long term exposure to 10 ppm of benzene presents a significant risk of material health impairment“. OSHA wurde dabei zugestanden, dass im Falle von Unsicherheit konservative Annahmen zugrunde gelegt werden könnten (OTA, 1981).

Der oberste Gerichtshof kennzeichnete bei dieser Aufgabe auch eine mögliche Spanne: „if for example, the odds are one in a billion that a person will die from cancer by taking a drink of chlorinated water, the risk clearly could not be considered significant. On the other hand, if the odds are one in a thousand that regular inhalation of gasoline vapors that are 2 percent benzene will be fatal, a reasonable person might well consider the risk significant and take appropriate steps to decrease or eliminate it.“ Daraus leitete OSHA ab, dass das Risiko 1:1000 eindeutig signifikant sei und das obere Ende darstelle, unterhalb dessen die Grenze zwischen „accep-

table“ vs. „unacceptable risk“ liege (OSHA, 1997). Mit dieser Abgrenzung wird damit kein 2-Stufen-Konzept, sondern ein 1-Stufen-Konzept angedeutet.

In einer bemerkenswert ausführlichen und differenzierten Dokumentation zum Arbeitsplatzgrenzwert zu 1,3-Butadien stellt OSHA zudem Risikovergleiche mit anderen Risikoberufen an: Das Berufsrisiko im Bergbau und bei der Gewinnung von Naturstein für berufliche Todesfälle (durch Krankheit oder Unfall) betrage bei lebenslanger Exposition (45 Jahre, 50 Wochen Exposition/Jahr) 15,1:1000, das durchschnittliche Risiko für berufliche bedingte Todesfälle in der herstellenden Industrie (allgemein) sei 1,98:1000. In Handelsberufen mit relativ niedrigem Risiko liege dieses bei 0,82:1000). Bei 1,3-Butadien wird daraus geschlossen, dass ein Todesfallrisiko von 1,3 bis 8,1 pro 1000 bei einer lebenslangen Exposition gegenüber 1 ppm eindeutig signifikant sei. Die OSHA bezeichnet dieses Niveau wegen der Überschreitung der Grenze von 1:1000 weitergehend als „unacceptable“, jedoch aus technologischen Gründen als erforderlich. Deshalb wird dieser Grenzwert (PEL) zwar als erster Schritt gegenüber einem Vorläufer in Höhe von 5 ppm (8-Stunden-Durchschnittswert) gewählt, jedoch zusätzlich ein Expositionsreduktionsprogramm als flankierende Maßnahme genannt.

Mit dieser Abgrenzung zwischen „acceptable“ und „unacceptable“ kann keine eindeutige Gleichsetzung mit den Begriffsinhalten vorgenommen werden, wie wir sie im zweistufigen Modell benötigen. „Unacceptable“ scheint nicht deckungsgleich mit nicht tolerabel im Sinne einer Gelb/Rotgrenze. Eine ähnlich vage Unterscheidung zwischen einem signifikanten Risiko und einem akzeptablen Risiko wird von anderen Kommentatoren vorgenommen (BARNARD, 1990): Wo Sicherheit aufhöre, beginne ein signifikantes Risiko, wobei dieses signifikante Risiko mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50% auftreten müsse. Diese Risikocharakterisierung sei jedoch nicht streng mathematisch vorzunehmen. Akzeptable Risiken beinhalteten kein signifikantes Risiko. Ein akzeptables Risiko sei jedoch auch nicht mit einem de minimis Risiko vergleichbar. Im Unterschied zu dieser Interpretation von BARNARD (1990) setzen FIORI und MEYERHOFF (2002) ein de minimis - Risiko mit einem signifikanten Risiko und mit einem akzeptablen Risiko gleich. Angesichts dieser unklaren Einordnung findet auch eine vergleichende Betrachtung ihre Grenzen.

SADOWITZ und GRAHAM (1995) führen hierzu aus: „Although OSHA has not articulated a strict definition of significant risk, it has generally used 1 in 1000 as a benchmark of significance. Labour groups have been concerned that 1 in 1000 has been interpreted by OSHA (and some industry lawyers) as a level of de minimis rather than significant risk. They would like to grant OSHA the flexibility to initiate rule making to reduce residual risk in the range from 1 in 1000 to 1 in 1 Million.“ Die Autoren beschreiben demnach das aus der unklaren Definition resultierende Problem, geben aber auch keine exaktere Zuordnung.

Übergreifend berichten jedoch FIORI und MEYERHOFF (2002), COHEN (2001) und SADOWITZ und GRAHAM (1995), dass typischerweise das Risiko bei Arbeitsplatzgrenzwerten für Kanzerogene an einem Lebenszeitrisiko von 1:1000 orientiert sei. OSHA kümmert sich selten um die Regulation von Krebsrisiken von Arbeitsplatzchemikalien, wenn dieses Risiko unter 1:1000 (Lebenszeitkrebserisiko) liegt (PAXMAN und ROBINSON, 1990). PEASE (1992) dokumentiert für die Arbeitsplatzgrenzwerte der OSHA das zugeordnete Krebsrisiko (vgl. **Abb. 5.2**) und demonstriert die dabei z.T. sehr hohen in Kauf genommenen Lebenszeitkrebserisiken (wobei es sich um konservative Schätzungen handelt).

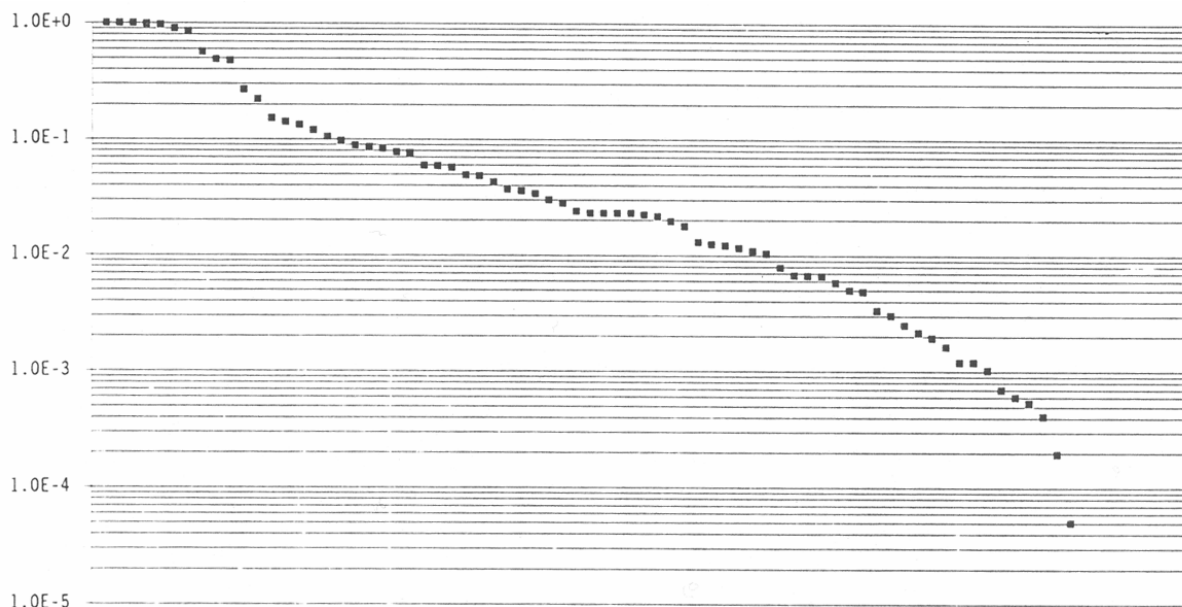


Fig. 1. Estimated upper-bound cancer risks associated with OSHA PELs.

Abb. 5.2 Geschätztes Lebenszeit-Krebsrisiko bei Arbeitsplatzgrenzwerten in den USA (aus: PEASE, 1992) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © Blackwell Publishing)
Anmerkung: PELs = permissible exposure limits

Die Vorgehensweise der OSHA ist insofern interessant:

- Zu einem weitgehend technisch bedingten Grenzwert werden zur Einordnung Krebsrisikoberechnungen angestellt und eine ausführliche toxikologische Dokumentation für deren Ermittlung geliefert (neben Butadien ist dies jedoch nur für wenige weitere Stoffe ähnlich umgesetzt),
- Es wird eine substantielle Absenkung gegenüber dem früheren Grenzwert als eine Legitimation für die Etablierung eines Grenzwerts herausgestellt,
- Es wird eine Einordnung in die Kategorie „unacceptable“ vorgenommen, die quantitativ eingegrenzt wird. Hierbei spielen Risikovergleiche zu anderen beruflichen Risiken eine zentrale Rolle,
- Die Unsicherheit der Abschätzung wird durch eine Spanne der Risikoangaben dargestellt; es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine sichere Abschätzung des Risikos nicht erwartet werden könne,
- Auch bei Vorliegen der Kategorie „unacceptable“ bedeutet dies keine Verbot, sondern Risikomanagementmaßnahmen zur Abänderung des bestehenden Zustands. (SADOWITZ und GRAHAM, 1995). Weitergehende Minimierungsvorgaben im Bereich unterhalb des „unacceptable“ risk sind nicht bekannt.

Ampelmodell für das Rauchen am Arbeitsplatz

Vom wissenschaftlichen Arbeitsschutzinstitut NIOSH liegen uns keine Konzepte für ein akzeptables Risiko bei Kanzerogenen vor. Die Organisation empfahl 1991, das Rauchen am Arbeitsplatz zu verbieten oder doch die Exposition von Nichtraucher zu minimieren (REPACE und LOWREY, 1993). Auf Basis dieser Mahnung entwickel-

ten REPACE und LOWREY Arbeitsplatzgrenzwerte, die sich aus dem Schema einer Ampel ergeben:

Hierfür wird auf eine Veröffentlichung von TRAVIS et al. (1987) zurückgegriffen, die in einer Auswertung des praktizierten Risikomanagements (Basis: 132 Managemententscheidungen staatlicher Behörden) in den USA im Falle einer großen Anzahl exponierter Personen ein Risiko von 3: 10.000 (Lebenszeitrisiko) als „de manifestis“ und ein Risiko von „1:1000.000“ als „de minimis“ eingestuft haben. Ein „de manifestis“-Risiko wird dabei als „a risk of obvious or evident concern“ bezeichnet. Das entsprechende Risiko ist so hoch, dass in der Praxis U.S.-Behörden fast immer handelten, um das Risiko zu reduzieren. Bei Unterschreiten des „de minimis“-Risikos erfolgte jedoch in fast keinem Fall behördliches Handeln.

Repace & Lowrey vergleichen das Risiko für Lungenkrebs bei Passivrauchern am Arbeitsplatz mit diesen Referenzrisiken und ermitteln, dass nicht nur das „de minimis“-Risiko, sondern auch das „de manifestis“-Risiko am Arbeitsplatz deutlich überschritten sei. Es liege in dem Bereich, bei dem Kanzerogene durch U.S.-Behörden strikt reguliert würden. Die Referenzrisiken könnten nun für die Begründung von Arbeitsplatzgrenzwerten für Tabakrauch herangezogen werden. Ein 10^{-6} -Risiko bei 40-jähriger Exposition wird bei $7,5 \text{ ng/m}^3$ angenommen. Interessanterweise schlagen die Autoren damit einen Wert in Höhe des „de minimis“-Niveaus vor, was für den Arbeitsplatz nach dem Vorgehen der OSHA unüblich ist. Eine Umsetzung dieser Auswertung in einen verbindlichen Standard ist nicht erfolgt (<http://www.ni-d.de/Doc/etsdt.doc>).

Arbeitsplatzgrenzwerte für kanzerogene Pflanzenschutzmittel

Die Abteilung, die bei der U.S.-Umweltbehörde für Pestizide zuständig ist (Office of Pesticide Programs, OPP) hat auch einzelne Arbeitsplatzgrenzwerte für kanzerogene Pestizide festgelegt. Offiziell gibt es keine Festlegung auf bestimmte Risikohöhen als akzeptabel. Eine Sekundärauswertung macht jedoch deutlich, dass OPP für die Nutzer pestizidbelasteter Lebensmittel niedrigere Krebsrisiken akzeptiert als für beruflich Exponierte: „The OPP tends to set acceptable risk levels for the food-consuming population within or below the range of 10^{-5} to 10^{-6} , while it tends to accept occupational risks that are less than 10^{-4} to 10^{-5} “ (ROSENTHAL et al., 1992). Ein Ampelmodell wendet OPP nicht an.

5.1.4 Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsplatzgrenzwerte in der Schweiz

Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Gesundheitsschutz (SUVA) erarbeitete eine Methode zur Beurteilung von Risiken an Arbeitsplätzen und bei Arbeitsabläufen (SUVA, 2001). Bei Kontakt mit gesundheitsgefährdenden Stoffen ist das Risiko für eine Gefährdung abzuschätzen. Risiko wird in diesem Zusammenhang klassisch als Produkt von Schadensausmaß (S) und Wahrscheinlichkeit (W) des Eintritts des Schadens aufgefasst. Das Schadensausmaß wird in 5 Kategorien unterteilt (I: „sehr groß“, z.B. Tod, bis V: „gering“, z.B. leichte Verletzung ohne Arbeitsausfall). Die SUVA verweist bei der Erfassung der Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts auch darauf, dass dies eine Funktion der Dauer der Exposition (e), der Eintrittswahrscheinlichkeit des Gefährdungsereignisses (w) und der Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens durch richtiges Verhalten der beteiligten Personen (v) sei. Die Wahrscheinlichkeit (W) kann entweder auf das Kollektiv bezogen sein (z.B. die Branche) oder sie kann das individuelle Risiko betreffen. Als „unwahrscheinlich“ wer-

die betriebliche Praxis und nicht für die Standardsetzung erarbeitet wurde, jedoch nicht vorgenommen. Am ehesten würde jedoch eine Zuordnung in die letzte Spalte (I) vorzunehmen sein, da es sich bei Krebs um ein hohes Schadensmaß handelt (zu erwartender Tod). Auch wenn ein seltenes Vorkommen angenommen wird, gäbe es danach für derartige Risiken einen Gelb-, jedoch keinen Grünbereich.

SUVA-Krebsrisiken bei Arbeitsplatzgrenzwerten

Für krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz liegt in der Schweiz noch kein umfassendes Konzept vor. Vollkommen getrennt und nicht auf das oben beschriebene Konzept bei der Gefährdungsbeurteilung (vgl. **Abb. 5.3**) abgestimmt wurden folgende Grundsätze formuliert (SUVA, 2004):

- Die Einhaltung eines MAK-Wertes schützt bei Kanzerogenen nicht vor einem „sehr geringen Restrisiko“
- Dieses Risiko darf im gleichen Bereich sein wie dasjenige, verursacht durch andere Umwelteinflüsse wie allgemeine Luftverunreinigung
- In jedem Falle sollte die Exposition zu niedrig wie möglich sein
- Kanzerogene sollten, wenn möglich, durch unschädliche oder weniger schädliche Stoffe ersetzt werden.

Der Vergleich zu üblichen Risiken durch andere Umwelteinflüsse wurde jedoch bei den meisten Substanzen bisher nicht vorgenommen. Nur bei Asbest liegen bisher entsprechende Überlegungen vor. Der MAK-Wert wurde auf 0,01 Fasern/ml festgelegt. Als „Risiken durch andere Umwelteinflüsse“ wurde dabei das Risiko, wie es vom LAI in Deutschland für städtische und ländliche Belastungen durch krebserzeugende Luftschadstoffe ausgewiesen wurde (2×10^{-4} bis 1×10^{-3} ; vgl. Abschnitt 5.4.2) als Vergleich herangezogen. Es wird davon ausgegangen, dass beim schweizerischen MAK-Wert für Asbest ein ähnliches Risiko (gewählt: 4×10^{-4}) größenordnungsmäßig eingehalten wird. Höhere Risiken (etwa durch Verkehrstod oder das allgemeine Krebsrisiko werden zum Vergleich betrachtet.

Als praktische Umsetzung des Minimierungsgebots bei Asbest wird bei der SUVA angesehen, wenn 10% des MAK-Werts nicht überschritten werden: „Für alle Arbeitsplätze, an denen nicht mit einem asbesthaltigen Material gearbeitet werden muss, ist das Minimierungsgebot erreicht, wenn der gemessene Wert 10% des MAK-Werts nicht überschreitet.“ (SUVA, 2004, S.118). Damit wird der Arbeitsplatzgrenzwert für Asbest mit einer Größenordnung des Lebenszeitkrebserisikos von 4×10^{-4} in den Bereich eines gefahrenbezogenen Werts (Toleranzschwelle) eingeordnet, während das „akzeptable Risiko“ (Umsetzung der Minimierungsforderung) eine Größenordnung darunter in gleicher Höhe wie in den Niederlanden (4×10^{-5}) liegt.

Technikbasierte Grenzwerte entsprechend den in Deutschland ehemals gültigen TRK-Werten gibt es in der Schweiz nicht. Es ist vorgesehen, für weitere krebserzeugende Substanzen eine Risikoquantifizierung durchzuführen, mit der möglichen Folge, dass Absenkungen der Werte erforderlich werden können.

5.1.5 Arbeitsplatzgrenzwerte in Deutschland

In Deutschland wurde das Ampelkonzept für krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz zwar bereits beim ehemaligen Ausschuss für Gefahrstoffe diskutiert (vgl. **Abb. 3.4**), jedoch nicht angewandt. Mit der Ausweisung von neuen Klassierungen für krebserzeugende Stoffe

erzeugende Wirkung durch die „Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe“ (MAK-Kommission), in denen auf einen „nennenswerten Beitrag zum Krebsrisiko“ Bezug genommen wird, werden Risikogesichtspunkte bei der Einstufung aufgegriffen; mit der geforderten Ausweisung des Krebsrisikos beim TRK-Wert für krebserzeugende Substanzen wird auch hier eine Risikoquantifizierung eingeführt, die ein wichtiges Element für die Einordnung von Einstufungen bzw. Grenzwerten in ein Ampelkonzept sein könnte.

5.1.5.1 Technische Richtkonzentrationen (TRK-Werte)

„Unter der Technischen Richtkonzentration eines gefährlichen Stoffes versteht man diejenige Konzentration als Gas, Dampf oder Schwebstaub in Luft, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann ... Die Einhaltung der Technischen Richtkonzentration am Arbeitsplatz soll das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit vermindern, vermag dieses jedoch nicht völlig auszuschließen“ (TRGS 102; AGS, 1997).

Kennzeichnend für TRK-Werte zu krebserzeugenden Substanzen ist also, dass gesundheitliche Aspekte bei der Festlegung der TRK-Werte zwar eine Rolle spielen, jedoch gegenüber dem Stand der Technik keine dominierende Bedeutung haben. TRK-Werte für bestimmte Stoffe können sich für verschiedene Tätigkeiten unterscheiden, da bei den verschiedenen Tätigkeiten auch jeweils ein unterschiedlicher Stand der Technik vorliegen kann.

Die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS 102) ordnet ergänzend ein (AGS, 1997):

- Technische Richtkonzentrationen bedürfen der steten Anpassung an den Stand der technischen Entwicklung und der analytischen Möglichkeiten sowie der Überprüfung nach dem Stand der arbeitsmedizinischen und toxikologischen Kenntnisse.
- Es sind durch fortgesetzte Verbesserungen der technischen Gegebenheiten und der technischen Schutzmaßnahmen Konzentrationen anzustreben, die möglichst weit unterhalb der Technischen Richtkonzentrationen liegen.
- Auf die Definitionen der Technischen Richtkonzentrationen sollten – unter Nennung des bei Einhalten dieses Wertes noch vorhandenen Risikos - alle diejenigen hingewiesen werden, die die Technische Richtkonzentration handhaben und die unter diesen Bedingungen arbeiten.

Entgegen diesen ergänzenden Aussagen ist jedoch ist das Risiko bei Einhaltung der TRK-Werte bisher in vielen Fällen nicht transparent, eine stetige Anpassung an den Stand der Technik kann nicht beobachtet werden und die Expositionsminderung unterhalb des TRK-Werts wird unzureichend abgesichert.

Jüngste Initiativen des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und des Beraterkreises Toxikologie sind darauf ausgerichtet, mehr Informationen über das Krebsrisiko bei Einhaltung des TRK-Werts bereit zu stellen (NIES et al., 2002; OTT, 2001). Auch im Zusammenhang mit der beruflichen Exposition gegenüber Zytostatika wurde im BIA-Report 5/2001 eine ausführliche Diskussion zur Risikoquantifizierung und zur Akzeptabilität des verbleibenden Risikos beim TRK-Wert geführt (HVBG, 2001). Bei der Darstellung dieser Information ist es strittig, ob das Risiko in der (umgerechneten)

Einheit des „unit risk“ als Krebsrisikozahl dokumentiert werden soll oder ob die Darstellung als „Margin of Exposure“ (Ansatz des Verbandes der Chemischen Industrie) geeigneter sei (interne Diskussionen im Beraterkreis Toxikologie).

Dynamik der Technischen Richtkonzentrationen in Deutschland im Zeitverlauf

Im Folgenden wurde die These überprüft, ob und inwieweit der bei der Definition der TRK-Werte genannte Anspruch, dass diese regelmäßig überprüft und gesenkt werden sollten, in der Praxis umgesetzt wurde.

Für diese Auswertung wurden alle Substanzen einbezogen, für die 2003 ein TRK-Wert nach DFG (2003) vorlag. Für diese Stoffe bzw. Stoffgruppen wurden die TRK-Werte vorausgegangener Jahre (ab 1976) in die Auswertung übernommen. Falls eine anlagen-, tätigkeits- oder substanzspezifische Differenzierung vorlag, wurde diese ebenfalls einbezogen, da davon ausgegangen wurde, dass eine Änderung von TRK-Werten ebenfalls diese Differenzierungen aufweisen kann. Allerdings war dieses Vorgehen mit Problemen verbunden, da die Differenzierungen nicht über die Jahre einheitlich waren. Beispielsweise wurde für Benzol 1976 ein einheitlicher TRK-Wert aufgestellt, der 1977 und 1985 abgesenkt wurde. Im Jahr 1993 wurden dann TRK-Werte für 4 verschiedene Bereiche festgesetzt (einheitliche Werte für 3 Ausnahmereiche und ein niedrigerer Wert für die Kategorie „im übrigen“). Im Jahre 2003 wurde allerdings diese Differenzierung wieder aufgehoben und einheitlich der TRK-Wert festgesetzt, der ab 1993 bereits für nicht namentlich genannte Bereiche gegolten hat („im übrigen“).

Befristete Ausnahmeregelungen wurden in dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Nickel und seine Verbindungen wurde nicht in die Auswertung einbezogen, da die TRK-Werte 1977 anwendungsbezogen, 2003 allerdings substanzspezifisch reguliert waren. Ebenso wurde auf eine Auswertung von Asbest und anderen Faserstäuben verzichtet, da im historischen Verlauf unterschiedliche Fasertypen bzw. Anwendungen bewertet wurden.

Insgesamt wurden in dieser Auswertung 80 Datensätze erhalten. In keinem der Fälle wurde der TRK-Wert 2003 neu festgesetzt. Mit einer Ausnahme (für 1-Chlor-2,3-epoxypropan wurde der TRK-Wert von 1981 nach 1983 leicht angehoben; dies wird im Folgenden nicht berücksichtigt) sanken die TRK-Werte im historischen Verlauf oder blieben unverändert. Aus diesem Grund stammt der historisch höchste TRK-Wert (TRK_{max}) aus der Zeit der erstmaligen Festsetzung. Der Quotient

$$\frac{TRK_{2003}}{TRK_{max}} \text{ ausgedrückt in [\%]}$$

gibt somit die Absenkung des TRK-Wertes im Jahre 2003 gegenüber der erstmaligen Festsetzung an.

Maximal wurde hierbei 2003 eine Absenkung auf 10% des historischen Maximums bei 5/80 (6,3%) Fällen beobachtet. Allerdings stammen 4 dieser 5 Datensätze von Benzol (und 1 von Benzo(a)pyren). Für 8/80 (10,0%) der TRK-Werte wurde eine Reduzierung auf 50% festgestellt, knapp 80% (62/80) der Fälle zeigten hingegen keine Absenkung des TRK-Wertes (**Abb. 5.4**).

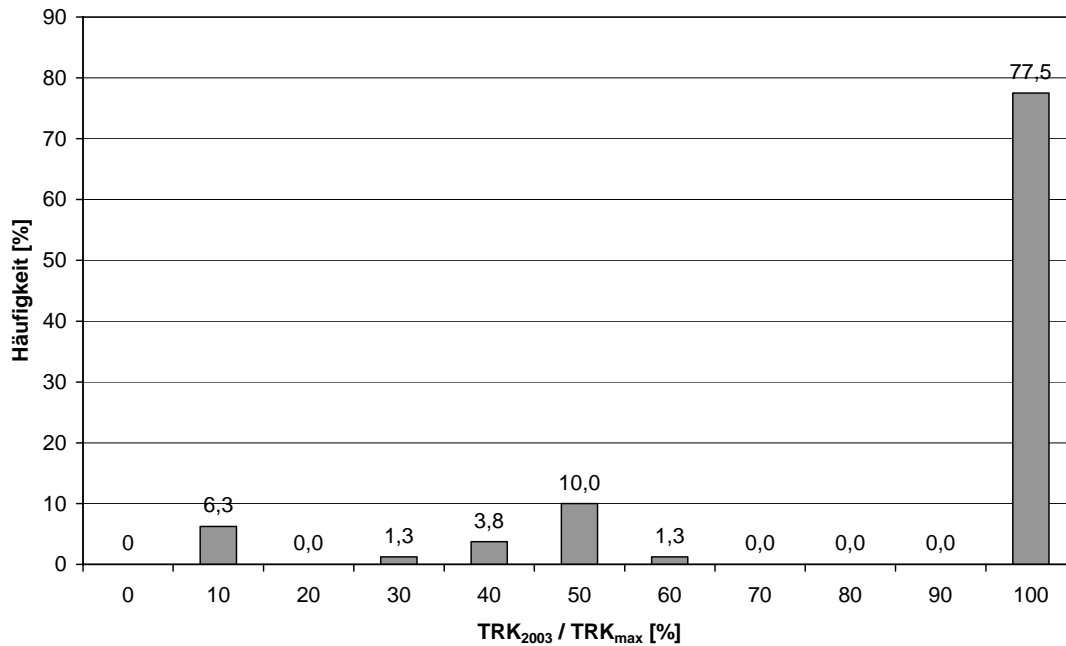


Abb. 5.4 Häufigkeitsverteilung der Absenkung der TRK-Werte 2003 im Vergleich zum historischen Maximum

Dieser Befund ist nicht darauf zurückzuführen, dass bei diesen Substanzen die TRK-Werte erst kürzlich festgelegt wurden. Für 26/62 (42%) dieser Substanzen lag das Jahr der erstmaligen Festsetzung im Jahre 1992 oder davor und somit mehr als 10 Jahre zurück, wie die folgende **Abb. 5.5** zeigt.

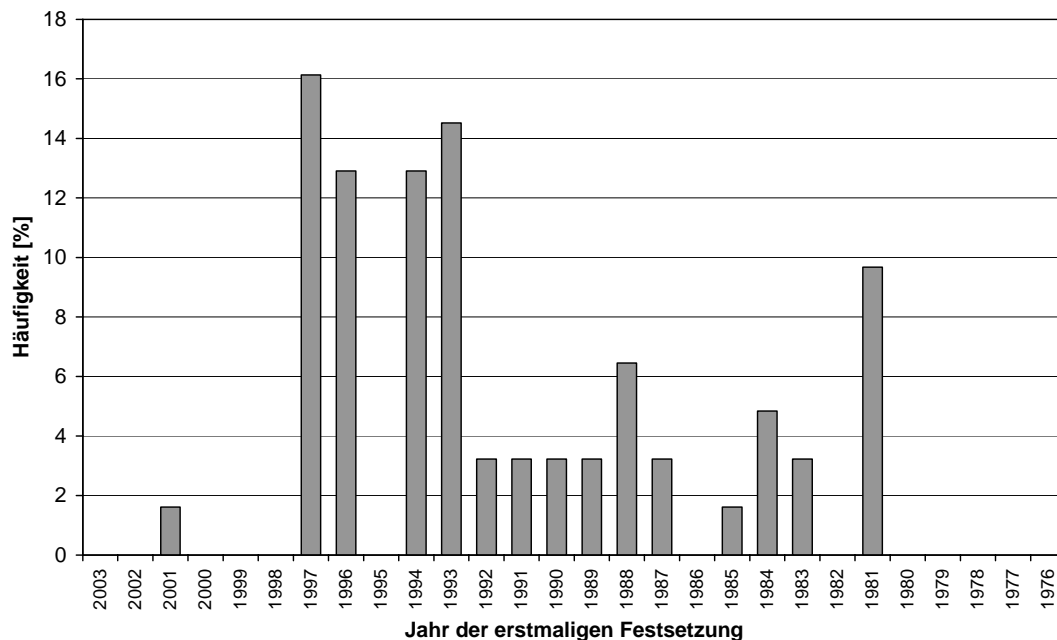


Abb. 5.5 Häufigkeitsverteilung des Erstellungszeitpunkts von TRK-Werten für 62 Substanzen, bei denen keine Änderung des TRK-Wertes festzustellen war

Für die 18 Substanzen, bei denen eine Absenkung des TRK-Wertes zu beobachten war, ist ebenfalls kein einheitliches Bild zu erkennen. Beispielhaft ist die TRK-Wert-Entwicklung in der folgenden **Abb. 5.6** für einige dieser Substanzen dargestellt.

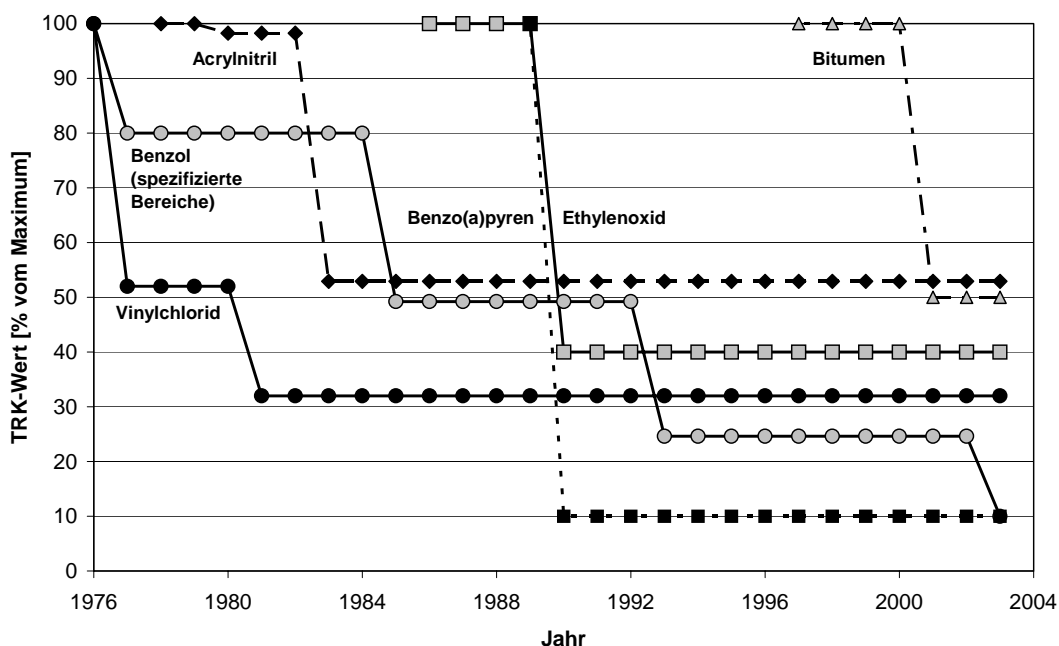


Abb. 5.6 Zeitliche Entwicklung der TRK-Werte für einige Substanzen, bei denen eine Absenkung zu beobachten war⁸

Diese Darstellung macht deutlich, dass teilweise auch für relative neue TRK-Werte (Bitumen) eine Absenkung bereits nach wenigen Jahren möglich war. Auch bei Benzol erfolgte eine regelmäßige Absenkung der TRK-Werte. Andererseits zeigen Beispiele wie Vinylchlorid und Acrylnitril, dass bei manchen Substanzen die letzte Absenkung der TRK-Werte rund 20 Jahre zurückliegt.

Zusammenfassend ergibt sich, dass für einen Großteil der Substanzen die TRK-Werte nicht geändert worden sind. Dies gilt auch für viele Substanzen, deren Festsetzung länger als 10 Jahre zurückliegt.

5.1.5.2 Einstufungsschema der MAK-Kommission für krebserzeugende Arbeitsstoffe

Mit Einführung der Kategorien 4 und 5 wurden von der MAK-Kommission Stoffe mit krebserzeugenden Eigenschaften eingestuft, deren Wirkungsstärke aufgrund der verfügbaren Informationen bewertet werden kann. Dazu wird eine Exposition am Arbeitsplatz definiert (MAK- oder BAT-Wert), bei der „kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko beim Menschen“ zu erwarten ist. Damit wird ein Begriff verwendet, der einer möglichen Definition des Übergangs zwischen gelb und grün entsprechen könnte: das *relative* Krebsrisiko.

⁸ Basis: Auswahl aus 18 Substanzen; Bei Substanzen, für die mehrere Datensätze (verschiedene Tätigkeiten) vorlagen, wurde nur einer dargestellt.

NEUMANN (2004) erläutert, dass sich dieser Begriff vom „nicht signifikanten“ Risiko unterscheidet, weil letzterer auf eine statistische Bedeutung festgelegt sei, während „nennenswert“ allgemeiner und bewertungsoffen sei. Z.B. legen nach Neumann die bisherigen Erfahrungen mit dem biochemischen Effektmonitoring nahe, „einen Beitrag zum Krebsrisiko dann als ‚nicht nennenswert‘ zu bezeichnen, wenn die äußere Exposition zu einer inneren Exposition und entsprechenden biochemischen Effektspiegeln führt, die im Bereich der Hintergrundspiegel in einer Referenzpopulation liegen, die diesem Stoff nicht wesentlich ausgesetzt ist. Wenn die Konzentration eines relevanten Biomarkers nicht höher ist als die im Bereich der Hintergrundwerte, kann ein Beitrag zum Risiko nicht festgestellt werden. Diese Betrachtungsweise richtet den Blick auf ein relatives Risiko und nicht auf das sehr viel unsicherere absolute Risiko.“

In Bezug auf ein „unbedenkliches Risiko“, das absolut definiert sei (wie etwa das mit dem Konzept des „unit risk“ berechnete Risiko von 10^{-5} oder 10^{-6}), gibt Neumann als grundsätzlichen Einwand zu bedenken, „dass das Ergebnis nicht empirisch überprüft, d.h. nicht falsifiziert werden kann. Bei einer Krebssterblichkeit von 20-25% in der menschlichen Population ...ist es unmöglich, ein Inkrement von $1:10^5$ oder $1:10^6$ nachzuweisen. Diese Verfahren zur Abschätzung des absoluten Risikos führen zu unsicheren Ergebnissen, die oft völlig unrealistisch sind. Beim derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse sind – so sehr sie auch gefordert werden – präzise Risikoabschätzungen nicht möglich.“

Die Vorgehensweise der MAK-Kommission hat intensive Diskussionen über die Legitimation von Gremien zur Festlegung der Kriterien für ein „nennenswertes“ Zusatzrisiko ausgelöst und inhaltlich die Frage aufgeworfen, inwieweit ein endogen vorliegendes Risiko ein Maßstab für das tolerierbare exogene Risiko sein dürfe (vgl. z.B. WÖLCKE, 1998) am Beispiel von Ethylenoxid.

5.1.6 Arbeitsplatzgrenzwerte in der EU

Ein Ampelmodell wurde in der EU bisher nicht etabliert, jedoch gibt es verschiedene Aussagen zur Risikobewertung von Kanzerogenen.

In Richtlinie 2004/37/EG bzw. deren Vorläufer 90/394/EWG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdungen durch Kanzerogene bei der Arbeit wird unter anderem ausgeführt:

- Beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Kenntnisse kann ein Niveau, unter dem eine Gefährdung der Gesundheit nicht mehr gegeben ist, nicht festgelegt werden, jedoch wird durch eine Verringerung der Exposition gegenüber Kanzerogenen oder Mutagenen diese Gefährdung vermindert (Begründung, Punkt 11)
- Um einen Beitrag zu einer Verminderung der Gefährdung zu leisten, sollten Grenzwerte und andere damit zusammenhängende Bestimmungen für alle Kanzerogene oder Mutagene festgelegt werden, bei denen dies aufgrund der verfügbaren Informationen, einschließlich wissenschaftlicher und technischer Daten, möglich ist (Begründung, Punkt 12)
- Derartige Grenzwerte müssen revidiert werden, wenn sich dies angesichts neuerer wissenschaftlicher Daten als erforderlich erweist (Begründung, Punkt 13)

- Beim Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmer sollte das Vorsorgeprinzip gelten (Begründung, Punkt 14)
- Maßnahmen zur Verringerung der Verwendung und für den Ersatz von Kanzerogenen sind zu treffen (Artikel 4 mit Konkretisierung der Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung einer Exposition in Artikel 5)
- Grenzwerte für berufsbedingte Exposition werden in ANHANG III der Richtlinie 2004/37/EG genannt. Sie liegen bisher vor für Benzol, Vinylchloridmonomer und Hartholzstäube (ANHANG III; vgl. SCOEL) sowie außerhalb dieses Regelungswerks für Asbest (http://europa.eu.int/comm/employment_social/health_safety/areas/oels8_en.htm). Grenzwerte für gentoxische Kanzerogene haben bindenden Charakter; sofern jedoch Schwellenwerte für Kanzerogene begründet werden können, wäre auch die Etablierung von indikativen Grenzwerten (ILV) möglich (FERON, 2003b).

SCOEL

Die im europäischen Rahmen zuständige Kommission zur Erarbeitung von Arbeitsplatzgrenzwerten (SCOEL) erarbeitet Vorschläge für solche Grenzwerte für nicht-kanzerogene Substanzen. Wenn ein Grenzwert nicht auf Basis toxikologischer Daten festgelegt werden kann (bei den meisten krebserzeugenden Stoffen) so wird von SCOEL der Zusammenhang zwischen Expositionshöhe und Risiko dokumentiert. Ein Grenzwertvorschlag wird dann von der Kommission in Zusammenarbeit mit den Sozialpartnern erarbeitet (Diskussion im „Advisory Committee for Safety, Hygiene and Health at Work, ACSHH). Dieser enthält Machbarkeitsüberlegungen. Ein entsprechender Richtlinienvorschlag ergeht dann an den Rat der Minister (VON DER HUDE, 1998; http://www.agency.osha.eu.int/publications/magazine/6/de/index_5.htm).

EU Risk Assessment Reports

Im Rahmen des Technical Guidance Documents zur Erstellung der EU Risk Assessments Reports (EC, 2003) wird derzeit in einem ergänzten Segment zur Risikocharakterisierung (nicht finalisierte Entwurfsfassung, Stand Januar 2005) diskutiert, ein risikoorientiertes Bewertungsschema für krebserzeugende Stoffe anzuwenden. Dabei werden die Fälle

- Lifetime cancer risk_{scenario-specific} > established default cancer risk: „concern“
- Lifetime cancer risk_{scenario-specific} ~ established default cancer risk: „borderline situation“
- Lifetime cancer risk_{scenario-specific} < established default cancer risk: „very low concern“

unterschieden.

Diese Quantifizierungen können nach den Vorstellungen der EU auch als „Margin of Exposure“ (MoE) ausgewiesen werden, der als „Referenz-MoE“ dem jeweiligen Risiko für die betreffende Exponiertengruppe (szenariospezifischer MoE) gegenüber gestellt wird.

Als geeigneter Rahmen für die Höhe eines Risikos für krebserzeugende Stoffe werden auch quantitative Überlegungen genannt, ohne jedoch bereits eine Festlegung vorzunehmen. „There might be a common understanding that a reference risk considered to be of very low concern might be in the pragmatic range of a cancer lifetime risk of 10^{-4} down to 10^{-6} . Different levels may be suggested as reference risk for dif-

ferent subpopulations.” (unveröffentlichte Entwurfsfassung, TDG, zu Risikocharakterisierung, 2005). Dieses Referenzrisiko kann direkt oder als MoE ausgedrückt werden.

Allerdings wird in dem Technical Guidance Document nur eine Risikohöhe als Bezugspunkt diskutiert und kein zweistufiges System wie in einem Ampelmodell.

5.1.7 Schlussfolgerung

In Großbritannien wird, ähnlich der Diskussion in Deutschland, das Ampelkonzept als Grundprinzip zur Verdeutlichung des Handlungsbedarfs in Abhängigkeit vom Risiko für gesundheitliche Schäden verstanden, das in verschiedenen Bereichen des Arbeitsschutzes Anwendung finden soll (HSE, 2001). Allerdings wird in Großbritannien die Unsicherheit in der quantitativen Risikoextrapolation bei krebserzeugenden Stoffen als ein so zentrales Problem eingeschätzt, dass gerade in diesem Bereich nur qualitative Elemente des Ampelmodells zur Anwendung vorgesehen sind. Damit wird in Kauf genommen, dass

- bei krebserzeugenden Stoffen zur Festlegung von Arbeitsschutzmaßnahmen weiterhin das Wirkpotenzial und nicht die Wirkstärke als maßgeblich angesehen wird,
- Differenzierungen der Fortschritte im Arbeitsschutz bei Kanzerogenen (etwa das Erreichen eines „hellgelben“ statt eines „dunkelgelben“ Wertes) nicht abgebildet werden können.

Mit der Angabe von TOPPING (2001), dass alle technikbasierte englische Arbeitsplatzgrenzwerte für Kanzerogene (MEL) an der Übergangsstelle zum Rotbereich liegen, wird somit beim HSE-Vorgehen auf einen wichtigen Vorteil des Ampel-Ansatzes verzichtet.

In Großbritannien werden für andere Regelungsbereiche am Arbeitsplatz deutlich höhere Risiken als „noch tolerabel“ eingeordnet als in anderen Ländern. Die Schwelle zur Intolerabilität liegt bei 4×10^{-2} Mortalitätsrisiko für Berufslebenszeit. Die dabei verwendeten Vergleiche zu Berufen mit erhöhtem Risiko für tödliche Unfälle zeigen jedoch, dass ein noch wesentlich höheres Risiko als in bereits risikoreichen Berufen in Kauf genommen werden soll. Die Begründung verweist auf die bei Strahlenexposition noch tolerierten Risiken und enthält damit die bei diesem Regelungsbereich vorliegenden Schwächen.

Das Vorgehen in den Niederlanden (DECOS, 1995) zu krebserzeugenden Stoffen ähnelt ebenfalls dem geplanten Ansatz in Deutschland. Die Höhe des „ban level“ (Toleranzschwelle) ist mit 1:250 (Lebenszeitrisiko für Krebserkrankungen) etwas weniger konservativ als die Quantifizierungen, wie sie in Deutschland bisher für die Toleranzschwelle diskutiert wurden, jedoch eine Größenordnung niedriger als in Großbritannien. Arbeitsplatzgrenzwerte (OEL) werden auch festgelegt, wenn das damit verbundene Risiko höher als das Zielniveau ist. Damit würden nach der Terminologie des Ampelmodells Grenzwerte im Gelbbereich zugelassen, die jedoch weiter abzusenken sind.

In der Schweiz wurde für einen einzelnen Stoff (Asbest) ein identisches Risiko wie in den Niederlanden akzeptiert (4×10^{-5} als Akzeptanzniveau). Der Arbeitsplatzgrenzwert (schweizerische MAK-Wert) wird jedoch ebenfalls nicht in Höhe des akzeptablen Risikos, sondern eine Größenordnung darüber, lokalisiert. Auch dies entspräche so-

mit einer Etablierung dieses MAK-Werts im Gelbbereich einer Ampel. Dazu passt es, dass auch unter dem MAK-Wert für Asbest in der Schweiz die Absenkung der Exposition nach dem ALARA-Prinzip gefordert wird.

Im bisherigen Arbeitsschutz gegenüber krebserzeugenden Stoffen in Deutschland stellten „Technische Richtkonzentrationen“ (TRK-Werte) einerseits eine Begrenzung des gesundheitlichen Risikos dar, da Überschreitungen unzulässig waren, andererseits war dieses gesundheitliche Risiko in seiner Höhe nicht oder nur unzureichend kenntlich gemacht. Damit konnte kein Bewusstsein hinsichtlich des Gesundheitsrisikos herbeigeführt werden. Weitergehend wurde oft fälschlicherweise die Einhaltung eines (technikbasierten) TRK-Werts mit der Einhaltung eines hinreichenden Gesundheitsschutzes assoziiert. Eine Dynamik zur Absenkung der Exposition auf Grund des im Ist-Zustand vorliegenden Gesundheitsrisikos erfolgte auch aufgrund dieser mangelhaften Information zur Risikohöhe kaum.

Ein Vergleich der Risikohöhen der TRK-Werte zu den Arbeitsplatzgrenzwerten in den Niederlanden zu krebserzeugenden Stoffen demonstriert, dass auch deutlich niedrigere gesundheitliche Risiken bereits praktikabel als Grenzwerte umsetzbar sind (vgl. **Tab. 5.2**). Weitergehend zeigen die Niederländischen Werte auch, dass OEL mit Risiken auf dem Akzeptanzniveau für den Umgang mit einigen Stoffen erreichbar sind, wenn dieses bei 4×10^{-5} liegt. Dieses Beispiel ist für die Diskussion der Konsequenzen alternativer Festlegungen von Zäsurstellen demnach wichtig.

Tab. 5.2 Beispiele für risikobasierte Arbeitsplatzgrenzwerte für Kanzerogene in den Niederlanden (OEL) im Vergleich zu TRK-Werten (DFG, 2003) und das den OEL zugeordnete zusätzliche Risiko

Substanz	TRK, Deutschland (2004)	OEL (NL, 8h Durchschnitt)	Zusätzliches Risiko/Jahr (als „additional risk“) des OEL	Bemerkung
Aflatoxine	-	0,005 µg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
Benzol	3,25 mg/m ³	3,25 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁴	
1,3-Butadien	11-34 mg/m ³	47 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁴	
Carbadox	-	0,003 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
1,2-Dibromethan	0,8 mg/m ³	0002 mg/m ³ ,	1 x 10 ⁻⁶	
1,2-Dichlorethan	20 mg/m ³	7 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁴	Bei unterbrochener Produktion; ALARA, immer niedriger als 20 mg/m ³
Epichlorhydrin	12 mg/m ³	1,9 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁵	Bei Wartung < 19 mg/m ³
Ethylenoxid	2 mg/m ³	1,7 mg/m ³	2 x 10 ⁻⁴	Weitere Reduktion (Halbierung) geplant; Abstimmung mit SCOEL
Propylenimin	-	0,6 µg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	Diskussion, ob in Deutschland 50µg/m ³ eingehalten werden können (vgl. TRGS 901,40)
4,4'-Methylen-bis-(2-chloranilin)	-	0,02 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	
Diaminodiphenylmethan	0,1 mg/m ³	0,2 mg/m ³	2,5 x 10 ⁻⁵	2004 weitere Absenkung in Diskussion
2-Nitropropan	18 mg/m ³	0,036 mg/m ³	1 x 10 ⁻⁶	

Weitere Anwendungen des Ampelmodells zu krebserzeugenden Arbeitsstoffen (außer radioaktiven Substanzen) im internationalen Bereich wurden nicht ermittelt.

5.2 Strahlung

Risikoabschätzung und Grenzwertesystem für Gesundheitsschäden durch Strahlenbelastung sind in den Europäischen Staaten und in den USA sehr ähnlich geregelt und basieren auf den gleichen Arbeiten, insbesondere den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP). Diese veröffentlichte bereits 1977 Empfehlungen (die national Grenzwertcharakter erhalten haben) und Risikoabschätzungen für die Öffentlichkeit und am Arbeitsplatz (ICRP, 1977). U.S.-amerikanische

Regelungen wurden dem weitgehend angeglichen (National Council on Radiation Protection and Measurement, NCRP Report 91, NCRP, 1987). Darauf bauten auch die Publikationen in Großbritannien (HSE, 1988) und der Deutschen Strahlenschutzkommission (BFS, 2005) auf.

In der Folgezeit wurde auf Basis der epidemiologischen Erkenntnisse zu Krebsfällen bei Atombombenopfern in Japan deutlich, dass die damals vorgenommenen Risikoschätzungen zu niedrig waren. Deshalb wurden mit wiederum maßgeblicher Beteiligung der ICRP 1990 aktualisierte Risikoabschätzungen bei nur teilweise geänderten Empfehlungen für Grenzwerte vorgenommen (ICRP-Publikation 60, ICRP 1991). Weitgehend analoge Veränderungen folgten in den einzelnen europäischen Staaten (HSE, 1992; BFS, 2005) und in den USA (NCRP, 1993). Die nationalen Veröffentlichungen unterscheiden sich vor allem durch Referenz auf unterschiedliche Hintergrundbelastungen und in ihrer Erläuterung und Differenzierung des Konzepts. Da jedoch die Arbeiten der ICRP im Mittelpunkt stehen, werden nur diese im Folgenden ausführlicher referiert und allenfalls ergänzende Anmerkungen zu Einzelstaaten angefügt. Risikoberechnungen und Grenzwerte zur Strahlung wurden auch z.B. für den Störfallbereich, den Altlastenbereich, oder den medizinischen Bereich ermittelt. Dies wird jedoch im Folgenden nicht näher betrachtet. Ebenfalls nicht berücksichtigt wird die Tatsache, dass aufgrund der inhomogenen Verteilung der Strahlung im Körper auch organspezifische Dosen als Empfehlungswerte ausgewiesen werden und dass neben dem durchschnittlichen individuellen Risiko auch der durchschnittliche Lebenszeitverlust oder das Risiko für einzelne Bevölkerungsgruppen berechnet wird. Schließlich wird ausgeklammert, dass neben der krebserzeugenden (als stochastischer Wirkung gekennzeichneten) Wirkung auch Empfehlungen für nicht-kanzerogene Wirkungen der Strahlung („deterministische Effekte“) diskutiert werden. Der Schwerpunkt liegt auf der Grundphilosophie zu den Grenzwerten und Risikobetrachtungen von krebserzeugender Wirkung für die Allgemeinbevölkerung und für die berufliche Exposition (chronische Belastung).

5.2.1 ICRP 1977 und 1991

In der Empfehlung von 1977 wurde für die Allgemeinbevölkerung wie für die berufliche Exposition ein grundsätzliches System empfohlen, bei dem

- eine Rechtfertigung der Strahlenexposition vorliegen muss (Kosten-Nutzen-Überlegung),
- eine Optimierung der Strahlenexposition unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit von Schutzaufwand und erreichbarer Dosisreduktion (ALARA-Prinzip) gefordert wird,
- die Einhaltung von Dosisgrenzwerten gewährleistet sein soll (ICRP, 1977).

Dieses Bündel von Prinzipien wurde auch in neueren Empfehlungen als Rahmen aufrechterhalten.

Als Kriterium für ein akzeptables Risiko am Arbeitsplatz wurde ein Risikovergleich empfohlen: „The Commission believes that for a foreseeable future a valid method for judging the acceptability of the level of risk in radiation work is by comparing this risk with other occupations recognized as having high standards of safety, which are generally considered to be those in which the annual mortality due to occupational hazards does not exceed 10^{-4} .“ (ICRP, 1977, Paragraph 96).

Ein akzeptables Risiko für die Allgemeinbevölkerung wird wiederum mit allgemeinen üblichen Risiken verglichen wie dem Risiko durch den öffentlichen Verkehr und dies zur Grundlage gemacht, um ein jährliches zusätzliches Risiko durch Strahlung in Höhe von 10^{-5} bis 10^{-6} als akzeptabel einzuordnen (ICRP, 1977, Paragraph 118).

Für den Arbeitsplatz gab es bereits seit 1959 eine ICRP-Empfehlung von 5 rem/Jahr (LAMBERT, 1991), was nach aktuellen Einheiten einer Strahlendosis 50 milliSievert/Jahr (mSv/Jahr) entspricht. Dieser Empfehlungswert wurde beibehalten (ICRP, 1977, Paragraph 104). Er entsprach damit allerdings im Niveau nicht dem damaligen Todesfallrisiko in besonders sicheren Industriezweigen, sondern demjenigen in risikoreichen Berufen und führte nach damaliger Einschätzung zu einem Risiko von 1:2000/Jahr (LAMBERT, 1991), also 5×10^{-4} /Jahr. Dies lag deutlich über dem als akzeptabel beschriebenen Risiko von 1×10^{-4} /Jahr. Dennoch wurde der Empfehlungswert für berufliche Belastung von 50 mSv/Jahr beibehalten mit dem Hinweis darauf, dass die tatsächliche Exposition deutlich niedriger sei und der Grenzwert nur in Zusammenhang mit den oben genannten Bündel von Prinzipien zu sehen sei, insbesondere mit dem Prinzip des ALARA, dass offensichtlich bereits zu einer Expositionsminimierung bei beruflicher Strahlenexposition geführt hatte. Für spezifische Gruppen am Arbeitsplatz wie Schwangere oder für kurzfristig höher Exponierte wurden gesonderte Überlegungen angestellt.

Für die Umwelt wurde entsprechend ein um eine Zehnerpotenz niedrigerer Empfehlungswert von 5 mSv/Jahr ausgewiesen, der bei linearer Umrechnung einem Risiko für tödliche Krebserkrankungen von 1:20000/Jahr (5×10^{-5} /Jahr) entsprach. ICRP führt aus, dass eigentlich ein Wert von 1 mSv/Jahr dem gewünschten Niveau eines akzeptablen Risikos von 1×10^{-5} /Jahr (ca. 7×10^{-4} /Lebenszeit) entspräche, führt dann aber aus, dass das faktische Risiko im Durchschnitt niedriger als 5×10^{-5} /Jahr läge (vgl. Praktizierung des ALARA-Prinzip) und rechtfertigt auf dieser Basis den Empfehlungswert als ein Element der Strategie von Schutzmaßnahmen (ICRP, 1977, Paragraph 118-123).

Mit den Erkenntnissen aus den epidemiologischen Studien zu japanischen Atombombenopfern mussten diese Risikoeinschätzungen korrigiert werden. Es zeigte sich, dass eine Risikounterschätzung um ca. den Faktor 4-5 vorgelegen hatte (DUGGAN und LAMBERT, 1998; LAMBERT, 1991).

Für den Arbeitsplatz wurde die Empfehlung 1991 auf eine maximal tolerierbare Dosis von 20 mSv/Jahr gesenkt. In Verbindung mit der erhöhten Risikoeinschätzung ergibt sich bei dieser Dosis ein Risiko für tödliche Krebserkrankungen von 1 Promille/Jahr (ca. 4 Prozent/Berufsleben). Während in der bisherigen Bewertung das Risiko von 1×10^{-4} durch Vergleich mit anderen Berufen als akzeptabel eingeordnet wurde, wurde nun erst ein Risiko von 1 Prozent/Jahr als „nicht hinnehmbar“ eingeordnet: „imposing a continuing annual occupational probability of death of 1 in 100 would be unacceptable, while they found the situation less clear with regard to an annual probability of death of 1 in 1000. They felt that the latter probability level could, hardly be called totally unacceptable provided the individual at risk knew the situation, judged he had some commensurable benefit as a result, and understood that everything reasonable had already been done to reduce the risk.“ (ICRP, 1991, Paragraph C14). Daher sieht die ICRP eine jährliche Strahlendosis für beruflich Exponierte mit einem Risiko von 1:1000/Jahr als „border of being unacceptable“ (ICRP, 1991, Paragraph C16). Sie verweist in der Begründung der Empfehlung von 20 mSv/Jahr auf zahlreiche Differenzierungen (Heilbarkeit bei verschiedenen Krebslokalisationen, Zuordnung zu

einzelnen Altersstufen, zusätzliche Gültigkeit des ALARA-Prinzips), so dass sich die Bewertung nicht alleine auf die genannte Jahresdosis und das damit theoretisch assoziierte Risiko beziehen sollte (ICRP, 1991, Paragraph 144-178).

Für die Allgemeinbevölkerung wurde die Empfehlung 1991 auf eine maximal tolerierbare Dosis von 1 mSv/Jahr gesenkt (in einzelnen Ländern und in der früheren Diskussion von ICRP wurde diesem Wert bereits vor 1991 eine gewisse Verbindlichkeit zugeordnet). Der Wert von 1mSv/Jahr entspräche nach den neueren Risikoabschätzungen einem Risiko für tödliche Krebserkrankungen von 5×10^{-5} /Jahr (ca. 4 Promille /Lebenszeit; JUNG et al., 2000, DUGGAN und LAMBERT, 1998). Auch dieses Risiko wurde nun nicht mehr als akzeptabel eingeordnet, sondern als Schwelle zu einem nicht mehr tolerablen Risiko. Als unterstützende Begründung verweisen die ICRP (1991, Paragraph 190-191) und JUNG et al. (2000) auf die Höhe der natürlichen Strahlendosis, die mit 1-2,2 mSv/Jahr in ähnlicher Höhe liegt: „Die Schwankungsbreite der natürlichen Belastung kann herangezogen werden, um die Größenordnung für ein nicht mehr zumutbares oder de manifestis Risiko zu bestimmen“. Auch für die Allgemeinbevölkerung wurde jedoch von der ICRP eine Relativierung des tatsächlichen Risikos vorgenommen, indem z.B. Heilbarkeit, Alter der möglichen Erkrankung und tatsächliche durchschnittliche Expositionshöhe nach Anwendung von ALARA einbezogen wurden (ICRP, 1991, Paragraph 184-194).

5.2.2 Großbritannien

Großbritannien übernahm das Konzept der ICRP (HSE, 1988), allerdings wurden zum Teil abweichende Begründungen referiert und ein eindeutigerer Bezug sowohl zum tolerierbaren wie zum akzeptierbaren Risiko hergestellt.

Als „intolerable level“ wird ein Risiko gekennzeichnet, das unter keinen Umständen gerechtfertigt sei („risk cannot be justified on any grounds“). Die „broadly acceptable region“ wird gleichgesetzt mit einer Region mit vernachlässigbarem Risiko („negligible risk“), in der keine besonderen Aktivitäten zur weiteren Reduzierung der Exposition erforderlich seien.

Dazwischen spannt sich der Bereich des „tolerable“ risk, wobei einschränkend an dessen Obergrenze darauf hingewiesen wird, „tolerable only, if risk reduction is impracticable or if ist cost is grossly disproportionate to the improvement gained“. Am unteren Ende wird diese Kosten-Nutzen-Überlegung schwächer formuliert: „tolerable, if cost of reduction would exceed the improvement gained“.

In diesem (bedingt) tolerablen Bereich gilt die ALARP-Regel (entspricht ALARA-Regel) mit dem Hinweis, das das Risiko insgesamt nur auf sich genommen werden solle, wenn ein Nutzen daraus angestrebt werde.

Für berufliche exponierte Kollektive wird bezugnehmend auf das Mortalitätsrisiko im Bergbau bei Risikobranchen (Bergbau gilt auch als risikoreiche Industrie) ein bestehendes Risiko von 1:1000/Jahr genannt und etwa mit dem Risiko durch Strahlenbelastung mit einer Dosis von 50 mSv/Jahr gleichgesetzt. Dieses Risiko sei an der Grenze zwischen „gerade noch tolerabel“ und „intolerabel“.

Für die Allgemeinbevölkerung wird ein um eine Größenordnung geringeres maximal tolerierbares Mortalitätsrisiko angenommen (1:10000/Jahr) und durch einen Vergleich mit der Chance, in einem Verkehrsunfall getötet zu werden, gestützt.

Als „broadly acceptable“ (ohne Unterscheidung zwischen Arbeitsplatz und Allgemeinbevölkerung) wird ein Risiko von 1:1 Million/Jahr angesehen und dies damit begründet, dass der Zuwachs gegenüber üblichen Lebensrisiken (z.B. Tod durch Brandkatastrophe oder Gasexplosion im Haus) sehr gering sei.

LAMBERT (1991) weist darauf hin, dass der diesem Bericht zugrunde liegende „Royal Society Report“ für den Arbeitsplatz es an nicht akzeptierbar eingeschätzt hatte, wenn das zugemutete Risiko zwischen 1:10000 und 1:100000 pro Jahr läge. Abweichend davon formuliert HSE: „broadly a risk of death of 1 in 1000 per annum is the most that is ordinarily accepted under modern conditions for workers in the U.K. and it seems reasonable to adopt it as the dividing line between what is just tolerable and what is intolerable“.

In dem Bericht von HSE (1988) wird darauf hingewiesen, dass neuere Schätzungen des National Radiological Protection Board höhere Risikoschätzungen als IRPC von 1977 beinhalteten. Diese neueren Schätzungen wurden einbezogen, liegen jedoch noch etwas unterhalb der IRPC-Abschätzungen von 1991. Eine neuere Auflage des HSE-Reports existiert, konnte jedoch nicht im Original beschafft werden, um eventuelle Aktualisierungen zu ermitteln.

5.2.3 Deutschland

In Deutschland wurde das Konzept der ICRP übernommen (www.bfs.de/ion/wirkungen/grenzwerte.html). Der Dosisgrenzwert liegt bei 1 mSv/ Jahr (Allgemeinbevölkerung) und entspricht damit einem Lebenszeitrisiko von ca. 4 Promille. Im Zusammenhang mit derzeit in Bearbeitung befindlichen Grundsätzen für die sichere Endlagerung von radioaktiven Abfällen wird daran gedacht, das Minimierungsgebot auf den Bereich bis zu einem de minimis-Risiko zu begrenzen. JUNG et al. (2000) halten ein Risiko von 10^{-5} bis 10^{-6} bezogen auf die Lebenszeit für ein geeignetes de minimis-Risiko, da dieses der Größenordnung der Grenzwerte für viele chemische Kontaminanten im Trinkwasser und in Nahrungsmitteln entspricht. Für diese Rechtsgüter sind bereits hohe Reinheitsanforderungen bei Chemikalien gegeben (vgl. Abschnitt 5.5). Das de manifestis Risiko könne an der Schwankungsbreite der natürlichen Belastung orientiert werden. Bei Strahlung liege dieses Lebenszeitrisiko bei ca. 4-8:1000 (entsprechend einer Hintergrundbelastung von 1 - 2,2 mSv/Jahr mit entsprechender Schwankungsbreite). Bei Chemikalien (ohne radioaktive Substanzen) ergibt sich nach Jung et al. ein Gesamtmortalitätsrisiko durch natürliche Belastung von ca. 1:1000 /Lebenszeit. Dies liege damit zwar nicht identisch zum Hintergrundrisiko durch Strahlung, jedoch in einer Größenordnung. Wenn also das de manifestis Risiko an diesen Vergleichsgrößen orientiert wird, ordnet sich der ICRP-Empfehlungswert von 1 mSv/Jahr und einem Risiko von 4:1000 gut in diesen Rahmen ein. **Abb. 5.7** verdeutlicht die Überlegungen.

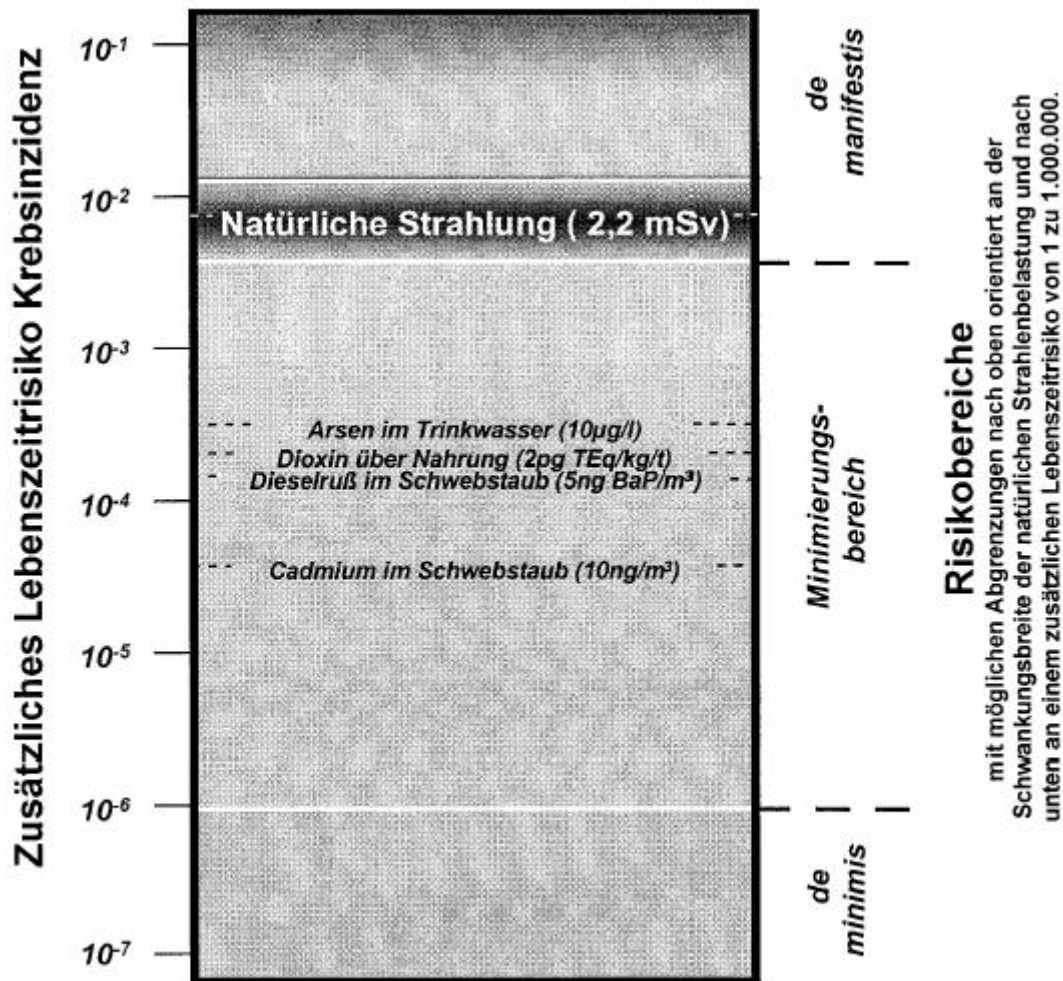


Abb. 1 ▲ Mögliche Abgrenzung zwischen *de manifestis* und *de minimis* Risikobereichen zum Schutz der Bevölkerung beim Vorliegen natürlicher Belastungen

Abb. 5.7 Vorschlag eines Ampelmodells für Strahlenrisiken (aus: JUNG et al., 2000) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © Springer Verlag)

5.2.4 USA

Für die USA liegen die Empfehlungen des National Council on Radiation Protection and Measurements von 1987 bzw. 1993 vor, die am Konzept der ICRP angelehnt sind, jedoch einige relevante Differenzierungen bieten. Wir beschränken die folgenden Hinweise auf den Bericht von 1993 (NRC, 1993).

Wie bei ICRP wird auch von NRC auf das Bündel von Maßnahmen (Berechtigung der Exposition, ALARA, plus Grenzwerte) verwiesen, wobei deutlicher gemacht wird, dass das ALARA-Prinzip seine Berechtigung verliert, wenn das akzeptable Risiko überschritten ist.

Das amerikanische Konzept, hier speziell zur beruflichen Exposition, enthält 4 wichtige Hinweise zur Einordnung:

1. Die Unsicherheit bei der Abschätzung des Risikos bei den Ausgangsdaten wird ausgewiesen. Aufgrund der ungenauen Möglichkeiten zur Expositionsabschät-

zung und der ungenauen Ermittlung der Dosisrate enthalte wäre hier etwa ein Faktor 2 an Unsicherheit anzunehmen.

2. Die Unsicherheiten bei der Extrapolation des Risikos auf den Niedrigdosisbereich wird charakterisiert und wird in der Größenordnung von „2 oder darüber“ eingeschränkt.
3. Es wird auf den Vergleichsmaßstab (Risiko für tödliche Unfälle in einer sicheren Industriesparte) als Akzeptanzkriterium verwiesen. Dieses Risiko liege bei 10^{-4} oder darunter. Zusätzlich wird jedoch auf das erhebliche Morbiditätsrisiko durch nichttödliche Unfälle und berufsbedingte Erkrankungen verwiesen, was in den Risikovergleich einzubeziehen sei.
4. Es wird auf die Veränderung der Vergleiche und der Bewertung des Krebsrisikos mit der Zeit verwiesen: Krebs sei zunehmend früher erkennbar und behandelbar. Andererseits nimmt die Quote tödlicher Unfälle ebenfalls ab (in den USA zwischen 1976 bis 1991 ca. 3% p.a.)

NCRP schlägt für die berufliche Exposition ebenfalls eine durchschnittlich maximal tolerierbare Dosis von 20 mSv/Jahr vor, differenziert diese Angabe jedoch, indem a) von einer maximalen jährlichen Dosis von 50 mSv, b) von einer Gesamtdosis über das Berufsleben von 0,7 Sv ausgegangen wird und c), indem die kumulative effektive Dosis auf das Produkt: Alter x 10 mSv begrenzt wird. Bei dem genannten 0,7 Sv über die berufliche Lebensdauer (Alter: 18-64 Jahre) ermittelt die NCRP ein zusätzliches strahlungsbedingtes Mortalitätsrisiko durch krebserzeugende Wirkung von knapp unter 4% bei Anwendung dieser Regeln. Für unter 18-Jährige, für seltene Exposition und für Störfälle gelten gesonderte Überlegungen.

NCRP erwartet, dass die tatsächliche berufliche Belastung grundsätzlich unter diesen Grenzwertbelastungen liegen wird. Deshalb schätzt die Kommission, dass die tatsächliche Belastung mit dem Risiko in sicheren anderen Industriezweigen vergleichbar sei (ausgehend von einem Risiko für tödliche Unfälle in der sicheren Industrie von 10^{-4} pro Jahr errechnet sich dort ein Risiko für die Dauer des Berufslebens von ca. 5 Promille im Vergleich zu oben genanntem Risiko durch Strahlung von 4% bei dauerhafter Belastung in Höhe des Grenzwerts).

Auch für die Allgemeinbevölkerung übernimmt NCRP die Empfehlung der ICRP von 1 mSv/Jahr als akzeptable Dosis. Die Kommission verweist darauf, dass in der Allgemeinbevölkerung durch verschiedenartige Ursachen ein durchschnittliches Mortalitätsrisiko von 10^{-4} bis 10^{-5} /Jahr und manchmal darüber bestehe. Diese Risiken bestünden nicht nur, sondern sie scheinen nach NCRP auch akzeptiert zu werden. Ferner würde auch die Hintergrundstrahlung ohne Radon bereits eine Dosis von 1 mSv/Jahr (in den USA zwischen 0,65 mSv am Atlantik bis zu 1,25 mSv in Denver, Colorado) betragen. Dazu kämen ca. 2 mSv/Jahr durch Radon mit großer lokaler Variabilität. Auf Basis dieser Vergleiche sowie aufgrund einer höheren Empfindlichkeit in der Allgemeinbevölkerung gegenüber Strahlenschäden und der etwas längeren Expositionsdauer sieht die NCRP bei kontinuierlicher oder häufiger Exposition die Dosisbegrenzung auf 1 mSv/Jahr als gerechtfertigt an.

Ohne Differenzierung für beruflich Exponierte oder die Allgemeinbevölkerung weist NCRP auch ein vernachlässigbares durchschnittliches individuelles Risiko aus. Dabei wird die als vernachlässigbar geltende Strahlendosis von 0,01 mSv beibehalten, der schon 1987 von NCRP vorgeschlagen worden war (NCRP, 1987; NCRP 1993). Folgende Kriterien werden genannt, warum diese Dosis als vernachlässigbar gelten

könne („negligible, the level of average annual excess risk of fatal health effects attributable to radiation below which efforts to reduce radiation exposure to the individual is unwarranted“):

- die Höhe der Dosis,
- die Schwierigkeit in der Aufdeckung und im Nachweis der Dosis und des zugeordneten Gesundheitseffekts,
- das natürliche Risiko für die gleichen Gesundheitseffekte
- das geschätzte Risiko für Mittelwert und Schwankungsbreite der natürlichen Hintergrundstrahlung
- die Risikohöhe, die die Bevölkerung gewohnt sei,
- die Wahrnehmung und Einschätzung von Risikohöhen.

Die genannte Dosis von 0,01 mSv/Jahr wurde 1987 mit einem Risiko von 10^{-7} /Jahr verknüpft. Nach der oben genannten Definition eines vernachlässigbaren Risikos müsste eigentlich mit den neuen epidemiologischen Erkenntnissen die korrespondierende Dosis um den Faktor 4 bis 5 abgesenkt werden. Dies wurde jedoch mit den noch immer gültigen oben genannten Kriterien abgelehnt und die Dosis von 0,01 mSv/Jahr als vernachlässigbar beibehalten: damit ergibt sich faktisch ein als vernachlässigbar eingeordnetes Mortalitätsrisiko durch Strahlung von 5×10^{-7} /Jahr bzw. ein vernachlässigbares Lebenszeitrisiko von $3,5 \times 10^{-5}$. Eine Dosis von 0,01 mSv entspricht etwa derjenigen, die aufgenommen wird, wenn eine Person mit einem Flugzeug von England nach Spanien fliegt (HSE, 1988).

5.2.5 Schlussfolgerung

Der Ansatz der ICRP entspricht nicht originär einem zweistufigen System, sondern fixiert für Allgemeinbevölkerung und beruflich Exponierte jeweils 1 Empfehlungswert. Erst durch eine Verschiebung des Schutzniveaus von 1977 nach 1991 ergibt sich in der Zusammenschau eine Orientierung am akzeptablen Risiko (1977) bzw. am tolerablen Risiko (1991). Damit resultieren folgende Spannen:

- | | | |
|-------------------------|------------------------|---|
| • Arbeitsplatz: | akzeptables | 1×10^{-5} /Expositions-jahr |
| | Krebsmortalitätsrisiko | (4×10^{-4}) /Lebenszeit |
| | tolerables | 1×10^{-3} /Expositions-jahr |
| | Krebsmortalitätsrisiko | (4×10^{-2}) /Lebenszeit |
| • Allgemeinbevölkerung: | akzeptables | 1×10^{-5} bis 1×10^{-6} /Lebensjahr |
| | Krebsmortalitätsrisiko | $(7 \times 10^{-4} - 7 \times 10^{-5})$ /Lebenszeit |
| | tolerables | 5×10^{-5} /Lebensjahr |
| | Krebsmortalitätsrisiko | $(3,5 \times 10^{-3})$ /Lebenszeit |

Damit werden bei Strahlung deutlich höhere Risiken akzeptiert bzw. toleriert als dies im allgemeinen bei nichtradioaktiv wirkenden Chemikalien der Fall ist; dennoch hat die englische Arbeitsschutzbehörde (HSE) für andere Arbeitsplatzrisiken außer Krebs die genannten Risikohöhen übernommen.

Ungewöhnlich ist die Festlegung von Grenzwertempfehlungen oberhalb des jeweils angestrebten Schutzniveaus mit dem Hinweis, dass Expositionen in Höhe des Grenzwerts im Allgemeinen nicht auftreten würden.

Die Differenzierung des tolerierten bzw. akzeptierten Risikos zwischen Allgemeinbevölkerung und Arbeitsplatz erfolgt mit dem Hinweis auf das bewusste Eingehen des Risikos, auf den einhergehenden Nutzen, auf das Vertrauen in begleitende Maßnahmen und die Einsicht, dass das Risiko soweit es eben möglich ist, reduziert würde. In Abschnitt 3.9 wurde von uns auf die Problematik der Zielgruppendifferenzierung mit diesen Begründungen verwiesen.

Als Begründung für die Differenz zwischen Arbeitsplatz und Allgemeinbevölkerung wird von NCRP nicht, wie bei IRCP, auf das bewusste Inkaufnehmen des Risikos abgehoben und auf den Nutzen für den beruflich Exponierten. Die gelieferte Begründung bietet eine besser vertretbare Grundlage für die vorgenommene Differenzierung im tolerablen Risiko. Allerdings trägt das Argument der unterschiedlichen Suszeptibilität für krebserzeugende Wirkung bei der Allgemeinbevölkerung im Vergleich zu beruflichen Kollektiven nur begrenzt: ein Vergleich der Erkrankungs- bzw. Mortalitätswahrscheinlichkeit für Krebs an einzelnen Organsystemen bei der Gesamtbevölkerung in Gegenüberstellung zu Arbeitnehmern wird in der gleichen Schrift vorgestellt (NCRP 1993, **Tab. 7.2**) und zeigt nur geringe Abweichungen.

Von Interesse ist die Effektivität in der Umsetzung dieser ICRP-Empfehlungen in nationales Regelungsnetzwerk. Durch den internationalen Charakter gewann die Kommission die erforderliche Unabhängigkeit und faktische Autorität, um entsprechende Werte etablieren zu können. Die nationale Umsetzung und das Risikomanagement konnten sich auf eine „von außen“ kommende und somit scheinbar objektivere Basis stützen. Die nationale gesellschaftliche Auseinandersetzung wurde bei der Festlegung dieser Werte nur ansatzweise und praktisch nur im außerinstitutionalen (außerparlamentarischen) Rahmen geführt: insofern wurden Akzeptanzdiskussionen nicht wirklich in den Entscheidungsprozess integriert – das Vorgehen kann insofern nicht als beispielhaft für die anstehende Diskussion im Gefahrstoffbereich herangezogen werden.

5.3 Altlasten

5.3.1 Umweltbundesamt

Im Rahmen der Ableitung von Prüfwerten zur Umsetzung des Bodenschutzgesetzes wurden entsprechend einem Ampelmodell Kriterien für eine Gefahrenschwelle und eine Besorgnisschwelle ausgewiesen (KONIETZKA und DIETER, 1998; vgl. auch **Abb. 3.5**). Das Gefahrenniveau wird mit einem „nicht mehr hinnehmbaren Risiko“ gleichgesetzt, Oberhalb der Besorgnisschwelle besteht Besorgnis, was ein „unerwünschtes Risiko“ bedeutet. Unterhalb der Besorgnisschwelle liegt noch ein Restrisiko vor, bei dem Risiken aufgrund praktischer Vernunft ausgeschlossen seien. Mit dem Begriff Restrisiko wird hier „das rechtlich erlaubte und damit hinzunehmende gesundheitliche Risiko bezeichnet.“ Diese Kriterien unterscheiden sich für krebserzeugende und für nicht krebserzeugende Wirkung:

Bei krebserzeugenden Stoffen ohne Wirkungsschwelle muss „die Höhe des letztlich hinzunehmenden oder hingenommenen Risikos ...im politischen Konsens anhand nichttoxikologischer Kriterien befunden werden“. Ebenso wird „das gefahrenbezogene Risiko auf der Basis ...für das akzeptierte zusätzliche Krebsrisiko ...abgeleitet, indem dieses zusätzliche Risiko mit einem willkürlichen aber im Rahmen der genann-

ten Plausibilitätsüberlegungen maßvollen Faktor ...multipliziert wird“ (KONIETZKA und DIETER, 1998). Die Autoren verwenden ein akzeptiertes zusätzliches Lebenszeit-Krebsrisiko von 1:100.000 (KONIETZKA, 2002) und einen Faktor 5 für Eingrenzung der Spanne zwischen der so quantifizierten Besorgnisschwelle und der Gefahrenschwelle. Tatsächlich wurden im Rahmen der Bundesbodenschutzverordnung bisher nur Gefahrenwerte auf dem Risikoniveau von 5×10^{-5} (Lebenszeitrisiko) festgelegt, während keine Bodenwerte auf dem Besorgnisniveau (akzeptables Risiko) ausgewiesen wurden (KONIETZKA, 2002). Die Überschreitung des Gefahrenwerts führt zu staatlichem Handeln, während bisher nicht festgelegt ist, welche Maßnahmen des Risikomanagements im Besorgnisbereich erfolgen sollten.

Für Stoffe mit Schwellenwert wird die Besorgnisschwelle mit dem „No observed adverse effect level“ (NOAEL) für empfindliche Personengruppen gleichgesetzt, wobei dieser in der Regel mit Hilfe von Unsicherheitsfaktoren zu extrapolieren ist (NAEL statt NOAEL). Erste nachteilige Effekte bei empfindlichen Personen (LOAEL bzw. LAEL) liegen nach der Philosophie im Bodenschutzgesetz oberhalb der Gefahrenschwelle (hinreichende Wahrscheinlichkeit von nachteiligen Effekten). Zwischen N(O)AEL und L(O)AEL für empfindliche Personen liegen – je nach Datenbasis – Extrapolationsschritte, die mangelndes stoffspezifisches Wissen kompensieren sollen und die somit Vorsorgeelemente enthalten. Diese Faktoren können demnach auf Gefahrenniveau kleiner gewählt werden als auf Besorgnisniveau. In der Regel ergibt sich zwischen Besorgnisniveau und Gefahrenniveau ein Faktor von 10 (er kann aber auch andere Werte bis zum Wert 33 annehmen).

Die Entsprechungen und Unterschiede im Umgang mit krebserzeugenden Stoffen ohne Schwellenwert und Stoffen mit angenommenem Schwellenwert werden in **Tab. 5.3** verdeutlicht. Durch die Erkenntnis, dass ein NOAEL nicht etwa eine Dosis bzw. Konzentration ohne jedes Risiko darstellt, ließen sich auch bei einem NOAEL oder LOAEL gewisse Risiken ausweisen. Dies wird jedoch üblicherweise nur dann gemacht, wenn statt des NOAEL-Ansatzes das Benchmarkverfahren zum Einsatz kommt. In diesem Fall können dem NOAEL/LOAEL Risikohöhen zugerechnet werden oder z.B. eine Benchmarkdosis₀₅ mit definierter Risikohöhe ausgewiesen werden. Auch bei Wahl des Benchmarkverfahrens ergibt sich bei Extrapolation in den Niedrigdosisbereich eine modellabhängige größere Unsicherheit bei der Akzeptanzschwelle im Vergleich zur Toleranzschwelle (näher am experimentellen Bereich und damit weniger modellabhängig).

Tab. 5.3 Umgang mit Risikohöhe und Unsicherheit der Risikoquantifizierung in der Bundesbodenschutzverordnung

	Risikohöhe		Veränderung der Unsicherheit bei Risikoabschätzung
	Akzeptanzschwelle	Toleranzschwelle	Von Akzeptanzschwelle zu Toleranzschwelle
Stoffe ohne Schwellenwert (Kanzerogene)	Lebenszeit-Krebsmortalitätsrisiko 10^{-5} (rechnerisch quantifiziert)	Lebenszeit-Krebsmortalitätsrisiko 5×10^{-5} (rechnerisch quantifiziert)	Implizit: Unsicherheit bei Toleranzschwelle < als bei Akzeptanzschwelle, da kleinere Extrapolationsstrecke (nicht quantifiziert)
Stoffe mit Schwellenwert (meist keine Kanzerogene)	Risiko für nachteilige Effekte liegt unter Risiko bei LOAEL (oft nicht quantifiziert)	Risiko für nachteilige Effekte entspricht Risiko bei NOAEL (oft nicht quantifiziert)	Explizit: Unsicherheit bei Toleranzschwelle < als bei Akzeptanzschwelle, da kleinere Extrapolationsfaktoren (quantifiziert)

5.3.2 USA

In den USA wurden in verschiedenen Regelungswerken Zielwerte („target levels“) für Sanierungsmaßnahmen von Altlasten bei krebserzeugenden Stoffen formuliert, die auf der Einhaltung eines „akzeptablen Risikos“ basieren. Häufig wird verkürzt davon ausgegangen, dass dieses in Regelwerken angenommene akzeptable Risiko bei 10^{-6} (durchschnittliches individuelles zusätzliches Lebenszeitrisko für Krebserkrankung durch eine Exposition) liege. Tatsächlich stellt 10^{-6} jedoch die untere Schranke der meisten Regelungen dar (PIRI, 2002):

- Superfund-Standorte: EPA wies als Bereich für ein akzeptables Risiko den Bereich zwischen 10^{-4} und 10^{-6} aus
- EPA „Hazardous Waste Management System Toxicity Characteristics Revision“: Hier wählte die EPA ein 10^{-5} Zielrisiko
- Safe Drinking Water Act. Als Maximum Contaminant Level (MCL) wird dort als Zielgröße ein Risiko von 10^{-6} genannt. Aber viele MCL für Einzelstoffe übersteigen dieses Niveau. Zum Beispiel wird für Beryllium ein Zielrisikoniveau von 2×10^{-4} ausgewiesen. Neben den MCL gibt es „maximum contaminant level goals“ (MCGLs), die krebserzeugenden Stoffen typischerweise bei Null liegen. Die MCL, nicht die MCGL, sind gesetzlich einklagbar.
- Risk Based Correcting Action Program (RBCA) der EPA in Zusammenarbeit mit den U.S.-Einzelstaaten: Für Boden- und Grundwasserzielwerte der Einzelstaaten wurde in vielen Fällen ein Risiko von 10^{-4} bis 10^{-6} zugrunde gelegt.

Die vorgestellten Risikohöhen liefern für sich kein Ampelmodell, zeigen jedoch eine praktische Untergrenze, nach der Krebsrisiken von 10^{-4} bis 10^{-6} im Altlastenbereich hingenommen werden und nicht zu staatlichem Handeln führen. APPLGATE (2000) verweist auf die Uneinheitlichkeit in dem Verständnis und in dem Ausmaß, mit dem das Vorsorgeprinzip in diesen Regelwerken umgesetzt ist.

SUTER et al. (1995) versuchen, ein System zur Bewertung von Altlasten aufzubauen, das den Ampelgedanken enthält, indem sowohl ein „de minimis“- als auch ein „de manifestis“-Risiko ausgewiesen werden. „de minimis“ setzen die Autoren bei 10^{-6} (Lebenszeitkrebsrisiko) und „de manifestis“ bei einem Risiko von 10^{-4} an. Nach gleichzeitiger Bewertung des Umweltrisikos wird eine Matrix generiert, unter welchen Bedingungen Altlastensanierungsmaßnahmen erfolgen müssen. Dem gegenüber schlagen KOCHER und HOFFMANN (1996) deutlich höhere Risiken im Bereich 10^{-1} bis 10^{-3} als „de manifestis“ vor. Für nicht krebserzeugende Substanzen sehen sie die amerikanische Referenzdosis (RfD) der EPA als eine Umsetzung des de minimis – Gedankens an, was dem Ansatz von Suter et al. widerspricht. Die Diskussion zeigt die Unsicherheit in der Zuordnung von Krebsrisiken zu Akzeptanzniveaus. Eine regulatorische Umsetzung ist nach unseren Informationen nicht erfolgt.

5.3.3 Kanada

Von „Environment Canada“ liegen Hinweise („Technical Assistance Bulletins“) zur Durchführung des „Risk Managements for contaminated sites“ vor, in denen prinzipiell ein Ampelmodell zum Einsatz kommt. Dabei wird beispielhaft ausgegangen von:

- einem vernachlässigbaren („negligible“) Risiko bei $<1:1.000.000$ (Target Level B)⁹,
- einem nicht tolerablen („intolerable“) Risiko von $>1:10.000$ (Target Level A),
- dazwischen: Risiko ist in der tolerierbaren („tolerable“) Region. Wenn zusätzlich in diesem Bereich das ALARP-Prinzip („as low as reasonably practicable“) angewandt wurde, kann das Risiko in der tolerierbaren Region als akzeptabel („acceptable“) eingeordnet werden. Die Umsetzung des ALARP-Prinzips wird dabei zusammenfassend beschrieben: „if it can be justified that all reasonable and practicable measures have been taken to reduce and control risk“ (<http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab17-e.html> bzw. [tab18-e.html](http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab18-e.html))
- Die quantitativen Angaben (10^{-6} , 10^{-4}) sind jedoch nicht fixiert, sondern nur beispielhaft ausgewiesen. Wie die Fixierung der Zielrisiken in der Bewertungspraxis erfolgt, geht aus dem Dokument nicht hervor. Wie aus anderen Beschreibungen entnehmbar ist, erfolgt die Entscheidung fallweise und ist nicht generell vorgegeben (vgl. <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/ccrpb/publication/98ehd216/toc.htm>)

5.3.4 Schlussfolgerung

Im Altlastenbereich (Bodenschutz) existiert in Deutschland bereits ein Ampelkonzept, das integrierend sowohl für nicht-kanzerogene wie für kanzerogene Substanzen angewandt wird. Allerdings gibt es nur auf Gefahrenniveau maßnahmeorientierte Grenzwerte (hier als „Prüfwerte“). Auf der Ebene der Besorgnisschwelle werden zwar toxikologische Daten erhoben, jedoch keine medienbezogenen Werte kalkuliert. Damit wird auch bei diesem Ampelkonzept der eigentliche Vorteil dieses Vorgehens nicht hinreichend genutzt. In den USA liegen sehr heterogene Konzepte vor, die kei-

⁹ Nach persönlicher Auskunft der Behörde (Environment Canada) handelt es sich um das „excess lifetime mortality risk due to exposure to a carcinogen“.

ne weiteren Interpretationen für ein Ampelkonzept in Deutschland zulassen. Das in den USA als akzeptabel gewertete Lebensrisiko ist oftmals höher als $1:10^6$. Die für Kanada genannte Spanne zwischen zwei Zielrisiken im Altlastenbereich sind nur als Beispielswerte kalkuliert worden und beinhalten somit keine weitreichende Verbindlichkeit.

5.4 Luft

Es sind uns keine Beispiele für Ampelanwendungen im Außenluftbereich bekannt, jedoch einzelne Risikoquantifizierungen, die als Orientierung hilfreich sind.

5.4.1 USA, Clean Air Act

Die Erläuterungen zum Clean Air Act von 1990 verlangen die Einhaltung eines maximal verbleibenden Risikos für Krebserkrankungen, nachdem die best verfügbare Kontrolltechnologie angewandt wurde. Bei einem Risiko von weniger als 1 zu 1 Million werden keine Zusatzaufgaben erforderlich. Ein weiterer Sicherheitsabstand („ample margin of safety“) sei jedoch erforderlich. Dies wurde von der EPA und von Gerichten so interpretiert, dass der am stärksten Exponierte gegen ein Risiko von 1:10000 geschützt sein müsse, ohne dass Kosten oder technische Machbarkeit dieses Ziel einschränken dürften. Außerdem müssten so viele Personen wie möglich gegenüber einem Risiko von 1: 1 Million geschützt sein, wobei hier jedoch ein Ermessensspielraum aufgrund von wissenschaftlicher Unsicherheit, technischer Machbarkeit und Kostenüberlegungen bestehe (SADOWITZ und GRAHAM, 1995). Nach COHEN (2001) ist jeweils das zusätzliche Lebenszeitrisiko gemeint.

5.4.2 Deutschland

Für krebserzeugende Stoffe in der Außenluft wurde vom Länderausschuss Immissionsschutz (LAI, 1992) ein noch tolerables Risiko ausgewiesen. Dieses Risiko wurde - abweichend von den meisten bestehenden anderen Konzepten - nicht als Einzelstoffrisiko charakterisiert, sondern als Gesamtrisiko durch alle wichtigen bekannten krebserzeugenden Luftschadstoffe. Ausgehend von einer Bestandsaufnahme (vorliegende Expositionskonzentrationen) und entsprechenden Risikoquantifizierungen mit Hilfe des „unit risk“ wurde im städtischen Bereich ein vorliegendes Krebsrisiko von 1:1000 errechnet, im ländlichen Bereich von 1:5000. Als Maßstab für die Festlegung von Luftgrenzwerten wurde daraus abgeleitet, dass ein Risiko für Krebsmortalität von 1:2500 zu einer Verbesserung der städtischen Luftqualität und damit zu einer Angleichung der städtischen Lebensverhältnisse an die ländlichen Lebensverhältnisse führen würde. Das jeweilige zulässige stoffspezifische Risiko wurde in unterschiedlicher Höhe festgelegt, um der jeweiligen Ausgangsexposition (übliche Luftkonzentrationen) und der sehr unterschiedlichen kanzerogenen Potenz (als unit risk) Rechnung zu tragen. Weder das vorliegende Risiko von 1:1000 noch das für den städtischen Bereich zu erreichende Zielniveau von 1:2500 wurden vom LAI als dauerhaft akzeptable Risiken eingeordnet oder können in dieser Weise eingeordnet werden, sondern liegen über dem Akzeptanzniveau, wobei keine eindeutige Grenze zu einem „intolerablen“ Risikoniveau benannt wurde.

KÖCK (2001b) berichtet allerdings von Gerichtsurteilen, die sich auf diese LAI-Einordnung beziehen und die eine Zusatzbelastung von „lediglich 1% oder weniger des von der LAI-Arbeitsgruppe als Beurteilungsmaßstab qualifizierten Konzentrationswertes ... als irrelevant ansehen“, Diese Auffassung wurde mehrfach bestätigt und wird als ständige Rechtssprechung des Verwaltungsgerichtshof Mannheim interpretiert. Nach der Einschätzung eines anderen Verwaltungsgerichtshofs (München) wird allerdings erst ein niedrigeres Risiko für eine im Einwirkungsbereich einer Anlage lebende Person in Höhe von 1×10^{-6} pro Lebenszeit als irrelevante Risikoerhöhung qualifiziert. Wird die Irrelevanzschwelle für eine Anlage nicht erreicht, ist danach eine Genehmigung zu erteilen. Folglich liegt dieses für eine Genehmigung ausschlaggebende Zusatzrisiko bei 10^{-5} bis 10^{-6} .

Das Verwaltungsgericht Mannheim weist zudem darauf hin, dass eine Überschreitung der LAI-Beurteilungswerte nicht gleichgesetzt werden dürfe mit einer Überschreitung der Gefahrengrenze. Auf das Gesamtrisiko bezogen würde dies bedeuten, dass ein zusätzliches Lebenszeitkrebsrisiko von 1:1000 nicht sicher bereits im Gefahrenbereich liegt. Diese Einschätzung ist zwar nach Ansicht von KÖCK (2001b) formal richtig, ist aber in Kommentaren als ein zu hohes (nicht hinnehmbares) Risiko bezeichnet worden.

Im Zusammenhang mit der Diskussion um mögliche Forderungen nach Emissionsminderungen bei krebserzeugenden Stoffen ist ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts von Interesse, dass Forderungen nach Emissionsreduzierungsmaßnahmen bei einer Anlage abgelehnt hat, die bereits ein Zusatzrisiko von nur 5×10^{-7} auswies. Als Begründung wurde genannt, dass dieses Risiko bereits „um mehr als 2 Zehnerpotenzen unter dem Risiko liegt, während einer Lebenszeit von 70 Jahren vom Blitzschlag getroffen zu werden.“¹⁰ (KÖCK, 2001b).

5.5 Lebensmittel

5.5.1 Toxikologische Relevanzschwelle (ILSI)

Eine Expertengruppe des International Life Science Institute (ILSI) in Europa entwickelte das Konzept des „Threshold of toxicological concern“ (TTC) für Lebensmittel (KROES und KOZIANOWSKI, 2002; KROES et al., 2004). Dabei wird eine Dosis gesucht, die von Lebensmitteln aufgenommen werden kann, ohne dass sie ein relevantes Gesundheitsrisiko darstellt. Es wird davon ausgegangen, dass bestimmte Aufnahmemengen eines Lebensmittels ein solches „de minimis“-Risiko beinhalten, unterhalb dessen es eine sehr niedrige Wahrscheinlichkeit eines nennenswerten Risikos für die Gesundheit gebe. Die Besonderheit dieses Konzepts besteht darin, dass keine spezifischen Toxizitätstests vorliegen müssen, um die Zuweisung eines TTC zu ermöglichen. Nachdem Proteine, Schwermetalle und polyhalogenierte Dibenzodioxine ausgenommen wurden, erfolgt eine solche Zuordnung auch für gentoxische Kanzerogene und – stufenweise – auch für Substanzen anderer Risikoklassen (ein-

¹⁰ nach Schätzungen für den Tod durch Blitzschlag liegt das Lebenszeitrisiko bei $3,7 \times 10^{-6}$ (HSE, 2001) oder 7×10^{-6} (HSE, 1988). Ein Risiko von ca. 1×10^{-5} wurde von uns für die USA errechnet. NWS (2005; USCB, 2005). Das Risiko unter Einschluss nichtletaler Blitzschläge liegt 0,5 bis 1 Größenordnung darüber (NWS, 2005).

schließlich reproduktionstoxischer Stoffe, immuntoxischer oder neurotoxischer Substanzen), die über Struktur-Wirkungsbeziehungen differenziert wurden. Voraussetzung ist, dass eine zuverlässige Expositionsabschätzung möglich ist.

Als „de minimis“ Risiko für krebserzeugende Substanzen wurde ein Lebenszeitkrebsmortalitätsrisiko von 1:1 Million herangezogen. Einige Gruppen von Chemikalien enthielten nach dieser Auswertung bereits ein erhöhtes Risiko, wenn eine tägliche Aufnahmemenge von 0,0025 µg/kg • d überschritten wurde (z.B. Aflatoxine, N-Nitrosoverbindungen). Für die meisten entsprach jedoch eine deutlich höhere Dosis zwischen 1,5 und 30 µg/kg • d dem genannten Risiko. Die Abschätzung machte sich neben den Struktur-Wirkungsüberlegungen die Dosis im Tierversuch zu Nutze, die dort bei 50% der Tiere Krebs ausgelöst hätte (TD50) und extrapolierte von dort linear zum 10⁻⁶-Risiko. Damit wählten sie eine sehr konservative Abschätzung.

Die Autoren meinen, dass durch dieses Konzept unnötige Testungen vermieden werden könnten, wobei sie nicht ausschließen, dass in Einzelfällen die Grobeinteilung durch eine genauere Berechnung mit genaueren Daten ersetzt werden könnte.

Das TTC-Konzept war schon von der U.S. Food and Drug Administration für Lebensmittelzusatzstoffe verwendet worden und vom Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) bei der Bewertung von Würzmitteln herangezogen worden.

KROES et al. (2004) weisen ausdrücklich darauf hin, dass sie die Überlegungen (Ausweisung eines de minimis-Risikos auf Basis von Struktur-Wirkungsbeziehungen und Daten im Hochdosisbereichs) für übertragbar z.B. auf den Arbeitsplatz halten.

5.5.2 Großbritannien (COC)

Mitglieder des Committee on Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment (COC) werden vom „Chief Medical Officer“ und Vorsitzenden der Agentur für Nahrungsmittelstandards (Foods Standards Agency, FSA, in England) berufen. Das COC ist eine Einrichtung, die selbst keine verbindlichen Risikobewertungen durchführt, jedoch beratende Funktion hat. Eine präzise Zuordnung, wo die vom COC aufgestellten Prinzipien umgesetzt werden sollen, ist aus den vorliegenden Unterlagen nicht ersichtlich, jedoch legt die enge Anbindung an die FSA nahe, dass die Ergebnisse des COC vor allem für die Standardsetzung im Lebensmittelbereich herangezogen werden.

Bei der Risikocharakterisierung von krebserzeugenden Stoffen (COC, 2004) wird eine mechanistische Unterscheidung in Schwellenwert- und Nichtschwellenwertkanzerogene vorgenommen. Internationalen Gepflogenheiten entsprechend empfiehlt das COC die Abschätzung eines Schwellenwerts über Unsicherheitsfaktoren, sofern ein solcher Mechanismus angenommen werden kann. Mit einem stoffspezifisch zu differenzierenden Satz von Unsicherheitsfaktoren mit Defaultwerten von 10 x 10 könne eine Dosis ohne nennenswertes Risiko („without appreciable risk“) abgeleitet werden, die an anderer Stelle auch mit „no significant risk“ assoziiert wird.

Für Nichtschwellenwertkanzerogene nimmt COC an, dass es eine akzeptable Risikoschätzung wegen zu großer Unsicherheiten nicht gebe (vgl. auch Abschnitt 5.1.1). Dennoch könne in einigen Fällen pragmatisch ein „minimal risk level“ identifiziert werden. Als „minimal risk level“ wird eine Dosis mit vernachlässigbarem Krebsrisiko bezeichnet. Wegen der genannten Unsicherheit soll grundsätzlich auch bei Erreichen oder Unterschreiten des „minimal risk level“ das ALARP-Prinzip („as low as reaso-

nably practicle“) beachtet werden. Als orientierende Größe zur Abschätzung eines „minimal risk levels“ wird ein Unsicherheitsfaktor von 10.000 in die Diskussion gebracht. Aus der an dieser Stelle zitierten Literatur (GOLD et al., 2003) lässt sich vermuten, dass dieser Faktor auf des kanzerogene Effektdosis des TD50 angewandt werden soll.

Das COC nimmt nur zurückhaltend zu dem oben genannten Konzept (vgl. Abschnitt 5.5.1) des „Threshold of Toxicological Concern“ (TTC) Stellung, indem diesem nur eine Rolle zur Priorisierung von Chemikalien zugewiesen wird. Es sei nicht zur Risikoquantifizierung geeignet.

Die Überlegungen des COC können genutzt werden, um die Größenordnung eines Risikos einzugrenzen, das von diesem Komitee als vernachlässigbar eingestuft wird. Die Bewertungsphilosophie ist mit anderen Überlegungen aus Großbritannien im Einklang, nach denen Risikoquantifizierungen im Niedrigdosisbereich als zu unsicher eingeschätzt werden, um diese für mehr heranzuziehen als für Prioritätensetzungen. Da es sich nicht um ein zweistufiges Konzept handelt, ist eine Differenzierung in der Akzeptanz verschieden hoher Krebsrisiken mit regulatorischen Konsequenzen nicht Gegenstand der Betrachtungen des COC.

5.6 Störfall

Im Störfallbereich wurde schon früh mit einer Ampel gearbeitet, jedoch üblicherweise nicht hinsichtlich Krebsrisiken, sondern in Bezug auf Todesfälle, Epidemien oder Umweltkatastrophen.

5.6.1 Deutschland

Die erforderliche Risikoreduzierung sucht das Technik- und Umweltrecht zunächst mit Mitteln der Gefahrenabwehr zu erreichen. Risikoreduzierungen bis unterhalb einer gewissen, jedoch nicht näher quantifizierten „Gefahrenschwelle“ werden verlangt. Es wird nicht von einem Nullrisiko ausgegangen. Es soll grundsätzlich ein Abwägungsprozess zwischen Chancen und Risiken, die mit der Einführung technisch-wissenschaftlicher Entwicklungen verbunden sind, stattfinden (Risikoadäquanz) (SFK, 2004).

Als vertretbares Risiko wird qualitativ jenes Risiko verstanden, dass in einem bestimmten Zusammenhang nach den gültigen Wertvorstellungen der Gesellschaft akzeptiert wird. Als Restrisiko wird jenes Risiko bezeichnet, das nach Anwendung von Schutzmaßnahmen verbleibt. In Abhängigkeit von der Höhe des erreichbaren Restrisikos nach Anwendung von Risikominderungsmaßnahmen ist eine Anlage nur dann genehmigungsfähig, wenn das Restrisiko kleiner als das größte vertretbare Risiko (Grenzrisiko) ist (SFK, 2004).

Die graphische Darstellung der Störfallkommission für diese Zusammenhänge zeigt auch das „de minimis“-Risiko, das hier mit dem natürlichen Hintergrundrisiko gleichgesetzt wird (**Abb. 5.8**). Der rote Bereich würde dem Gefahrenbereich entsprechen. Dieser wäre vom grünen Bereich (Sicherheit) durch das „Grenzrisiko“ abgetrennt (vgl. Abschnitt 3.3).

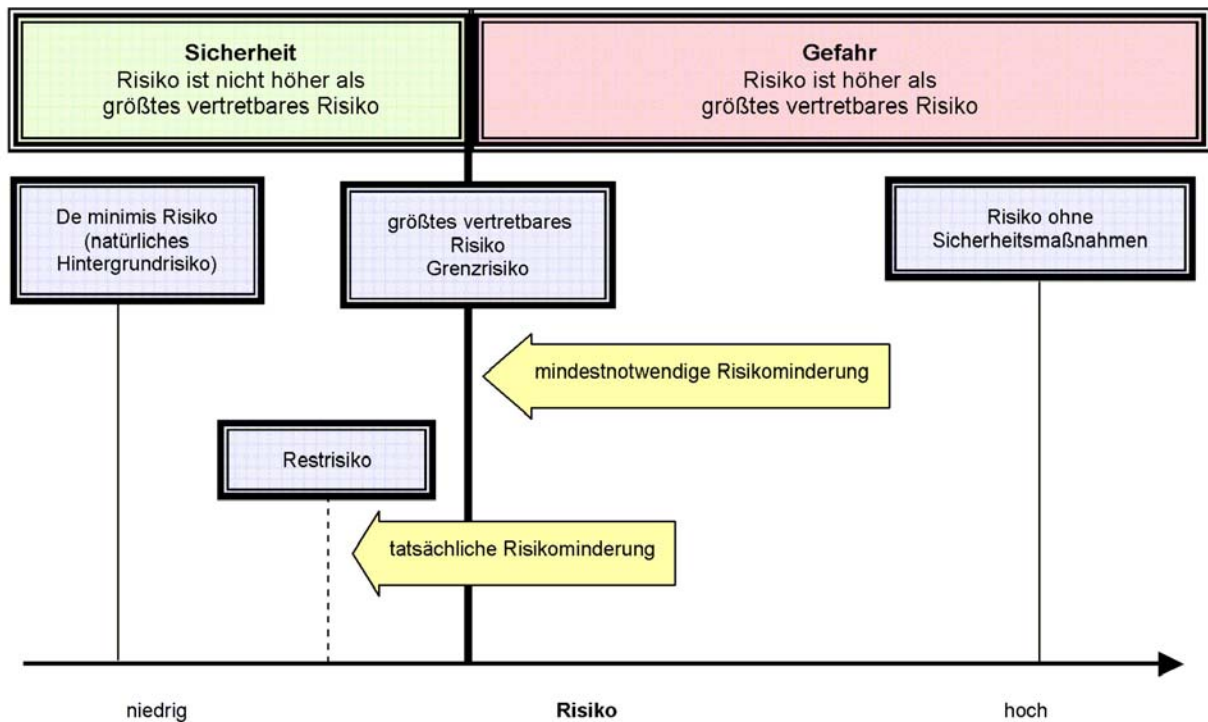


Abb. 5.8 Qualitatives Schema zur Einordnung von Störfällen in Deutschland (Quelle: SFK, 2004)

Die Darstellung erinnert somit bereits an die Stufen des Ampelmodells. Im offenen Abwägungsprozess zum Grenzzisiko eröffnet sich der Gelbbereich. In der Tat werden entsprechende Farben oder Stufen als 2-dimensionale Ampel in den Darstellungen eingesetzt, in Deutschland jedoch ohne Risikoquantifizierungen, sondern mit qualitativen Beschreibungen. Die beiden Dimensionen entsprechen dem klassischen Schema der Eintrittshäufigkeit x Schadensausmaß, das zur Risikocharakterisierung verwendet wird. Somit werden mögliche Schäden in die Kategorien (oft...selten) bzw. (groß...gering) unterteilt. **Abb. 5.9** zeigt eine Ampelpräsentation dieses Zusammenhangs nach SFK (2004). Das Schema der Abbildung 5.9 ist jedoch nicht auf das Schema in Abbildung 5.8 abgestimmt. Die kategorische Aussage, dass auch seltene Todesfälle zu einem nicht vertretbaren Risiko führen, ist bei dieser Einteilung nach Abbildung 5.9 zu beachten. Möglicherweise wird dieses Kriterium nicht durchgängig zum Maßstab für die Risikobewertung bei Störfällen herangezogen. Die Störfallkommission kommentiert zum gelben Bereich, dass hier das Risiko so hoch ist, so dass es „nicht ohne weiteres“ eingegangen werden kann, jedenfalls nicht ohne vorherige Durchführung zusätzlicher Abwägungen und eventuell durchzuführender risikomindernder Maßnahmen. Durch die Einführung des gelben Bereichs wird die Risikoisolinie des Grenzzisikos in einem Bereich aufgeweitet und ist nicht mehr „scharf“ (SFK, 2004).

(Potentielle) Auswirkungen	Eintrittshäufigkeit		
	Selten	Manchmal	Oft
Todesfälle; ernste Auswirkungen auf Umwelt/Öffentlichkeit; großer Sachschaden			
Schwere Verletzungen; begrenzte Auswirkungen auf Umwelt/Öffentlichkeit; Sachschaden			
Verletzungen; keine Auswirkungen auf Umwelt/Öffentlichkeit; geringer Sachschaden			
Unwesentliche Auswirkungen auf Menschen/Umwelt/Öffentlichkeit/Sachen			

Risiko nicht vertretbar
 Risiko nicht ausreichend bestimmt, weitere Analysen erforderlich
 Risiko ist vertretbar

Abb. 5.9 2-dimensionales qualitatives Ampelmodell zur Störfallbewertung in Deutschland (Quelle: SFK, 2004)

Bei den Sachversicherern werden das so definierte Restrisiko noch feiner in 6 Stufen unterteilt und ordinal von „unzulässig hoch“ über „vermindern erwünscht“ über „noch tragbar“ bis hin zu „vernachlässigbar“ gestuft (SFK, 2004).

5.6.2 Schweiz

In der Schweiz werden für den Fall von Naturkatastrophen oder Großunfällen Risikokategorien gebildet, die dem Ampelmodell entsprechen (zwei-dimensionale Ampel). Es gibt eine „Akzeptabilitätslinie“, die den Rotbereich vom „Übergangsbereich“ abgrenzt. Im Rotbereich ist das Produkt: Schadensausmaß x Schadenswahrscheinlichkeit „nicht akzeptabel“: das Risiko ist nicht tragbar, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen werden verfügt und ggf. Betriebsbeschränkungen oder ein Betriebsverbot veranlasst. Dieser „nicht akzeptable“ Bereich kann bei Katastrophen mit 1000 oder mehr Todesopfern oder mit Sachschäden von 5 Milliarden Schweizer Franken bereits bei einem Risiko von 1:1.000.000.000 (10^{-9}) pro Jahr beginnen und liegt bei Unfällen mit 10 erwarteten Todesfällen bei 1:100.000 (10^{-5}). Der Übergangsbereich (Gelbbereich) ist durch ähnliche Beschreibungen der Managementmaßnahmen gekennzeichnet, explizit wird hier jedoch auf eine Interessensabwägung Bezug genommen,

die eine zentrale Rolle spielt. Der Übergangsbereich überdeckt ca. 2 Größenordnungen. Unterhalb eines Risiko von 10^{-7} (durchschnittliches individuelles Unfallrisiko für Unfälle mit 10 Todesopfern) bzw. von 10^{-11} (durchschnittliches individuelles Unfallrisiko für große Katastrophen) wird das Risiko als akzeptabel bezeichnet (Kontroll- und Prüfverfahren abgeschlossen) (Beispiel aus dem Kanton Zürich, nach SFK, 2004). Dies entspricht dem Grünbereich einer Ampel. Bei der Diskussion der Größenordnung der genannten Risiken ist zu beachten, dass durch die Multiplikation von Schadensausmaß x Schadenswahrscheinlichkeit diese Werte dem Populationsrisiko entsprechen und somit unterschiedlich hohen tolerierten (individuellen) Schadenswahrscheinlichkeiten entsprechen.

Aus der zusammenfassenden Darstellung ist nicht ersichtlich, welche Entscheidungen zur Wahl der genannten Werte für die Akzeptabilitätsgrenzen geführt haben.

In einer übergreifenden Schrift der „Expertenkommission für Sicherheit in der chemischen Industrie der Schweiz“ (ESCIS) wird es grundsätzlich abgelehnt, ein allgemeingültiges tolerierbares Restrisiko zu benennen: „Allgemein gültige Kriterien für dessen Tragbarkeit gibt es nicht. Neben rein technischen kommen hier auch wirtschaftliche, unternehmens-, umwelt- und gesellschaftspolitische Gesichtspunkte zum Tragen“ (ESCIS, 1996).

5.6.3 Großbritannien

Die Störfallbewertung in Großbritannien fußt auf der Störfallbewertung von Strahlungsunfällen durch Kernenergie, wie sie vom Health and Safety Executive bereits 1988 veröffentlicht wurden (vgl. Abschnitt 5.2.2). Zusätzlich wurde 2001 festgelegt:

- Ein Risiko für den Fall, dass mehr als 50 Personen getötet werden, von 1:5000 pro Jahr sei für solche Großunfälle nicht mehr vertretbar. Dabei sei die gesamte Situation zu aggregieren: Summe aller von einer Industrietätigkeit ausgehenden Risiken für eine Szenario (Bebauungssituation). Dem lag eine Parlamentsdiskussion und eine Ministerentscheidung zu einer konkreten Industrieansiedlung zu Grunde (HSE, 2001, berichtet nach SFK, 2004). Ein Risiko von 1:5000/Jahr entspricht einem Lebenszeitrisiko von 1,4 Prozent.
- Im Bereich der Bebauungsplanung wird ein Risiko von 1:1.000.000 (individuelles Todelfallrisiko/Jahr) als vertretbar eingeordnet (7×10^{-5} Lebenszeitrisiko)
- Ein individuelles hypothetisches Todesfallrisiko von 1:100.000/Jahr (7×10^{-4} Lebenszeitrisiko) würde zu einer Verweigerung einer Genehmigung führen (SFK, 2004; vgl. auch HSE, 2001).
- Für Krankenhäuser und Altenheime müsse ein höheres als das durchschnittliche individuelle Risiko angenommen werden, so dass hier spezielle Risikoabschätzungen heran zu ziehen sind (HSE, 2001).

5.6.4 Niederlande

In den Niederlanden wird durch den nationalen Umweltpolitikplan definiert, dass das größte vertretbare jährliche Todesfallrisiko für einen Bürger einen Wert von 1:1.000.000 (7×10^{-5} Lebenszeitrisiko) nicht überschreiten dürfe (unabhängig davon, von welcher Aktivität oder Substanz dieses Risiko ausgeht) (vgl. Arbeitsplatz, DECOS, 1995; SFK, 2004). Bei Beurteilung von Störfallrisiken zu Anlagen, die unter

die Seveso-II-Richtlinie fallen, fordert das niederländische Bau-, Raumordnungs- und Umweltministerium die Einhaltung eines standortspezifischen Individualrisikos von 10^{-6} pro Jahr bei Neuanlagen und 10^{-5} bei bestehenden Anlagen. Übergangsfristen für die Umsetzung sind vorgesehen, teilweise auch Differenzierungen nach Schutzwürdigkeit (SFK, 2004). Es wird auch ein entsprechendes „akzeptables“ Populations- oder Kollektivrisiko (Häufigkeit pro Jahr x Anzahl der Todesfälle) ausgewiesen. Die Differenzierung enthält keinen Gelbbereich und ist deshalb vor allem wegen der genannten Risiko-Größenordnung von Interesse.

5.6.5 Schlussfolgerung

Der Ampelansatz ist im Störfallbereich teilweise (Schweiz, Großbritannien, Deutschland) mit ähnlichem Verständnis verwirklicht, wie dies in dem deutschen Konzept für den Arbeitsplatz vorgesehen ist.

Hierfür ist es nicht zwangsläufig erforderlich, dass alle Charakteristika des Risikos bereits quantitativ beschrieben sind (wie das Beispiel der in Deutschland verwirklichten Risikomatrix zeigt). Allerdings bleibt dann ein Konkretisierungsschritt (Was heißt „oft“?, Was heißt „geringer Schaden“?) nur aus der generellen Betrachtung ausgelagert und muss im jeweiligen Einzelfall doch (möglichst konsistent) konkretisiert werden.

Für den Störfallbereich wird besonders deutlich, dass hier eine zweidimensionale Betrachtung (Populationsrisiko) angemessen ist, da dort das Schadensausmaß (vom Unfall mit wenigen Betroffenen bis zur großen Katastrophe) ein entscheidender, explizit zu berücksichtigender Parameter der Risikoakzeptanz ist.

Für das individuelle Todesfallrisiko durch einen kleineren Störfall (10 Todesfälle) wird in der Schweiz ein Risiko von ca. 10^{-5} /Jahr als akzeptabel bezeichnet (entspricht Lebenszeitrisiko von 7×10^{-4}), in den Niederlanden liegt das vertretbare individuelle Todesfallrisiko (angesetzt bei Neuanlagen) bei 10^{-6} /Jahr (entspricht Lebenszeitrisiko von 7×10^{-5}) und ist damit konservativer (allerdings könnten die Annahmen zur Berechnung dieses hypothetischen Risikos die relative Einordnung beeinflussen!). Es ergibt sich somit kein relevanter Unterschied im akzeptierten individuellen Risiko zu Risikohöhen, wie sie für Krebsmortalität diskutiert werden. Für große Störfallkatastrophen (hohes Populationsrisiko mit vielen Todesfällen) werden jedoch nur deutlich geringere Risikohöhen akzeptiert als dies bei Krebsrisiken beobachtet werden kann.

Die Störfallkommission schlägt vor, den Risikomanagementprozess durch differenzierte Verfahren der Risikokommunikation zu begleiten, die dann auch dazu beitragen, im Einzelfall festzulegen, welches Risiko als vertretbar angesehen wird (vgl. Bild 11 in SFK, 2004). Die SFK übernimmt für den Störfallbereich zunächst nicht die Forderungen a) einer a priori-Festlegung eines noch akzeptablen/tolerierbaren quantitativ benannten Risikos, b) der Ampelidee, wie sie in einzelnen Vorschriften (vgl. **Abb. 5.9** zur Risikomatrix) und im benachbarten Ausland (Schweiz, Großbritannien) umgesetzt ist.

5.7 Diskussion

5.7.1 Begrifflichkeiten

Die Auswertungen des Abschnitts 5 verweisen auf eine nur beschränkt kompatible Begrifflichkeit. Die Auswirkungen davon scheinen jedoch nicht gravierend. Aus Gründen der Eindeutigkeit im Verständnis sollte jedoch auf eine weitere Harmonisierung hingewirkt werden. Die Assoziationen bei der derzeitigen Begriffszuordnung könnten zu einer ungewünschten Beeinflussung in der Risikowahrnehmung führen. Ein zentrales Problem ergibt sich dadurch, dass in einer einstufigen Risikodifferenzierung (hinnehmbares/nicht hinnehmbares Risiko) die Wertungen grundsätzlich anders zu betrachten sind als in zweistufigen Modellen: erst durch die Berücksichtigung eines Zwischenbereichs (Gelbbereich) werden begriffliche Unterscheidungen erforderlich, die im einstufigen Vorgehen entfallen

Der **Rotbereich** wird teilweise als „unacceptable“ (z.B. Anlagensicherheit, Großbritannien) oder „nicht akzeptierbar“ (z.B. Störfallbereich, Schweiz), teilweise als „intolerable“ (z.B. Altlastenbereich, Kanada) oder „nicht tolerabel“ (BAUA, 2003a) bzw. „nicht mehr hinnehmbar“ (Bodenschutz, Deutschland) bezeichnet. Aus der juristischen Diskussion wird in Deutschland „Gefahr“ oder „Gefahrenbereich“ mit dem Rotbereich gleichgesetzt (Bodenschutz, Störfall) oder international als Risiko: „de manifestis“ (USA, Auswertung von TRAVIS et al., 1997) charakterisiert.

Für den Rotbereich werden als Maßnahmen einheitlich Verbote der Exposition, Anforderungen zur Expositionsreduktion bzw. keine Genehmigungsfähigkeit geplanter Anlagen vorgesehen. In der Schweiz wird für den roten Bereich in der Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz eine inhaltliche Beschreibung gegeben: „Sicherheit nicht gewährleistet“.

Der **Übergang zum Gelbbereich** wird entsprechend als „Gefahrenschwelle“ oder „Gefahrenverdachtsschwelle“ bezeichnet (Bodenschutz, **Abb. 3.5**), als „Grenzrisiko“ (Störfallkommission, Deutschland). Dort wird der „ban level“ angesiedelt (Niederlande, Arbeitsplatzkanzerogene) oder „upper boundary of tolerability“ (HSE, zum Arbeitsplatzgrenzwert bei Kanzerogenen). BAUA bezeichnet den Wert als „Toleranzschwelle“. Ohne Hinweis auf die Verbindlichkeit und die assoziierten Folgen ist der kanadische Begriff des „target level A“ im Altlastenbereich.

Auf der Gefahrenschwelle sind mehrere Grenzwerte angesiedelt (z.B. die Prüfwerte im Bodenschutz in Deutschland, einige „occupational exposure limits“ (OEL) für Kanzerogene in den Niederlanden und die „maximum exposure limits“ (MEL) bei krebserzeugenden Stoffen am Arbeitsplatz in Großbritannien).

Der **Gelbbereich** wird als „tolerable region“ ausgewiesen (Kanada, HSE). Klarer wird in Erläuterungen von HSE in einigen Fällen von „provisionally tolerable“ gesprochen. Nach der Terminologie des Bodenschutzgesetzes handelt es sich um den „Besorgnisbereich“.

Einige Grenzwerte liegen in diesem Gelbbereich: zum Beispiel einige OEL in den Niederlanden. Der Gelbbereich wird grundsätzlich mit der Aufforderung zur (weiteren) Expositionsreduktion verknüpft. Allerdings ist das begleitende Risikomanagement hier unterschiedlich ausgeprägt. So werden im Bodenschutz in Deutschland bei Einhaltung der gefahrenbezogenen Grenzwerte keine aktiven Maßnahmen zur weiteren Absenkung der Exposition betrieben. In den Niederlanden werden für den Arbeitsplatz jährliche Berichte gefordert, um Expositionen im Gelbbereich zu rechtferti-

gen bzw. nach Möglichkeit nach dem ALARA-Prinzip zu reduzieren. In der Schweiz wird für den Arbeitsplatz ausdrücklich nicht nur die Einhaltung des MAK-Wertes für Kanzerogene, sondern dessen deutliche Unterschreitung gefordert.

Der **Übergang zum Grünbereich** wird als Akzeptanzschwelle (BAuA), Besorgnisschwelle (Bodenschutz; **Abb. 3.5**) bezeichnet und entspricht dem „target level“ (DECOS, Niederlande) oder vom „target level B“ (Altlastenbereich Kanada).

Die meisten dort angesiedelten Grenzwerte haben Zielcharakter („target level“ für OEL in den Niederlanden). Allerdings werden auch einzuhaltende Grenzwerte dort lokalisiert: z.B. die „alten“ Arbeitsplatzgrenzwerte für nicht-kanzerogene Substanzen (OES) in England. Nach bisher vorliegenden Überlegungen auf dem Hintergrund der Interpretationen der Gefahrstoffverordnung sollen auch deutsche Arbeitsplatzgrenzwerte auf dieser Schwelle platziert werden (vgl. Abschnitte 7.1.1 und 8).

Der **Grünbereich** wird mit „broadly acceptable region“ (HSE), als „allgemein akzeptabel“ (BAuA) und unter handlungsorientierten Gesichtspunkten „vernachlässigbar“ (BAuA) ausgewiesen und (nicht durchgängig) mit dem „Vorsorgebereich“ gleichgesetzt (Bodenschutz; vgl. **Abb. 3.5**). Das Risiko in diesem Bereich ist „insignificant“ oder „negligible“ (HSE), „permissible“ oder „de minimis“ (TRAVIS et al., 1997). In einigen Fällen wird auch der Grünbereich nochmals untergliedert und das vernachlässigbare Risiko deutlich unter der Besorgnisschwelle angesetzt (vgl. **Abb. 3.5**). Das „de minimis“-Risiko wird teilweise mit dem Hintergrundrisiko gleichgesetzt (Deutschland, Störfallkommission).

Im Allgemeinen sind keine weiteren Expositionsminderungsmaßnahmen im Grünbereich erforderlich. Allerdings wird auch hier nicht einheitlich vorgegangen. So schränkt HSE für Großbritannien ein: „W, as regulators, would not usually require further action to reduce risks unless reasonably practicable measures are available.“ (HSE, 2001; Punkt 123).

5.7.2 Quantifizierung des Risikos bei „Toleranzschwelle“ und „Akzeptanzschwelle“

Sofern die Bereiche rot/gelb/grün quantitativ in der Risikohöhe von einander abgegrenzt werden, erfolgt diese Quantifizierung entweder

- ohne Angabe von Gründen (z.B. OSHA, zur Definition des „significant risk“ zu Benzol – es wird als „vernünftige Assoziation“ bezeichnet; EPA bei Krebsrisiko durch Störfall; Bodenschutzverordnung in Deutschland zu „Besorgnis“- oder „Gefahrschwelle“ bei Kanzerogenen), oder
- statistisch (z.B. Auswertung von TRAVIS et al., 1987 als Basis für Grenzwert zum Passivrauchen am Arbeitsplatz), oder
- durch Risikovergleiche (z.B. OSHA bei 1,3-Butadien, HSE bei Strahlungsrisiko am Arbeitsplatz, DECOS für die Festlegung von „ban level“ und „target level“). Auch der Vergleich zum Hintergrund (übliches Krebsrisiko ohne Exposition gegenüber Schadstoffen; HSE für die Einordnung des Krebsrisikos von Arbeiten in Kernkraftwerken; HSE, 1988) oder zu spontanen Mutationsraten (z.B. bei Definition des „nennenswerten Risikos“ bei Krebskategorie 5 durch NEUMANN, 2004) ist ein wichtiges Hilfsmittel.

Die Zahlenwerte differieren relevant. **Tab. 5.4** und **Tab. 5.5** zeigen diesen Vergleich im Überblick (Tab. 5.4a, 5.5a für Arbeitsplatz; Tab. 5.4b, 5.5b für Allgemeinbevölke-

rung). Dabei ist zu beachten, dass sich das Zielkollektiv unterscheidet, der Endpunkt (Risiko für Unfalltote oder Krebstote), insbesondere jedoch die Unsicherheit der Abschätzung. **Tab. 5.6** enthält einige der Vergleichszahlen von beruflichen Risiken (Unfalltote), wie sie für die Begründung von Toleranz- oder Akzeptanzschwellen herangezogen wurden.

Weiterhin werden Umweltrisiken für die Ableitung von Akzeptanz- und Toleranzschwellen verglichen:

- Das Lebenszeitrisiko für Tod durch Blitzschlag liegt bei $3,7 \times 10^{-6}$ (HSE, 2001) oder 7×10^{-6} (HSE, 1988).
- Das zusätzliche Lebenszeitlungenrisiko durch Radonstrahlung im Innenraum liegt bei $8,4 \times 10^{-2}$ (bei einem Alter von 75 Jahren steigt das Erkrankungsrisiko für Lungenkrebs von 0,4% auf 0,5%, wenn statt 0 Bq eine Belastung von 100 Bq vorliegt; DARBY et al., 2004).

Das Lebenszeitrisiko für Tod durch Krebserkrankungen in der Allgemeinbevölkerung insgesamt liegt bei 17,5 % (HSE, 2001) - 25 % (NEUMANN, 2004). Daraus wird ein Zuwachs des Risikos z.B. bei einem akzeptierten Risiko durch einen krebserzeugenden Stoff am Arbeitsplatz von 1×10^{-4} von 25% auf 25,01% beschrieben.

Im Allgemeinen wird das **durchschnittliche individuelle Krebserkrankungsrisiko** als Maßstab für die Diskussionen herangezogen. Dies gilt insbesondere für Risiken am Arbeitsplatz. Bei Betrachtungen zur Allgemeinbevölkerung wird stärker differenziert, ob wenige oder viele Personen betroffen sind: das **Populationsrisiko** wird zusätzlich einbezogen (vgl. ALE, 2005; mit Differenzierungen zu Unfällen in Großbritannien und in den Niederlanden). Sofern tolerable oder akzeptable Krebsrisiken durch Chemikalien quantifiziert werden, gibt es jedoch solche Differenzierungen bisher nicht. Uns erscheint es sinnvoll, auch für den Arbeitsplatz und den Umgang mit Chemikalien von regulatorischer Seite zu bedenken, dass gegenüber manchen Substanzen nur sehr wenige Personen exponiert sind, während es sich bei anderen um sehr häufig auftretende Substanzen handelt. Entsprechend schlagen wir vor, möglicherweise ein mehrstufiges Verfahren vorzusehen, bei dem sowohl Populationsrisiko wie durchschnittliches individuelles Risiko in die Erwägungen zum Risikomanagement eingehen (vgl. Abschnitt 7.3.2).

Tab. 5.4a Risikoquantifizierungen für eine Akzeptanzschwelle (oder analog) am Arbeitsplatz

Land	Regelungsbereich	Risiko/Jahr	Risiko/Arbeitsleben	Begründung/Bemerkungen
England (HSE)	Arbeitsplatz (Unfälle)	1×10^{-6}	$[4 \times 10^{-5}]$	Vergleich mit anderen Risiken (z.B. Tod durch Brandkatastrophe oder Gasexplosion im Haus); Nutzen
Niederlande (DECOS)	Arbeitsplatz (krebs-erzeugende Stoffe)	1×10^{-6}	$[4 \times 10^{-5}]$	Zielgröße, Arbeitslebenszeit; Vergleich zu Umweltrisiken
Schweiz (SUVA)	Arbeitsplatz (krebs-erzeugende Stoffe)	$[1 \times 10^{-6}]$	4×10^{-5}	Größenordnung; nur für Asbest umgesetzt
International (ICRP)	Arbeitsplatz (Strahlenschutz)	1×10^{-4}	$[4 \times 10^{-3}]$	Vergleich mit Berufsrisiken mit hohem Sicherheitsstandard und dem dortigen Unfallrisiko
SPANNE (nur Arbeitsplatz)		$4 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-5}$ (Arbeitsleben) bzw. $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$ (pro Jahr)		

[.....], hochgerechneter Wert unter Annahme von Exposition nur während Berufsleben (40 Jahre – Arbeitsplatz), von Jahr auf Lebenszeit, x40, von Lebenszeit auf Jahr, /40. ORIGINALANGABE ohne Klammer [..]

Tab. 5.4b Risikoquantifizierungen für eine Akzeptanzschwelle (oder analog) für die Allgemeinbevölkerung

Land	Regelungsbereich	Risiko/Jahr	Risiko/Lebenszeit	Begründung/Bemerkungen
England (HSE)	Allgemeinbevölkerung (Strahlung; jedoch nicht für Krebsrisiken außer Strahlung)	1×10^{-6}	$[7 \times 10^{-5}]$	Vergleich mit anderen Risiken (z.B. Tod durch Brandkatastrophe oder Gasexplosion im Haus); Nutzen
Niederlande (DECOS)	Allgemeinbevölkerung (krebserzeugende Stoffe) negligible risk	$[1 \times 10^{-8}]$	7×10^{-7}	Umweltbereich, Vernachlässigbares Risiko, Lebenszeit (nicht näher begründet)
International (ICRP)	Allgemeinbevölkerung (Strahlenschutz)	1×10^{-5}	$[7 \times 10^{-4}]$	Vergleich mit Unfallrisiko im öffentlichen Verkehr
Canada (Environment Canada)	Allgemeinbevölkerung (Altlasten, krebserzeugende Stoffe)	$[1,4 \times 10^{-7}]$	1×10^{-6}	Zielrisiko (target level A); keine Begründung
Deutschland	Allgemeinbevölkerung (Altlasten, krebserzeugende Stoffe)	$[1,4 \times 10^{-6}]$	1×10^{-5}	folgt von Sachverständigenrat für Umweltfragen
SPANNE		$7 \times 10^{-7} - 7 \times 10^{-4}$ (Lebenszeit) bzw. $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-8}$ (pro Jahr)		

[.....], hochgerechneter Wert unter Annahme von Exposition während gesamter Lebensdauer (70 Jahre), von Jahr auf Lebenszeit, $\times 70$; von Lebenszeit auf Jahr, $/70$. ORIGINALANGABE ohne Klammer [..]

Tab. 5.5a Risikoquantifizierungen für eine Toleranzschwelle (oder analog) am Arbeitsplatz

Land	Regelungsbe- reich	Risiko/ Jahr	Risiko/Ar- beitsleben	Begrün- dung/Bemerkungen
England (HSE)	Arbeitsplatz (Un- fälle, Strahlung)	1×10^{-3}	$[4 \times 10^{-2}]$	Unfalltote, Berufe mit er- höhtem Risiko (HSE 2001)
Niederlande (DECOS)	Arbeitsplatz (krebserzeugende Stoffe)	1×10^{-4}	$[4 \times 10^{-3}]$	„ban level“, Arbeitslebens- zeit; Vergleich zu Risiko in Elektroindustrie
Schweiz (SUVA)	Arbeitsplatz (krebserzeugende Stoffe)	$[1 \times 10^{-5}]$	4×10^{-4}	Größenordnung; nur für Asbest umgesetzt
International (ICRP)	Strahlenschutz, Arbeitsplatz	1×10^{-3}	$[4 \times 10^{-2}]$	„Grenze zur Nichtakzep- tierbarkeit“; vgl. diverse Berufe
SPANNE (nur Arbeits- platz)		$4 \times 10^{-2} - 4 \times 10^{-4}$ (Arbeits- leben) bzw. $1 \times 10^{-3} -$ 1×10^{-5} (pro Jahr)		

[.....], hochgerechneter Wert unter Annahme von Exposition nur während Berufsleben (40 Jahre – Arbeitsplatz), von Jahr auf Lebenszeit, $\times 40$, von Lebenszeit auf Jahr, $/40$. ORIGINALANGABE ohne Klammer [..]

Tab. 5.5b Risikoquantifizierungen für eine Toleranzschwelle (oder analog) für die Allgemeinbevölkerung

Land	Regelungsbe- reich	Risiko/Jahr	Risiko/Le- benszeit	Begründung/Bemerkungen
England (HSE)	Allgemeinbe- völkerung (An- lagensicherheit, Strahlung)	1×10^{-4}	$[7 \times 10^{-3}]$	Unfalltote, (HSE, 1988)
International (ICRP)	Strahlenschutz, Allgemeinbe- völkerung	1×10^{-4}	$[7 \times 10^{-3}]$	„Grenze zur Nichtakzeptier- barkeit“; vgl. Schwankungs- breite Umweltrisiken; Jung: Übliches Lebenszeit- Krebsrisiko für Allgemeinbe- völkerung bei ca. 1:1000 (vgl. LAI, 1992)
Canada (Environ- ment Can- ada)	Umwelt, Altlasten	$[1,4 \times 10^{-6}]$	1×10^{-4}	Zielrisiko (Target Level A); keine Begründung; Über- schreitung nicht tolerierbar
Deutsch- land	Altlasten, Krebs	$[7 \times 10^{-7}]$	5×10^{-5}	folgt von Sachverständigen- rat für Umweltfragen für Be- sorgnisschwelle; darüber kleinerer Faktor als bei nicht- kanzerogenen Effekten ge- wünscht
SPANNE		7×10^{-3} - 5×10^{-5} (Lebens- zeit) bzw. 1×10^{-4} - 7×10^{-7} (pro Jahr)		

[.....], hochgerechneter Wert unter Annahme von Exposition während gesamter Lebensdauer (70 Jahre), von Jahr auf Lebenszeit, $\times 70$; von Lebenszeit auf Jahr, $/70$. ORIGINALANGABE ohne Klammer [..]

Tab. 5.6 Vergleichsrisiken, wie sie für Begründungen von tolerierten oder akzeptierten Risiken herangezogen wurden

Todesfälle durch industrielle Unfälle	Unfallrisiko pro Jahr	Durchschnittliches individuelles Todesfallrisiko bei Annahme von 40 Berufsjahren	Quelle
Großbritannien			
Tiefseefischerei (1984)	880/1 Million	$3,5 \times 10^{-2}$	HSE, 1988
Bauindustrie	92/1 Million	$3,7 \times 10^{-3}$	HSE, 1988
Instrumentenbau	2/1 Million	8×10^{-5}	HSE, 1988
Büro/Dienstleistung	4,5/1 Million	$1,8 \times 10^{-4}$	HSE, 1988
Bauindustrie	59/1 Million	$2,3 \times 10^{-3}$	HSE, 2001 ⁺
Landwirtschaft ohne Hochseefischerei	58/1 Million	$2,3 \times 10^{-3}$	HSE, 2001 ⁺
Dienstleistung	3/1 Million	$1,2 \times 10^{-4}$	HSE, 2001 ⁺
Arbeitsunfälle*	47/1 Million Vollarbeiter	$1,9 \times 10^{-3}$	BAUA, 2002

+Die Zahlen weichen von denen in Abschnitt 5.1.1 ab, da mehrjährige Mittelwerte gebildet wurden

5.7.3 Unterschiedliche hinnehmbare Risiken für unterschiedliche Expositionsszenarien?

Arbeitsplatz und Allgemeinbevölkerung

Die Frage, ob das akzeptable Risiko am Arbeitsplatz und in der Umwelt unterschiedlich hoch liegen sollte, wird in internationalen Konzepten nicht einheitlich gehandhabt. Unterschiede zwischen diesen beiden Kollektiven werden eher auf dem Niveau des „tolerablen Risikos“ (Gefahrschwelle) vorgenommen, seltener auch auf dem Niveau des „akzeptablen Risikos“. Als Argumente für eine mögliche Differenzierung gelten:

- a) Freiwilligkeit des eingegangenen Risikos
- b) Bewusster Umgang mit gefährlichen Stoffen (etwa durch Betriebsanweisung, Unterweisung) mit der Konsequenz, dass z.B. Hygienevorschriften eingehalten und kurzfristige Exkursionen mit höherer Exposition bewusst vermieden werden
- c) Populationsrisiko (Oft sind mehr Leute im Umweltbereich gegenüber den dort auftretenden krebserzeugenden Stoffen exponiert als am Arbeitsplatz).

Wir halten die Argumentation über die Freiwilligkeit des eingegangenen Risikos für bedenklich (vgl. auch RICHARDI und WLOTZE, 2000). Es ist ebenfalls ethisch fraglich, ob das individuelle Risiko für Krebserkrankungen höher liegen darf, weil weniger Personen als in der Allgemeinbevölkerung exponiert sein können (vgl. Abschnitt 3.9). Es erscheint jedoch vertretbar, wegen des bewussten Umgangs ein höheres Risiko am Arbeitsplatz als akzeptabel einzuschätzen als in der Umwelt. Hier entsprechen die Umgangsregeln (vgl. Betriebsanweisung, Unterweisung) dem Gedanken der Basisvorsorge.

Auch bei dieser gesellschaftlichen Setzung soll demnach nicht einer notwendigen Diskussion vorgegriffen werden. Es gibt jedoch durchaus Argumentationen, die eine Differenzierung von akzeptablem Risiko bei der Allgemeinbevölkerung bzw. akzeptablem Risiko in beruflich exponierten Kollektiven stützen.

Risiko für Unfall und Risiko für Krebserkrankung

Der übliche Vergleich zwischen Krebsrisiken und Unfalltoten ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Orientierung, welches Risiko als akzeptabel oder tolerabel eingeordnet werden soll. Entsprechende Gegenüberstellungen von Zahlen werden in den meisten internationalen Begründungen für die Risikoakzeptanz vorgenommen. Wenn das Risiko eines Versagens einer Anlage mit der Folge von Unfalltoten berechnet wird und ein 3% Risiko ausgewiesen wird, ist dieses Risiko nur bedingt mit einem 3% zusätzlichem Risiko für Krebserkrankungen bei Umgang mit einem Kanzerogen zu vergleichen:

- Das Unfallrisiko wird im Allgemeinen durch eine mögliche kurzfristige oder einmalige Exposition bewirkt, während das Krebsrisiko in der Regel durch eine Mehrfachexposition mit ungewisser Relevanz des einzelnen Expositionseignisses bedingt ist.
- Expositionsabschätzungen beim Unfall (wie viel Schadstoff erreicht die betroffenen Mitarbeiter?) sind in der Regel schwieriger bei der Unfallanalyse als beim langfristigen täglichen Umgang mit einem Kanzerogen. Mögliche Expositionsänderungen über lange Dauer können allerdings nicht gut prognostiziert werden. Persönliche Faktoren (z.B. Sorgfalt in der Handhabung) beeinflussen bei Unfall wie bei Kanzerogen die Expositionshöhe.
- Das durchschnittliche individuelle Risiko für einen Krebstod oder einen Unfalltod werden im Wesentlichen als stochastische Ereignisse aufgefasst und sind insofern vergleichbar. Zwischen Tod und Erkrankung liegen jeweils Heilungsmöglichkeiten. Eine Differenzierung dürfte hier schwer fallen. Tatsächlich dürften aber bei gegebener Expositionshöhe die individuellen Eigenschaften (Polymorphismen, andere Einflussfaktoren auf das Krebsgeschehen) eine stärkere Variabilität des Risikos bewirken als derartige Faktoren sich bei Unfällen auswirken. Eine Differenzierung dürfte hier schwer fallen und wäre für die Berücksichtigung bei regulatorischen Maßnahmen problematisch.
- Das Populationsrisiko (Schadensausmaß mal Eintrittswahrscheinlichkeit) bei gegebener Effektschwere (möglicher tödlicher Ausgang) ist ebenfalls bei Unfall wie Exposition gegenüber Kanzerogenen vergleichbar. Allerdings ist es bei Unfällen und Störfällen üblich, dieses Populationsrisiko in die Akzeptanzdiskussion einzubeziehen, während dies bei Krebsrisikobewertungen nicht gängig ist.
- Das Risiko beim Umgang mit krebserzeugenden Stoffen ist nicht direkt wahrnehmbar, da entsprechende Effekte (wie Krebserkrankung oder Tod) deutlich verzögert auftreten, während die Unfallfolge in der Regel sofort auftritt und damit in ihrer Kausalität besser zuzuordnen ist. Dies kann bei Auftritt einer Krebserkrankung zu einer Verdrängung der möglichen Ursache („Schicksalsschlag“, eher Bereitschaft, das Ereignis hinzunehmen) oder zu fälschlichen Anschuldigungen (Beruf und nicht persönlicher Lebenswandel als Verursacher) führen. In der gesellschaftlichen Auseinandersetzung ist es entsprechend schwieriger, die Höhe eines Krebsrisikos als sichere Schätzung zu belegen.

In der antizipierenden Festlegung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle erscheint der Vergleich von Risiko für einen tödlichen Unfall und Risiko für Krebstod dennoch geeignet. Als Ursache wird jeweils ein externes Ereignis (technisches Versagen einer Anlage, Einwirken eines Kanzerogens) als stochastisches Ereignis unterstellt, die mit der zeitlichen Streckung und der Extrapolation in den Niedrigdosisbereich verbunde-

ne Unsicherheit wird aus der Vergleichsbetrachtung ausgeklammert, die Schrecklichkeit des Ereignisses wird gleichgesetzt, individuelle Möglichkeiten zur Vermeidung des Risikos werden nicht differenziert.

Risikovergleiche sind nur bei der (im Wesentlichen einmaligen) Etablierung der Ampel für den jeweiligen Bereich (hier Krebsrisiken am Arbeitsplatz) erforderlich. Das Problem der subjektiven Risikowahrnehmung ist zu diesem Zeitpunkt nicht im Zentrum, da die Diskussion relativ abstrakt, d.h. stoffunabhängig, erfolgt. Bei der stoffspezifischen Diskussion ist die Problematik der Risikovergleiche und der subjektiven Risikowahrnehmung dann eingegrenzt, weil bereits die Position des Grenzwerts im Rot-/Gelb- oder Grünbereich über die konkrete Risikoberechnung fixiert wird und dann „nur“ noch für die Auswahl der Maßnahmen eine Diskussion über vergleichende Betrachtungen erfolgt.

5.7.4 Umgang mit Unsicherheit

Risikoabschätzungen beinhalten grundsätzlich eine gewisse Ungenauigkeit und sind nicht selten Gegenstand von Kontroversen. Im Zusammenhang mit Krebserkrankungen am Arbeitsplatz lässt sich besonders deutlich machen, dass die Unsicherheiten über ein geschätztes Risiko sehr hoch liegen können:

- In der Regel ist das Risiko bei einer solchen Schätzung von einem Tierversuch auf den Menschen zu extrapolieren (dies beinhaltet unter anderem Unsicherheiten über die Relevanz der zu Grunde gelegten Krebslokalisationen, Speziesunterschiede in Auslöse- und Abwehrmechanismen, in die Berechnung einzubeziehende und auszuklammernde beobachtete Tumoren),
- Im Tierversuch sind die Fallzahlen (Krebserkrankungen/Dosisgruppe) selten so hoch (viele Dosisgruppen, viele Tiere), dass eine Form einer Dosis-/Risiko-Beziehung zweifelsfrei festgelegt werden kann, oft ist nur die Angabe einer mittleren Schätzung und einer Schätzung mit Vertrauensbereich möglich (mit deutlichen Abweichungen zwischen beiden Abschätzungen),
- Das mechanistische Verständnis für das auftretende Krebsgeschehen ist in der Regel so begrenzt, dass der Verlauf von möglichen Dosis-/Risiko-Beziehung nicht einzugrenzen ist: dies wirkt sich insbesondere dahin gehend aus, dass Extrapolationen auf viele kleinere als die beobachteten Risiken mit relevanten Unsicherheiten verbunden sind (je nach Auswahl der Funktion im beobachteten Bereich ergeben sich gravierende Unterschiede im interessierenden Niedrigdosisbereich).

Damit ergibt sich ein hypothetisches Risiko für den Menschen, durch eine bestimmte Belastung an Krebs zu erkranken, die sich von dem tatsächlichen Risiko unterscheiden kann (selbst wenn weitere Unsicherheiten wie die Einflüsse durch das Expositionsprofil außer Acht gelassen werden). Wenn ein Risiko nach entsprechenden Berechnungen ermittelt wird, kommentiert dies die englischsprachige Literatur kennzeichnend als „the murder of a statistical person“. In der Risikowahrnehmung wird das hypothetische und durchschnittliche individuelle Risiko, wie es sich aus solchen Berechnungen mit allen ihren Unsicherheiten ergibt, leicht voreilig ohne Korrektur in ein reales Risiko übertragen. Dies ist insbesondere bei Risiken in Höhe des akzeptablen Risikos jedoch wegen der sehr weiten Extrapolationsstrecken nicht abzuschern. **Abb. 5.10** zeigt zur Verdeutlichung dieses Problems die Modellabhängigkeit

des abgeschätzten Risikos, wenn weit entfernt vom beobachteten Bereich im theoretischen Bereich Aussagen getroffen werden sollen.

Für die Ampelkonzeption hat diese Unsicherheit bedeutende Folgen:

- Die Risikoabschätzung sollte so erfolgen, dass sie möglichst realistisch ist, damit die mögliche Spanne zwischen hypothetischem Risiko und tatsächlichem Risiko höchstwahrscheinlich nicht groß ist.
- Sofern bereits Risikoberechnungen (z.B. als „unit risk“ in der Literatur) vorliegen, sollten diese zunächst dahingehend überprüft werden, wie bei deren Kalkulation mit Unsicherheit umgegangen wurde: ein vereinheitlichter Maßstab ist erforderlich, um Risiken mit geringerer Unschärfe vergleichen zu können. Für die Berechnung des „unit risk“ kann zum Beispiel das „linearized multistage“-Modell nach Vorschlag der amerikanischen Umweltbehörde herangezogen werden, aber auch eine andere Annahme über den Dosis-Risikoverlauf im Niedrigdosisbereich erfolgen (EDLER et al., 2002). Es kann der zentrale Schätzwert („maximum likelihood“) oder ein 95-Prozent-Vertrauensintervall („upper confidence limit“) eingeschlossen werden. Üblicherweise sollten für die Verwendung des „unit risk“ auch Gültigkeitsbereiche definiert sein (die Dosis-Risikobeziehung ist im Bereich zwischen tolerablem Risiko und akzeptablem Risiko nicht immer linear, wird beim unit risk jedoch – in dessen Gültigkeitsbereich – linear angenommen).
- Es ist ein Weg zu finden, bei dem sichergestellt ist, dass das mittels Modellen abgeschätzte hypothetische Risiko nicht ohne Verständnis als reale Risikoquantifizierung wahrgenommen wird: während dies beim tolerablen Risiko noch weitgehend gerechtfertigt wäre (da die Extrapolationsstrecke klein ist), ist das akzeptable Risiko (mit weiterer Extrapolationsstrecke) zunehmend eine größere Rechengröße: oft könnte zur Risikoabschätzung ein anderes Extrapolationsmodell mit ähnlicher Berechtigung aber anderem resultierenden rechnerischen Risiko gewählt werden. Die Einigung auf ein bestimmtes Modell (z.B. Multistage-Modell der Krebsentstehung) hat in einem solchen Fall auch Konventionscharakter, so dass das errechnete Risiko für Kebsmortalität nicht einfach „zum Zählen von Toten“ verwendet werden sollte,

Die Konsequenzen sind möglicherweise unterschiedlich, je nachdem,

- ob grundsätzlich eine konservative oder eine mittlere Schätzung des Risikos herangezogen wurde (z.B. „maximum likelihood“ oder „upper confidence limit“),
- ob die Unsicherheit beim einzelnen betrachteten Stoff größer oder kleiner ist (z.B. bei einer Basis aus der Epidemiologie oder im Tierversuch, oder: bei klarem mechanistischem Verständnis gegenüber unsicherem Verständnis),
- wie die Grenzziehung zwischen Rot-, Gelb- und Grünbereich (vgl. Abschnitt 2.4) mit dieser Unsicherheit korrespondiert (z.B. überschreitet die Unsicherheit der Schätzung die Breite des Gelbbereichs?),
- wie kategorisch die Maßnahmen in den Übergangsbereichen (z.B. grün/gelb oder gelb/rot) eng an (unsichere) Zahlenwerte von Risikoberechnungen gekoppelt werden.

Einzelne Länder (vgl. Abschnitt 5.1.1) wollen wegen der Höhe der Unsicherheit, der Gefahr einer resultierenden scheinengenauen Rechnung, des möglichen Missverständ-

nissen in der Interpretation in solchen Fällen vollständig auf eine Risikoquantifizierung verzichten (sie nutzen die Ampel im Rahmen von deren begrenzteren Vorzügen bei nur qualitativer Einordnung).

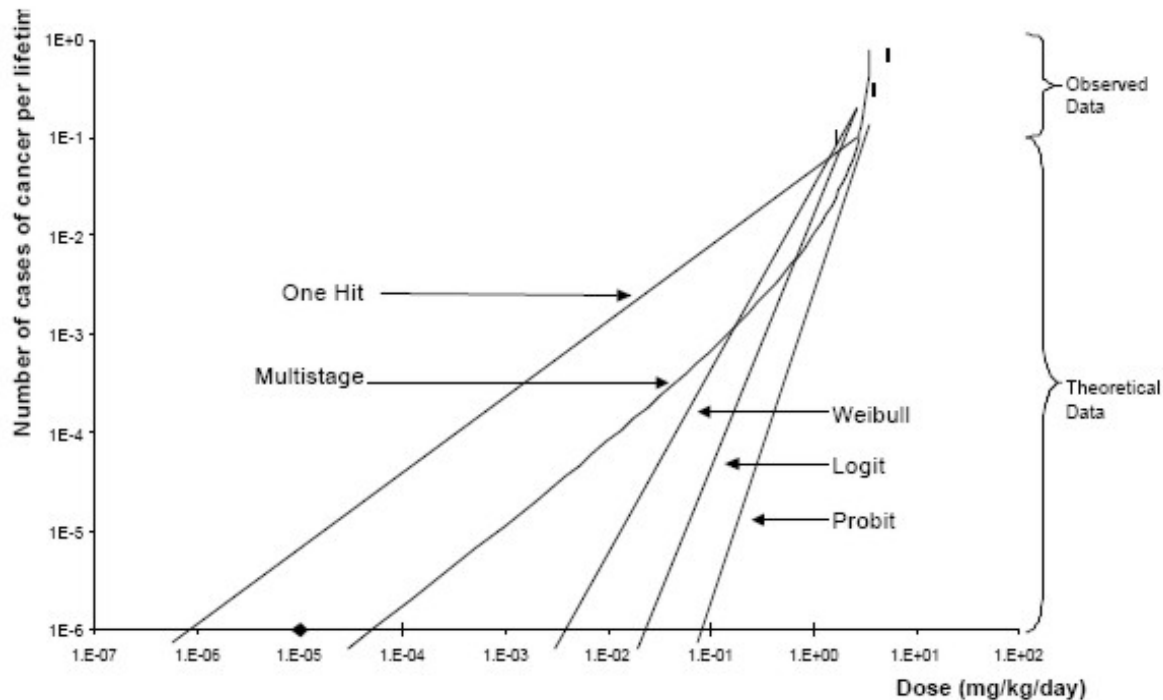


Abb. 5.10 Modellabhängige Unterschiede in der Abschätzung der Dosis, die mit einem Risiko von 1:1.000.000 verbunden bei krebserzeugenden Stoffen (Quelle: COC, 2004) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung des CoC)

Spanne der Risikoabschätzungen für TRK-Werte

Auf dem Hintergrund dieser theoretischen Überlegungen wurde geprüft, wie deutlich in der Praxis die Spanne zwischen verschiedenen Risikoabschätzungen ausgeprägt ist. Dabei ist zu beachten, dass zahlreiche weitere Schätzungen, die diese Spanne deutlich erweitern könnten, ausgeklammert wurden, da aufgrund von Konventionen zur Risikoquantifizierung bei krebserzeugenden Stoffen die in den entsprechenden Gremien bereits ein relativ einheitliches Vorgehen gewählt haben.

Bei insgesamt 13 geprüften (nicht notwendigerweise repräsentativen) Chemikalien wurde die Spanne (Unter- und eine Obergrenze der dokumentierten Risikoschätzungen (als unit risk)) aufgelistet. Diese Spanne umfasste einen Bereich (Obergrenze dividiert durch Untergrenze) von 1,1 (1,3-Butadien) bis 26 (1,2-Dichlorethan). Der Median lag bei 2,86, der geometrische Mittelwert bei 3,42. Wie die Daten zeigen, wird der hohe Faktor von 26 durch die qualitativ schlecht abgesicherte Schätzung für 1,2-Dichlorethan verursacht. Werden nur qualitativ gut abgesicherte Schätzungen (markiert als UR+ oder UR++ nach Qualitätskriterien; vgl. KALBERLAH et al., 1999) einbezogen, ergibt sich bei leicht niedrigerem geometrischem Mittelwert (3,12 gegenüber 3,42 für alle unit risk-Schätzungen) ein identischer Median.

Tab. 5.7 Statistische Auswertung von unit risk-Schätzungen, die einen Bereich umfassten, differenziert nach der Qualität der Schätzung

	UR-Spanne	
	Alle Substanzen	Nur UR+/++ Substanzen
Anzahl	13	11
Niedrigster Wert	1,10	1,10
Höchster Wert	26,00	13,54
Median	2,86	2,86
Geometrisches Mittel	3,42	3,12
95-Perzentil	18,52	12,32
5-Perzentil	1,16	1,17

Bei den mit UR+/UR++ bewerteten Substanzen handelt es sich um: Acrylnitril, Benzol, Benzo(a)pyren, 1,3-Butadien, Cadmium, p-Chloranilin, Chrom(VI), Ethylenoxid, Kobalt, o-Toluidin und Vinylchlorid; bei „alle Substanzen“ wurden zusätzlich die mit UR- bewerteten Stoffe Beryllium und 1,2-Dichlorethan ausgewertet.

Zusammenfassend zeigt diese Auswertung, dass im Mittel ein Faktor von etwa 3 den Bereich von qualitativ gut abgesicherten unit risk-Schätzungen mit Ober- und Untergrenze beschreibt. Maximal kann der Bereich – bei Einhaltung üblicher Konventionen – etwa eine Größenordnung umfassen.

Es lässt sich schlussfolgern, dass die in **Abb. 5.10** deutlich gemachte theoretische Unsicherheit sich bei Einhaltung bestimmter Konventionen eingrenzen lässt, so dass in vielen Fällen ein kleinerer Sektor verbleibt, in dem keine Entscheidung über eine richtige oder falsche Schätzung möglich ist. In einzelnen Ausnahmen, die gesondert zu handhaben sind, wird dagegen eine so große Bandbreite in den Schätzungen bestehen bleiben, dass eine Quantifizierung des Risikos als willkürlich gelten muss. Es erscheint jedoch nicht erforderlich, bei allen Kanzerogenen auf die Risikoquantifizierung zu verzichten, wie dies dem Vorgehen von HSE entspräche.

6 Interesse verschiedener Akteure im Arbeitsschutz zum Ampelmodell bei krebserzeugenden Stoffen

6.1 Konzeption und Vorgehensweise bei den Akteursgesprächen

Im Zuge der Diskussionen um die neue Gefahrstoffverordnung hat die BAuA die in Abschnitt 2 skizzierte Ampel als eine Leitlinie für das Risikomanagement vorgeschlagen. Dabei versteht die BAuA das Ampelmodell vor allem als Instrument zur Verständigung mit den Akteuren im Arbeitsschutz über Prioritäten für Maßnahmen zur Expositionsminderung gegenüber Gefahrstoffen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden in 2 Phasen Gespräche zu akteurs- bzw. interessenbezogenen Einschätzungen zum Ampelmodell für kanzerogene Stoffe geführt. In der ersten Phase wurde sondiert, wie die Idee des Ampelmodells bei wichtigen Akteuren im Arbeitsschutz bisher wahrgenommen und verstanden wird.

Wesentliches Auswahlkriterium für die Gesprächspartner der ersten Phase war, dass sie über Kenntnisse des Ampelmodells verfügen und sich ohne fachlichen Input durch die Bearbeiter des Forschungsprojekts zu folgenden Fragestellungen äußern können:

- Was sind Ihre spontanen Assoziationen, wenn Sie auf die Ampel für das Risikomanagement im Arbeitsschutz angesprochen werden?
- Woher/über wen haben Sie bisher Informationen zum Ampelmodell erhalten?
- Wie würden Sie Ziele und Funktion der Ampel nach Ihrem bisherigen Kenntnisstand beschreiben?
- Wo bestehen für Sie die größten Unsicherheiten bzw. wichtigsten Fragen?
- Welche Vor- bzw. Nachteile im Risikomanagement am Arbeitsplatz verbinden Sie mit einer Einführung des Ampelmodells für kanzerogene Stoffe?

Gleichzeitig dienten die Telefonate der Vorbereitung der zweiten Phase der Gespräche, mit denen folgende Zielsetzungen verbunden waren:

- Interessen und Argumentationslinien zur Verbesserung des Risikomanagements im Arbeitsschutz kennen lernen (Ergebnisse werden in Abschnitt 6.3 dargestellt)
- Anforderungen und Rahmenbedingungen für einen Dialog zur Weiterentwicklung der Ampel klären (Ergebnisse werden in Abschnitt 7.2 dargestellt)
- Gestaltungsspielräume zur möglichen Konkretisierung des Ampelmodells auf krebserzeugende Stoffe diskutieren (vgl. Abschnitte 7.2.2, 7.2.3)

Mit der Auswertung der Akteursgespräche werden Anforderungen an die Risikokommunikation bei Einführung und Anwendung der Ampel für Kanzerogene im Arbeitsschutz identifiziert und Empfehlungen für die Gestaltung von lösungsorientierten Verständigungsprozessen entwickelt.

6.2 Bisherige Wahrnehmungen und Vorverständnis der Ampel (Ergebnisse der Gespräche 1. Phase)

Es wurden 18 Telefonate mit Vertretern aus Arbeitnehmerorganisationen und Berufsgenossenschaften, Industrie, Wissenschaft, Fachbehörden und Länderministerien (siehe Anhang) geführt. Die Telefonate dauerten je nach Gesprächsbereitschaft zwischen 10 und 45 Minuten. Sie wurden mittels eines Leitfadens strukturiert, wesentliche Aussagen wurden protokolliert. Die erste Gesprächsrunde wurde schwerpunktmäßig danach ausgewertet, Thesen zum Vorverständnis und zur bisherigen Wahrnehmung der Ampelidee bei den Akteuren im Arbeitsschutz ableiten zu können.

6.2.1 Assoziationen zur Ampel

Über die Einstiegsfrage wurden zunächst frei und ohne inhaltliche Vorgaben oder Erläuterungen der Forschungsnehmer Assoziationen zur Ampel gesammelt.

Die Mehrzahl der Gesprächspartner war dabei überrascht, dass das Ampelmodell sich noch in der Diskussion und in einem Entwicklungsprozess befindet („Ich dachte, die Ampel wäre tot“). Dies führte die Mehrzahl darauf zurück, dass sie in einer ursprünglichen Fassung der Novelle der Gefahrstoffverordnung enthalten war, jetzt aber aus dem Text gestrichen worden sei.

Die Grundidee der Ampel, über eine vereinfachte Darstellung in den Farben einer Ampel Handlungserfordernisse und Prioritäten für Expositionsminderungsmaßnahmen abbilden zu können, stieß auf Sympathie. Hier wurde zugleich die Hoffnung geäußert, mit der Ampel Lösungen für den Spagat im Risikomanagement zwischen fachlicher und politischer Bewertung stofflicher Risiken finden zu können.

Allerdings wurde von fast allen Gesprächspartnern Skepsis über die Machbarkeit angedeutet. Dabei wurden insbesondere auf die schwierige Auseinandersetzungen in der Vergangenheit verwiesen, die zwischen Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zum Umgang mit den Unsicherheiten in der stofflichen Bewertung der Risiken geführt worden sei. Weiter wurde kritisch betrachtet, ob eine Einsortierung aller Stoffe in ein Ampelmodell Sinn mache, da der Grad der Sicherheit in der stofflichen Bewertung der Risiken sehr unterschiedlich sei. Hier sei immer eine begleitende Einzelfallbetrachtung notwendig und erforderlich, die sich nur schwer in ein generalisiertes Modell mit starr definierten Toleranz- und Akzeptanzschwellen fassen lasse.

Trotz dieser spontan geäußerten Vorbehalte wurde aber auch die Chance gesehen, über das Ampelmodell in einen verständigungsorientierten Dialog über angemessenen und effektiven Arbeitsschutz vor dem Hintergrund der Unsicherheiten in der Bewertung der stofflichen Risiken eintreten zu können. Ein Gesprächspartner hat in diesem Zusammenhang auf die Erfahrungen mit ähnlichen Modellen bei der Entwicklung der BBodSchVO oder der Arbeit der Gesundheitsministerkonferenz zu Luftschadstoffen verwiesen.

6.2.2 Aussagen zu Informationsquellen zur Ampel und deren Validität

Die meisten Gesprächspartner haben ihre Informationen vor ca. 2 Jahren aus dem AGS oder einem seiner Unterausschüsse erhalten. In den AGS seien Papiere zum Ampelmodell eingespeist worden, zu denen allerdings keine Aussagen über deren Stand und Bedeutung gemacht werden konnten. Als wesentliche weitere Quelle wur-

den die verschiedenen Entwürfe und Kommentare zur Novellierung der Gefahrstoffverordnung genannt.

Die wenigsten Gesprächspartner waren über das Forschungsvorhaben oder aktuelle Veröffentlichungen der BAuA über den Stand der Entwicklung der Ampel informiert. So entstand in den Gesprächen sehr schnell Informationsbedarf auf Seiten der Gesprächspartner über den aktuellen Stand der Diskussionen zur Ampel. Auch auf die abschließende Frage, ob die Gesprächspartner weiterführende Literatur zur Ampel nennen könnten, wurden wenig verwertbare Antworten gegeben. Hier lässt sich feststellen, dass Informationen über die Ampel und deren Anwendungsmöglichkeit zurzeit entweder nicht verfügbar sind oder die Zielgruppen nicht erreichen.

6.2.3 Aussagen zu Zielen und Funktionen der Ampel

Nur ein kleiner Teil der Gesprächspartner verband die Ampel unmittelbar mit der Zielsetzung der BAuA, diese als Managementinstrument für eine akteursübergreifende Verständigung über Maßnahmen zur Expositionsminderung gegenüber Gefahrstoffen zu etablieren und zu nutzen. Die Gesprächspartner sahen aber die Möglichkeit, mit dem Ampelmodell die komplexe Materie des Umgangs mit Gefahrstoffen für Laien verständlich machen zu können. Ein Gesprächspartner fasste das Ziel der Ampel so zusammen, dass sie ein Instrument zur Gestaltung eines Abwägungsprozesses über die Zumutbarkeit von Gesundheitsrisiken darstellen könnte. Dieser Gesprächspartner sah die Chance, mit dem Ampelmodell über Gestaltungsspielräume bei Be- und Entlastungen mit allen Akteuren im Arbeitsschutz verhandeln zu können.

Die meisten Gesprächspartner wiesen demgegenüber der Ampel eine direkte Regulierungsfunktion zu. Eine Einstufung der Stoffe in die Ampel würde demnach direkt zu einer Festlegung von Maßnahmen und Regeln für Behörden und die Wirtschaft für den praktischen Arbeitsschutz führen. Ergänzend zur Regulierungsfunktion wurde dem Ampelmodell die Funktion der betrieblichen Kommunikation von Risiken und Festlegungen von Schutzmaßnahmen zugewiesen.

Ein Gesprächspartner aus der Reihe der Ländervertreter gab eine eigene Definition der Konsequenzen der Ampelfarben: Bei Rot seien akute Gesundheitsgefahren mit dem Einsatz des Stoffes gegeben, die Verbote oder erhöhte Schutzmaßnahmen erforderlich machten. Gelb würde bedeuten, dass die Länder konkrete Maßnahmen zum Umgang mit den Stoffen entwickeln müssten. Grün bedeute, dass die in der Praxis üblichen Standards für den Umgang mit den betreffenden Stoffen ausreichend seien und in Einzelfall sogar Entlastungen im Arbeitsschutz denkbar seien (z.B. bei Dokumentationspflichten oder Unterweisungen).

Nach einer Erläuterung zu den Zielen der Ampel aus Sicht der BAuA von unserer Seite wurde das Ziel einer akteursübergreifenden Einigung über Handlungsnotwendigkeiten und Erfordernisse von allen begrüßt. Dieser Wechsel ließe sich allerdings nur realisieren, wenn über die Ampel alle Akteure die gleichen Chancen hätten, sich in diesen Verständigungsprozess einzubringen und die Ergebnisse für alle nachvollziehbar dargestellt werden könnten. Außerdem müsse ein gemeinsam getragenes Ergebnis bei zukünftigen Be- und Entlastungen erzielt werden können, welches eine gerechte und nutzenorientierte Verteilung garantiere.

In der Vielzahl der Antworten zu den Zielen des Ampelmodells wurde auch deutlich, dass in der bisherigen Regulierung des Umgangs mit Gefahrstoffen über die alte Gefahrstoffverordnung Defizite gesehen werden.

6.2.4 Aussagen zur Festlegung der Akzeptanz- und Toleranzschwellen und zur Anwendung der Ampel für Kanzerogene

Bei der Ampel wurde die Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen als besonders schwierig angesehen. Bisher sei eine Diskussion über die Toleranz und Akzeptanz von Risiken in Deutschland nicht möglich gewesen. Dies treffe wegen der wahrgenommenen Schrecklichkeit besonders auf Krebsrisiken zu. Keiner der Gesprächspartner glaubte, dass sich die Frage nach der Durchsetzbarkeit von Toleranz- und Akzeptanzschwellen für Krebsrisiken am Arbeitsplatz alleine über Risikovergleiche oder die wissenschaftliche Bewertung der stofflichen Risiken lösen lasse. Die Wissenschaft habe zwar die Aufgabe, Wissenslücken und methodische Aspekte bei der Ableitung der neuen gesundheitsbasierten Grenzwerte soweit möglich zu klären. Diese Erkenntnisse würden aber alleine nicht ausreichen, um einen Wechsel hin zu einer Auseinandersetzung über einen pragmatischen und angemessenen Umgang mit den verbleibenden Risiken und den Unsicherheiten in der stofflichen Bewertung erfolgreich gestalten zu können.

Ein Großteil der Gesprächspartner war zum Thema der Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen der Meinung, dass nicht genügend politischer Mut für die deren Festlegung vorhanden sei. Industrievertreter betonen an dieser Stelle, dass Begründungszusammenhänge für die Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen keinesfalls über eine öffentliche Diskussion erbracht werden dürften, wieviele Tote geduldet werden könnten. Hier könnten ethisch-moralisch geprägte Debatten über die Risiken von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz losgetreten werden, die letztlich keinem der Akteure nutzen würden.

Kritisch sahen einige Gesprächspartner die Anwendung der Ampel für Kanzerogene. Bei der Anwendung für krebserzeugende Stoffe könnte eine Verständigung über Prioritäten von Expositionsminderungsmaßnahmen nicht greifen, da alle derzeit Expositionen gegenüber allen Stoffen ein potenziell sehr hohes Risiko haben würden und Prioritäten daher nur innerhalb des gelben und roten Bereichs möglich wären. Auch bei einem generellen geäußerten Interesse an einer Verständigung über Prioritätensetzung würde die Tatsache, dass bei Kanzerogenen wohl keine stoffbezogenen Expositionen und die dadurch resultierenden Risiken im Grünbereich einzuordnen seien, zu Widerständen gegen die Einführung des Modells an sich führen.

Zum zukünftigen Umgang mit TRK-Werten wurden folgende Fragen gestellt:

1. Werden die neuen gesundheitsbasierten Grenzwerte die TRK-Werte ersetzen oder lediglich ergänzen?
2. Wenn TRK-Werte ersetzt werden sollen, wie lange werden diese voraussichtlich noch angewendet?
3. Wie werden dann Übergangszeiträume gestaltet, bis gesundheitsbasierte Grenzwerte vorliegen?

Weitere Fragen werden zur Ableitung der gesundheitsbasierten Grenzwerte (AGW) formuliert:

1. Wer übernimmt deren Ableitung nach welchen Kriterien?
2. Wie wird mit der Unsicherheit in der Bewertung des Risikos der Stoffe umgegangen? Gibt es dabei Unterschiede zwischen den betrachteten Stoffen und wie lassen sich diese darstellen?

6.2.5 Chancen und Risiken der Einführung der Ampel für das Risikomanagement

Alle Gesprächspartner sahen nach einer Erläuterung der Zielsetzungen der Ampel aus der Perspektive der BAuA in dem Ampelmodell die Chance, ein Verständigungsinstrument zur Risikoabschätzung und Prioritätensetzung für Expositionsminierungsmaßnahmen für die Stoffe zu gewinnen, für die bisher keine gesundheitsbasierten Grenzwerte oder angemessene TRK- oder MAK-Werte existieren. Für diese Lücke sei es dringend erforderlich, ein Instrument zum Umgang zu entwickeln.

Einige Gesprächspartner befürchteten, dass dieser mögliche Nutzen des Ampelmodells durch eine Auseinandersetzung über die Methoden der Bewertung von gesundheitlichen Risiken der betrachteten Stoffe überlagert werden könnte. Bisher gäbe es nur eine Beurteilung, ob ein Stoff krebserzeugend sei oder nicht. Die Ampel verspreche als zusätzlichen Informationsgehalt ein rechnerisches Krebsrisiko. Allerdings seien die dabei verwendeten Berechnungsverfahren zum Teil sehr umstritten.

Ein Teil der Gesprächspartner sah insbesondere den Begriff des gesundheitsbasierten Risikos als belastet an. Hierzu seien in der Vergangenheit quälende Debatten im AGS geführt worden, die selten zu verwertbaren Ergebnissen geführt hätten. Wenn man dem Ampelmodell eine Chance geben wolle, sollte daher über die verwendeten Begrifflichkeiten intensiv nachgedacht werden. Hier wurden Vorbehalte geäußert, ob Experten der Risikobewertung in der Lage seien, über Unsicherheiten der eigenen Vorgehensweise zu kommunizieren. Die Philosophie der Übergänge in der Ampel biete aber Möglichkeiten, eine Auseinandersetzung über den Umgang mit Unsicherheiten führen zu können. Dies setze aber eine entsprechende Offenheit und Transparenz in der Kommunikation voraus.

Den größten Nutzen sahen die befragten Industrievertreter im Aushandlungsprozess mit anderen Akteuren zur angemessenen Festlegung von Maßnahmen (Entlastungspotenzial). Die Vertreter der Gewerkschaften sahen hier jedoch die Gefahr, dass es bei einer Zuordnung von zu vielen Stoffen im gelben Bereich zu unklaren Maßnahmenfestlegungen kommen könnte, die aus Ihrer Sicht eine Verschlechterung des Status Quo darstellen könnten. Die Gewerkschaftsseite sah demgegenüber genau wie ein Teil der Behördenvertreter den Vorteil der Ampel darin, konkretere Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für expositionsmindernde Maßnahmen für die Stoffe zu bekommen, für die nur unzureichende oder veraltete TRK-Werte vorliegen würden.

In den Sondierungsgesprächen wurden folgende weitere Sorgen und Bedenken bei der Einführung des Ampelmodells genannt:

1. Dass die bisher vorwiegend wissenschaftlich geführte Diskussion über das Ampelmodell nicht alle Akteure erreicht und nicht sauber zwischen wissenschaftlicher Bewertung der stofflichen Risiken und politischer Bewertung von Toleranz und Akzeptanz getrennt wird.
2. Dass das Ampelmodell wegen der Herauslösung aus der Gefahrstoffverordnung nicht genügend Verbindlichkeit besitzt und damit nicht genügend Handlungsdruck für eine Auseinandersetzung mit dem Instrument erzeugt werden kann.
3. Dass die Verknüpfung der Ampel mit den Regelungs- und Vollzugsinstrumenten nicht klar ist, und die Diskussion über die Ampel damit auf einer theoretischen Ebene verbleibt.

4. Dass ein dogmatisches Festhalten an der bisherigen Situation (Minimierungsgebot, TRK-Philosophie) dominiert und nicht ausreichend die Chancen einer Veränderung kommuniziert werden und damit die Bereitschaft für den Eintritt in einen Aushandlungsprozess ungenügend gefördert wird.
5. Dass keine tatsächliche win/win-Situation im Aushandlungsprozess geschaffen werden kann.
6. Dass nicht bei allen Akteuren die Bereitschaft für das Eintreten in einen Verständigungsprozess auf Augenhöhe gegeben ist und letztlich Einzelne die Steuerungsgewalt für sich alleine beanspruchen. Hiermit verbunden ist die Sorge, die eigenen Interessen nicht angemessen in den Prozess einbringen zu können (Zitat aus den Gesprächen: „Ehrlichkeit und Bereitschaft zur Kooperation sind Voraussetzungen für die Ampel, aber nicht bei allen vorhanden“)

Mögliche Vorteile bzw. Nutzen der Ampel werden vorwiegend bei folgenden Aspekten gesehen:

1. Mit der Ampel könnte eine neue und pragmatischere Dynamik in Richtung Minimierung ausgelöst werden. Die bisherige Philosophie der TRK-Werte habe zu einer gleich bleibenden Belastungssituation geführt und Veränderungen bzw. Verbesserungen erschwert. Wenn es von allen Seiten akzeptiert wird, dass es kein Nullrisiko geben kann und gleichzeitig Bereitschaft bei allen Akteuren zur Beteiligung an einem Verständigungsprozess erzeugt wird, könnte durch eine Fokussierung auf besonders prioritäre Stoffe auch eine Verbesserung gegenüber dem Status Quo erreicht werden.
2. Für alle Stoffe wird ein einheitliches Beurteilungsschema geschaffen, das zunächst die Möglichkeit bietet, sich über Prioritäten bei der Festlegung von expositionsminimierenden Maßnahmen zu verständigen.

6.3 Interessen und Argumentationslinien zum Risikomanagement im Arbeitsschutz (Ergebnisse der Gespräche 2. Phase)

Mit allen Gesprächspartnern der 2. Phase wurden bereits in der 1. Phase sondierende Telefonate geführt. Wesentliches Kriterium für die Auswahl der Gesprächspartner war, möglichst die zentralen Interessenlagen der Akteure zur Einführung des Ampelmodells abzubilden. Daher wurde jeweils ein Vertreter der Industrie, der Länder, der Behörden und der Gewerkschaften und Berufsgenossenschaften ausgewählt.

Die Auswahl der Akteure sowie die konkreten Fragestellungen wurden mit der BAuA abgestimmt. Es wurden vertiefende, persönliche Gespräche geführt mit

- Bau- und Berufsgenossenschaft, Dr. R. Rühl
- Landesgewerbeamt Hessen/AGS, Frau Dr. U. Vater
- BASF, Prof. Dr. H. Bender,
- Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden Württemberg, Ministerialrat R. Hofmann,

- Deutscher Gewerkschaftsbund, Dr. W. Hien gemeinsam mit Dr. H. Wriedt von der Beratungs- und Informationsstelle Arbeit & Gesundheit,
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dr. R. Arndt

Die Gesprächspartner erhielten als Hintergrundinformation eine Skizzierung des Ampelmodells, die stark an die Ausführungen des Abschnitts 2 angelehnt war. Damit sollte sichergestellt werden, dass alle Gesprächspartner auf dem gleichen Informationsstand zum Ampelmodell argumentieren konnten.

Die persönlichen Gespräche dauerten jeweils 1½ bis 2 Stunden. Um eine offene Gesprächsführung zu ermöglichen, wurde den Gesprächsteilnehmern zugesichert, die Darstellung der Ergebnisse für den vorliegenden Forschungsbericht themen- und nicht personenbezogen vorzunehmen.

Zielsetzung der Gespräche war, die Gestaltungsspielräume für eine Einführung des Ampelmodells auszuloten und Ideen für die Prozessgestaltung zu sammeln. Für die Gespräche wurde ein Leitfaden erstellt, der folgende Fragen zu Gestaltungsspielräumen, der Selbst- und Fremdeinschätzung des Modells, den Interessenlagen bei der Einführung und Anwendung sowie der Bereitschaft zur Mitwirkung am weiteren Gestaltungsprozess beinhaltete:

1. Welchen Zusammenhang sehen Sie zwischen der neuen Gefahrstoff-Verordnung und der Ampel?
2. Welche Hauptinteressen verbinden Sie mit der Diskussion um das Ampelmodell im Arbeitsschutz?
3. Wie kann die Ampel zur Einführung der neuen gesundheitsbasierten Grenzwerte beitragen?
4. Wo liegen aus Ihrer Sicht/aus der Sicht anderer Akteure die größten Chancen und Hemmnisse für eine Verständigung über die weitere Vorgehensweise?
5. Was sind dabei die wesentlichen Aufgaben, die zu leisten sind? Welche nächsten Schritte sind konkret vom wem erforderlich?
6. Welche Akteure sind bei der weiteren Diskussion mit welchem Ziel einzubeziehen?
7. Was müsste am bisherigen Ampelmodell verändert bzw. konkretisiert werden, um eine größere Akzeptanz bei den handelnden Akteuren zu erreichen?
8. Was darf auf gar keinen Fall passieren?

Es ist wichtig zu betonen, dass auch mit der 2. Runde der Gespräche nicht das Ziel verfolgt wurde, in eine Verhandlungssituation zur weiteren Ausgestaltung der Ampel einzutreten. Eine formelle Abstimmung von Positionen in Gremien oder gar eine akteursübergreifende Konsensfindung wäre im Rahmen des Forschungsvorhaben nicht möglich und sinnvoll. Die Gespräche hatten das primäre Ziel, Einstellungen und Interessen zur weiteren Ausgestaltung der Ampel vertieft zu sondieren.

6.3.1 Zielsetzung und Zweck der Ampel

Auch in der zweiten vertiefenden Gesprächsrunde wurden unterschiedliche Zielsetzungen und Zwecke der Ampel genannt.

Ein Unterschied im Zweck betrifft die Dauerhaftigkeit der Ampel in ihrer Anwendung. Einerseits wird die Ampel als temporäres Hilfsinstrument zur Festlegung der von der novellierten Gefahrstoffverordnung geforderten (gesundheitsbezogenen) Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) gesehen. Sie habe daneben eine Regulierungsfunktion für die Stoffe, für die bisher lediglich TRK-Werte oder MAK-Werte vorliegen würden, die einer Überprüfung bedürften. Durch Einordnung dieser bisherigen Werte in die Ampel für den Zeitraum, bis AGW entwickelt seien, könnte über das Farbsystem eine Verständigung über den Regulierungsbedarf (erforderliche Änderung der Ableitungsmethodik, Dringlichkeit von Expositionsminderungsmaßnahmen bei den derzeitigen Richt- und Grenzwerten) erfolgen. Sobald die AGW über das Ampelmodell entwickelt seien, habe die Ampel ihre Funktion erfüllt und werde nicht länger benötigt.

Andere sehen für das Ampelmodell eine dauerhafte Anwendung im Arbeitsschutz. Mit der Ampel müssten kontinuierlich in definierten Abständen Expositionen nach Handlungsbedarf eingestuft und je nach Ergebnis entsprechende Maßnahmen für den Umgang mit diesen Stoffen verknüpft werden. Dies solle auch in definierten zeitlichen Abständen zur Überprüfung bereits entwickelter AGW erfolgen.

Ein weiterer Unterschied im Zweck wurde in der Frage nach der Funktion der Ampel für den Vollzug des Arbeitsschutzes deutlich. Einige halten eine Verknüpfung der Ampelfarben mit konkreten Maßnahmen für nicht sinnvoll und schädlich. Das Modell verfolge den Zweck, in einen offenen Prozess über Prioritäten der Ableitung von AGW einzutreten. Die Ampel solle also in erster Linie über eine Bewertung der Sicherheit und Genauigkeit vorhandener Grenz- oder Schwellenwerte und das mit ihnen verbundene Gesundheitsrisiko den Handlungsbedarf für die Ableitung der AGW definieren. Über die Einhaltung oder Überschreitung der AGW sollten dann regulierende Maßnahmen verknüpft werden.

Andere sehen den Hauptzweck der Ampel darin, mit ihr in eine Verständigung über Be- und Entlastungen im Vollzug eintreten zu können. Insbesondere aus der Perspektive der Wirtschaft wird hier die Chance gesehen, mit dem Ampelmodell entgegen der vorherrschenden Philosophie des Minimierungsmodells auch Erfolge im Arbeitsschutz über eine Einhaltung von Grenzwerten darstellen zu können. Weiter wird die Chance gesehen, bei der Festlegung von Grenzwerten an die Grün-/Gelbschwelle auch Entlastungen gegenüber des Status Quo bei Anforderungen des Arbeitsschutzes erreichen zu können. Daher wünschen sie sich eine direkte und unmittelbare Verknüpfung der Farbbereiche mit der Maßnahmenebene. Hiermit könnte dann z.B. die Frage beantwortet werden, was erforderlich sei, um einen Stoff vom roten in den gelben oder vom gelben in den grünen Bereich zu bekommen und welche Entlastungen damit für den Arbeitsschutz in den Betrieben verbunden sein könnten. Diese Frage könne allerdings nur dann beantwortet werden, wenn eine direkte und unmittelbare Verknüpfung der Farbbereich mit der Maßnahmenebene vorgenommen werde.

Die Industrie befürchtet im Zusammenhang mit dem Ampelmodell, dass eine Vereinbarung der Toleranz und Akzeptanz von Risiken zu Imageschäden der Industrie führen könne. Hier wird ein öffentlich geäußelter Vorwurf befürchtet, dass die Wirtschaft bewusst ernsthafte Erkrankungen von Beschäftigten beim Umgang mit Stoffen in der betrieblichen Praxis hinnehmen würde.

Aus der Perspektive der Behörden wird das Hauptinteresse formuliert, sich über die Ampel bei der Regulierung und Überwachung auf prioritäre Stoffe fokussieren zu können (also mit Grenz- oder Richtwerten im gelben oder roten Bereich). Ein grenz-

wertbezogenes Modell könne auch bessere Möglichkeiten der Überwachung der Einhaltung arbeitschutzrechtlicher Anforderungen bieten, als am Stand der Technik orientierte Festlegungen. Andererseits wird befürchtet, dass es bei Einordnung von Werten in den grünen Bereich wegen der Aufgabe des Minimierungsgebots zu einer Senkung von betrieblichen Standards des Arbeitsschutzes kommen könne. Stark unterschiedliche Positionen gebe es dazu in den Bundesländern. Hier seien unterschiedliche Schwerpunkte in der Beuteilung technischer Möglichkeiten der Expositionsminderung gesetzt worden (z.B. bei der Frage der Zulässigkeit von technischer Schutzausrüstung), die nicht einfach über die Einführung einer bundeseinheitlichen Einstufung nivelliert werden könnten. Das Prinzip der TRK-Werte mit seiner Orientierung an die technische Beherrschbarkeit von Risiken habe diese Unterschiede aber möglich gemacht und zugelassen.

6.3.2 Funktion des Ampelmodells bei der Einführung der gesundheitsbasierten Arbeitsplatzgrenzwerte

Erstaunlich ist hier die große Übereinstimmung in der Unzufriedenheit mit dem Status Quo des Risikomanagements und der Regulierung des Arbeitsschutzes für Kanzerogene, auch wenn diese aus unterschiedlichen Blickwinkeln formuliert wird. Einerseits wird die bestehende Unzufriedenheit damit begründet, dass die existierenden TRK-Werte nur zögerlich angepasst worden wären und daher nur zu geringen Verbesserungen geführt hätten. Andererseits wird Unmut darüber geäußert, dass in der Vergangenheit auch zu wenige Entlastungen bei Stoffen möglich gewesen seien, für die relativ sichere Formen des Umgangs gefunden worden seien. Hier wird von allen die Chance gesehen, mit Hilfe der Ampel veraltete Grenz- und Richtwerte zu überprüfen, entsprechend zu aktualisieren und über die Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen zu angemessenen Regelungen zu gelangen.

Weitgehende Übereinstimmung gab es auch in dem Interesse, bei der Fixierung von Toleranz- und Akzeptanzschwellen und der Bewertung von Risiken eine größere Transparenz und Nachvollziehbarkeit für alle Beteiligten zu erreichen. Alle Gesprächspartner betonen die Bedeutung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen bei der Umsetzung des Ampelmodells. Die Höhe dieser Schwellen werde maßgeblich die Akzeptanz des Modells bei allen Akteuren bestimmen.

Alle waren sich in der Einschätzung einig, dass Bemühungen zur Ableitung und Fixierung von Grenzwerten für den Arbeitsschutz in der Vergangenheit äußerst schwierig und konfliktreich gewesen seien. Dies habe vor allem daran gelegen, dass nicht ausreichend politischer Mut und Wille zur Festlegung von Grenzwerten für Kanzerogene vorhanden gewesen sei. Dies sei wiederum verständlich gewesen, weil Kenntnisse über stoffliche Eigenschaften und deren Gefährdungspotenzial mit großen Unsicherheiten verbunden seien und eine exakte Bestimmung der Risikohöhen somit nicht möglich sei. Weiter sei die Kommunikation zwischen fachlichen Experten, Politik und Interessenvertretern nicht leicht und wenig nachvollziehbar gewesen. Ein Versäumnis sei es in der Vergangenheit gewesen, nicht klar zwischen der fachlichen Ableitung der Risikohöhen und dem Risikomanagement für Kanzerogene zu trennen.

Das Ampelmodell wird nun grundsätzlich als Chance angesehen, gemeinsam getragene Vereinbarungen zu Handlungsnotwendigkeiten und Erfordernissen der Expositionsminderung zu entwickeln. Weiterhin könnten mit Hilfe der Ampel Prioritäten bei der Entwicklung von AGW vereinbart werden.

6.3.3 Chancen und Hemmnisse für eine Verständigung über die weitere Vorgehensweise

Die größten Chancen werden in folgenden Bereichen gesehen:

Das Ampelmodell kann die Übergangsprobleme bei der Einführung der neuen AGW entschärfen. Würde unmittelbar die Entwicklung und Anwendung von AGW gefordert, entstünde ein Dilemma. Zum einen seien für viele Stoffe keine AGW vorhanden. Zum anderen sei absehbar, dass die Datenlage für einige Stoffe nicht ausreichend sein wird, um „abgesichert“ AGW entwickeln zu können. Das Ampelmodell biete hier die Chance, die Übergangszeiträume bis zur Entwicklung von AGW auszufüllen, indem man gemeinsam die Validität und Aussagefähigkeit vorhandener Grenz- und Richtwerte nach ihrem Handlungsbedarf einstuft, um auf dieser Grundlage eine Verständigung über Erfordernisse für expositionsminimierende Maßnahmen erreichen zu können. Durch die Schaffung von drei Bereichen und zwei Stufen wird der Handlungsdruck gegenüber einer einstufigen Grenzwertbetrachtung abgemildert.

Hoffnungen werden in die Aussagefähigkeit der fachlichen Ableitung der risikobasierten Grenzwerte gesetzt. Hier wird von allen Gesprächspartnern die Erwartung formuliert, dass die Wissenschaft Vorschläge für Berechnungs- und Bewertungsmethoden entwickelt, die akzeptanzfähig sind.

Die größten Hemmnisse werden in folgenden Bereichen gesehen:

Die Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen wird als größtes Hemmnis angesehen. Hier wird angenommen (und zum Teil bereits beobachtet), dass die jeweiligen Interessensvertreter sehr divergierende Risikohöhen für diese beiden Zäsuren vorschlagen. Weiterhin besteht eine Skepsis, ob geeignete Maßstäbe für die Festlegung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle gefunden werden können. Als eine Hilfe werden Risikovergleiche angesehen (vgl. dazu Abschnitt 4.3). Hier wird aber auch gleichzeitig hinterfragt, ob überhaupt passende und akzeptanzfähige Risikovergleiche gefunden werden können. Als konkrete Vorschläge für Risikovergleiche werden z.B. Risiken des Rauchens oder des Verkehrs abgelehnt. Denkbar erscheinen einigen Gesprächspartnern aber Vergleiche der Risikohöhen mit tödlichen Arbeitsunfällen. Diese Vergleich alleine werden aber nicht reichen, um zu akzeptierten Toleranz- und Akzeptanzschwellen zu gelangen. Hier sei eine breit geführte Auseinandersetzung über die Folgen unterschiedlicher Höhen dieser Schwellen erforderlich.

Hinzu kommt die Sorge der Wirtschaft, dass mit Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen auch Imageschäden für die Industrie provoziert werden könnten (Bewusstes Hinnehmen von Risiken einer Krebserkrankung bei Arbeitnehmern). Daher wird von der Industrie das Modell der MoE-Werte favorisiert, bei dem das Risiko nicht in Form eines Mortalitäts- oder Morbiditätsrisikos ausgedrückt wird, sondern dieses in Form eines Abstands (MoE) zu gesicherten Risikoaussagen beschrieben wird (z.B. dem Referenzrisiko von 25%, das meist aus dem Tierversuch berechenbar ist).

Ein Hemmnis für die Chance zur Etablierung eines Ampelmodells wird darin gesehen, dass die häufigere Verwendung von Verfahrens- und Stoffspezifischen Kriterien (VSK) statt Arbeitsplatzgrenzwerten einerseits direkte Risikoquantifizierungen entbehrlich macht, andererseits bereits mit dem Schutzstufenkonzept verknüpft werde, so dass nicht genügend Handlungsdruck für eine Festlegung der Toleranz- und Akzeptanzschwellen aufgebaut werden könnte und damit die Ampel grundsätzlich in Frage gestellt werden könnte.

Ein weiteres Hemmnis wird in einer Einschränkung der Anwendung des Ampelmodells für Kanzerogene gesehen. Es wird als wahrscheinlich eingeschätzt, dass vorhandene Grenz- und Richtwerte unter der Annahme einer Toleranzschwelle, wie sie in anderen Ländern oder anderen Regulierungsbereichen üblich sei, im gelben oder roten Bereich einsortiert werden würden. Damit würde ein größerer Handlungsdruck für die Wirtschaft entstehen, Maßnahmen zur Senkung der Exposition einzuleiten. Dem würde zwar die Möglichkeit entgegenstehen, mit entsprechenden Maßnahmen erzielte Erfolge des Arbeitsschutzes abbilden zu können und mit Einhaltung der Werte Entlastungen erreichen zu können. Da hierfür aber zurzeit keine Aussagen zu den erforderlichen Aufwendungen und Zeiträumen gemacht werden können, erscheint eine Zustimmung der Industrie ohne einen Verständigungsprozess über die Anreize bei Erreichen der Ziele (Einstufung der Werte und deren Einhaltung im grünen Bereich) schwierig.

Eine Unsicherheit besteht in der Unklarheit über die Folgen der Überschreitung der neu definierten AGW: Die Gefahrstoffverordnung fordere deren Einhaltung und die Konsequenzen einer Überschreitung seien nicht deutlich. Gleichwohl sei eine Überschreitung angesichts des Stands der Technik zwangsläufig. Hier ist unklar, welche Haftungsrisiken für Behörden oder Berufsgenossenschaften bei Toleranz dieser Grenzwertüberschreitungen bestehen könnten.

6.3.4 Die nächsten wesentlichen Aufgaben und Arbeitsschritte und Ziele der Einbeziehung von Akteuren

Um die Auswirkungen der Ampel auf den Arbeitsschutz und die Interessenlagen der beteiligten Akteure besser abschätzen zu können, sollten Szenarien für die Einordnung vorhandener Grenz- und Richtwerte durchgespielt werden (vgl. dazu Abschnitt 7.3.3). Es erscheint allen Gesprächspartnern als eher unwahrscheinlich, ohne eine breite Diskussion über die Auswirkungen der Festlegung der Schwellen und der Einordnung der existierenden Werte zu einer Verständigung auf Prioritäten für die Ableitung von AGW und expositionsminimierender Maßnahmen gelangen zu können.

Für die Ableitung der neuen AGW seien Vorschläge für Methoden zu deren Entwicklung zu erarbeiten. Hierzu sei es sinnvoll, Alternativen zu entwickeln und deren Vor- und Nachteile zu diskutieren. Dies sei wesentliche Voraussetzung, um sich auf die Anwendung von Methoden zur Entwicklung von AGW für Kanzerogene zu einigen.

Zu der Frage ob VSK alternativ zu den AGW die Anforderungen der novellierten Gefahrstoffverordnung erfüllen können, sei schnell eine Klärung herbeizuführen. Ohne diese Klärung sei nicht der erforderliche Handlungsdruck für die Etablierung der Ampel und den dafür erforderlichen Verständigungsprozess zu erzeugen.

6.3.5 Veränderungen der Ampel zur Steigerung der Akzeptanz

In den Gesprächen wurde eine Anwendung von MoE-Werten vorgeschlagen. Diese hätten aus Sicht der Industrie den Vorteil, dass sie nicht direkte Aussagen über die Überschreitung einer Schwelle definieren, sondern Aussagen über den Abstand der Zielerreichung von einem akzeptierten Punkt definieren. Damit könne aus Perspektive der Wirtschaft die Gefahr verringert werden, dass in der Öffentlichkeit der Eindruck entstehen könnte, es würden bewusst bei Überschreitung, aber auch bei Einhaltung von Grenzwerten, ernsthafte Erkrankung durch Ausübung einer beruflichen

Tätigkeit in Kauf genommen werden. (In der Interpretation des MoE ist noch kein einheitliches Vorgehen etabliert: während die EU in einem neuen Entwurf zur Revision des Technical Guidance Document einen bewerteten MoE ausweisen möchte, der einen „very low concern“ abgrenzt (EC, 2003 mit Ergänzung, Entwurfsfassung Januar 2005), ist derzeit die Vorstellung der Industrie zu einem mindestens erforderlichen MoE weniger klar definiert).

Eine weitere mögliche Veränderung bestünde in der Anwendung von VSK anstelle der AGW bei Kanzerogenen. Hiermit würde auf Setzung von Grenzwerten verzichtet werden können und es könnte somit einer Sorge der Wirtschaft begegnet werden.

6.3.6 Ausschlusskriterien für eine Verständigung

Eine Verständigung wird insbesondere unter zwei Bedingungen als unmöglich eingeschätzt:

- Ein zu geringe oder zu hohe Festlegung der Schwellenwerte für die Übergangsbereiche von grün nach gelb (Akzeptanzschwelle) und gelb nach rot (Toleranzschwelle). Hier nennen aber alle Gesprächspartner keine konkreten Zahlenwerte.

Eine öffentlich geführte Diskussion über Versäumnisse des Arbeitsschutzes in der Vergangenheit (Schwarzer-Peter-Spiel), um den Handlungsdruck auf einzelne Interessenvertreter zu erhöhen. Hier wird von einigen Gesprächspartnern eingefordert, sich zunächst unter fachlichen Experten (z.B. im AGS) auf die Rahmenbedingungen des Modells (Anwendung von VSK, Anwendung von MoE, Höhe der Toleranz- und Akzeptanzschwellen, Beschränkung auf Kanzerogene, Methoden zur Ableitung der AGW) zu verständigen, bevor eine öffentlich geführte Diskussion unter Beteiligung der Politik in Gang gesetzt wird.

6.4 Zusammenfassung

Akteure im Arbeitsschutz aus Industrie, Gewerkschaft, Berufsgenossenschaft, Wissenschaft und Bundes- sowie Länderbehörden in Deutschland wurden hinsichtlich ihrer Interessen und Erwartungen zum Ampelmodell befragt.

Das Ampelmodell wird von allen Akteuren als Chance zur verbesserten Risikokommunikation im Arbeitsschutz bewertet. Allerdings besteht bei vielen noch ein relativ unklares Bild hinsichtlich der genauen Aufgaben einer Ampel und die Vorstellungen von deren Funktion weichen voneinander ab. Entsprechend variieren auch die positiven Erwartungen und die Befürchtungen in Verbindung mit dem Modell.

Die Aufgabe eines Ampelmodells wird von einigen temporär gesehen (Instrument zur Einführung und Umsetzung der neuen Arbeitsplatzrichtwerte), von einigen permanent (Orientierungsinstrument für Ermittlung der Dringlichkeiten im Handlungsbedarf aufgrund von gesundheitlichen Risiken, Verhandlungsinstrument zur Entlastung durch weniger Maßnahmen im Grünbereich, Belastung durch weitgehende Maßnahmen im Rotbereich) eingeordnet.

Als Befürchtungen werden Fehlinterpretationen des Risikos („Zählen von Toten“) und mögliche hohe Anforderungen zur Expositionsreduktion erkennbar. Dem steht die

Sorge von relevanten Einschränkungen des Arbeitsschutzes in Verbindung mit der Ampel („Grenzwerte mit relevantem Gesundheitsrisiko“, „Einschränkungen des Minimierungsgebots“) entgegen. Generell besteht Skepsis hinsichtlich des Mutes und der Bereitschaft, akzeptable und tolerable Risiken zu quantifizieren, wobei wiederholt auf das zentrale Problem der Unsicherheit in der Risikoabschätzung verwiesen wurde.

Unklar ist die Positionierung der neuen Arbeitsplatzgrenzwerte (insbesondere bei krebserzeugenden Arbeitsstoffen) in der Farbskala oder an den Zäsurstellen der Ampel, mit Unsicherheiten, wie Grenzwertüberschreitungen einzuordnen seien („Überschreitungen immer im Rotbereich?“). Hier haben frühere Darstellungen des Ampelschemas und das übliche Denken: „Überschreiten des Grenzwerts = Regelverletzung = Rot“ zur Verwirrung beigetragen. Ferner ist völlig unklar, welche Konsequenzen daraus zu ziehen sind, dass derzeit der Stand der Technik bei Umgang mit krebserzeugenden Stoffen in der Regel kein Risikoniveau in Höhe eines akzeptablen Risikos ermöglicht. Fehlende Orientierungshilfen nach Wegfall der Technischen Richtkonzentrationen (TRK) sorgen für Verunsicherung.

7 Möglichkeiten zur Weiterentwicklung und Konkretisierung des Ampelmodells bei krebserzeugenden Substanzen

Bei der Weiterentwicklung des Ampelmodells sollte das Verhältnis der Ampel zur neuen Gefahrstoffverordnung geklärt werden und die Verknüpfung zwischen Ampel und Managementmaßnahmen eindeutiger vorgegeben sein.

Vorschläge zur Weiterentwicklung des Ampelmodells beinhalten darüber hinaus a) den Umgang mit Unsicherheit in der Risikoschätzung, b) den Umgang mit dem „durchschnittlichen individuellen Risiko“ einerseits und dem Populationsrisiko andererseits, c) eine mögliche Vorgehensweise im Umgang mit technisch erforderlichen erhöhten Risiken im Besorgnisbereich vor Erreichung des Akzeptanzniveaus.

7.1 Klärungsbedarf

7.1.1 Verknüpfung von Gefahrstoffverordnung und Ampelmodell

In einer Entschließung des Bundesrats (BUNDESRAT, 2004) zur Gefahrstoffverordnung wurde bedauert, dass die Gefahrstoffverordnung derzeit keinerlei Regelungen enthalte, die die Gefährdungsbeurteilung und das Schutzstufensystem in Bezug zum konkreten Risikopotenzial der Arbeitsstoffe bringt. Die Bundesregierung wurde deshalb gebeten, „...ein neues Bewertungskonzept für Gefahrstoffe ...zu entwickeln, welches sich an absoluten Risikodimensionen orientiert und stoffspezifische Akzeptanz- und Toleranzschwellen benennt. Ein derartiges Bewertungskonzept besitzt für die betriebliche Praxis erhebliche Vorteile, da es eine Konzentration des Gefahrstoffmanagements der Unternehmen auf die tatsächlich relevanten Risikostoffe ermöglicht und zugleich den Arbeitgeber von erheblichen Ermittlungs- und Beurteilungsverpflichtungen entlastet.“ In diesem Sinne trägt ein geeignetes Ampelmodell den Erwartungen des Bundesrats an eine Ausfüllung und Weiterentwicklung der Gefahrstoffverordnung Rechnung.

Als eines der Ergebnisse der Akteursgespräche ist jedoch zu schlussfolgern, dass das Ampelmodell als Entscheidungshilfe zur Festlegung der Dringlichkeit von Expositionsminderungsmaßnahmen zunächst als ein in sich schlüssiges Konzept entwickelt werden soll und nicht notwendigerweise auf die Festlegungen oder Interpretationen der neuen Gefahrstoffverordnung in ihrem gegenwärtigen Stand gekoppelt sein muss. Möglicherweise bieten die mit dem Ampelmodell entstehenden Überlegungen auch Anlass zur weiteren Optimierung der Gefahrstoffverordnung. Sobald Ampelmodell und Gefahrstoffverordnung aufeinander abgestimmt sind, kann das Ampelprinzip zur Beurteilung der betrieblichen Exposition herangezogen werden.

Arbeitsplatzgrenzwerte

Ein zentraler Problembereich der neuen Gefahrstoffverordnung ist die Verknüpfung des Arbeitsplatzgrenzwerts in seiner jetzigen Definition mit dem Ampelmodell:

Die Gefahrstoffverordnung ordnet dem Arbeitsplatzgrenzwert eine wichtige Rolle zu. Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) „gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes

akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im allgemeinen nicht zu erwarten sind.“ (§3,(6)). Die Einhaltung des AGW ist sicherzustellen (§10,(2)). Bestimmte ergänzende Schutzmaßnahmen sind bei Vorliegen und Einhaltung eines solchen AGW auch bei krebserzeugenden Stoffen nicht erforderlich (§11,(1)). Entsprechende gesundheitsbasierte AGW können nach der Gefahrstoffverordnung demnach auch für krebserzeugende Stoffe etabliert werden und sind (da in der Regel für Kanzerogene keine eindeutige Wirkungsschwelle angegeben werden kann) risikobasiert. Mit der oben zitierten Definition eines AGW („in der Regel keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit zu erwarten“) kann nur ein niedriges Risikoniveau verknüpft werden.

Andererseits heißt es im Ampelmodell und ihrer derzeitigen in sich schlüssigen Logik, dass die Toleranzschwelle eingehalten werden müsse (!), die Akzeptanzschwelle eingehalten werden solle (!). Das bedeutet, dass Grenzwerte in der Höhe der Akzeptanzschwelle keine Verbindlichkeit besitzen könnten, denn sie sollen ja nur eingehalten werden und dürften damit auch überschritten werden. Dies widerspricht aber den derzeitigen Definitionen der AGW. Der starke Verbindlichkeitscharakter der Werte in Höhe der Besorgnisschwelle, in anderen Ländern nur Zielcharakter haben (z.B. „target level“ in den Niederlanden), erzeugt demnach Konflikte.

Schutzstufenkonzept

Derzeit sind das Schutzstufenkonzept der Gefahrstoffverordnung und eventuelle Handlungsoptionen bei den einzelnen Farbbereichen der Ampel nicht aufeinander abgestimmt: Im Ampelkonzept wird bei der Einhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwerts (AGW) in Höhe oder unterhalb der Akzeptanzschwelle nicht mehr gefordert, dass eine Substitution vorgesehen oder weitere Expositionsminderungsmaßnahmen erfolgen. Das Schutzstufenkonzept fordert bei krebserzeugenden Stoffen in jedem Fall (auch bei Einhaltung eines AGW) die Einhaltung der Schutzstufe 3 (vgl. **Abb. 7.1**). Je nach erforderlichem Aufwand zur Erreichung und Einhaltung einer Akzeptanzschwelle bei krebserzeugenden Stoffen (aber z.B. auch bei reproduktionstoxischen Stoffen) kann es hier zu Widersprüchen kommen.

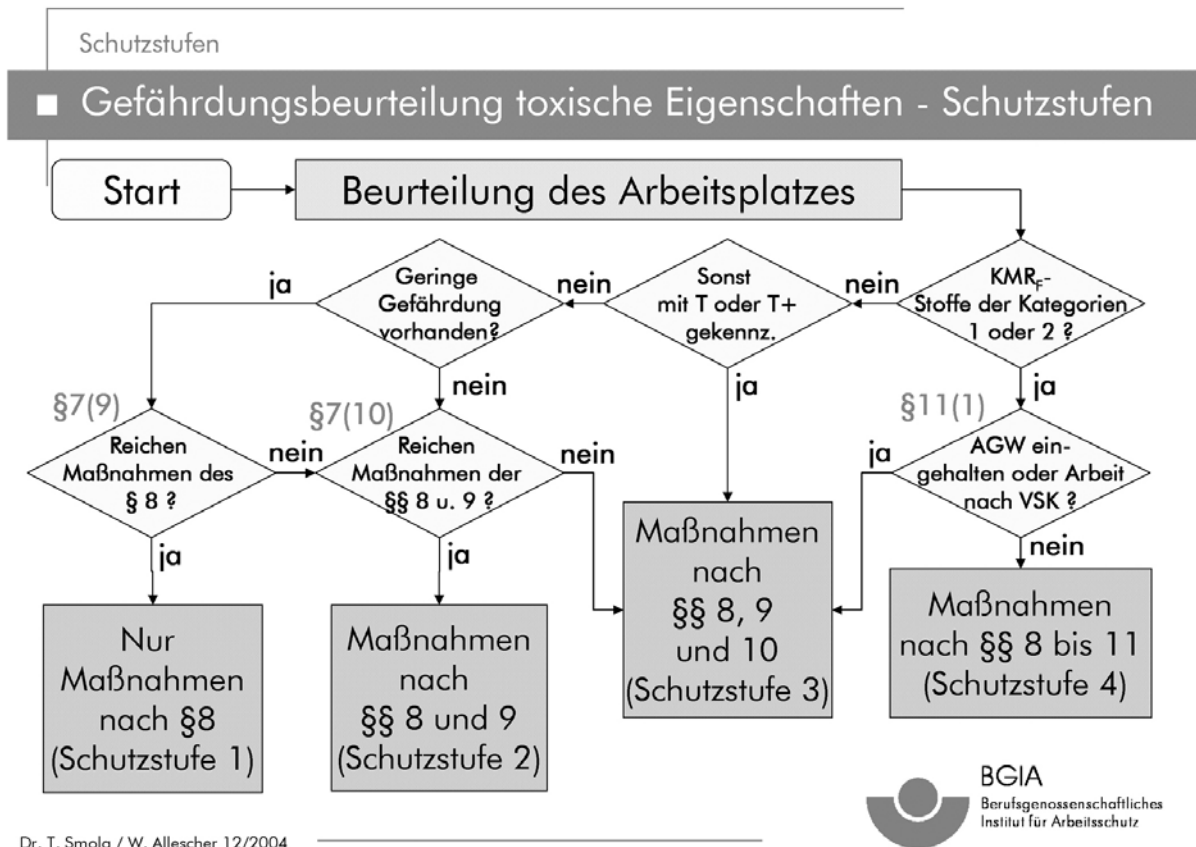


Abb. 7.1 Schutzstufenkonzept nach neuer Gefahrstoffverordnung (Quelle: SMOLA, 2004, Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Autors)
 KMR = krebserzeugende, mutagene oder reproduktionstoxische Stoffe

Es ist darauf zu achten, dass keine unterschiedlichen Signale (etwa: Exposition in Verbindung mit Risikoabschätzung entsprechend Ampelmodell signalisiert bereits Grün, während bei qualitativer Bewertung Schutzstufe 3 ermittelt wird und möglicherweise weitere Maßnahmenpakete erforderlich erscheinen lässt) vermittelt werden.

7.1.2 Bedeutung des Risikomanagement bei der Ampelentwicklung

Das Ampelmodell wurde in seinen Anfängen als „maßnahmeorientiertes“ Modell definiert. In der weiteren Diskussion wurde von verschiedenen Akteuren gewünscht, zunächst das Modell mit den Zäsurstellen (akzeptables und tolerables Risiko) zu etablieren und erst in einem zweiten Schritt Maßnahmen zu konkretisieren. „Wenn das Ampelmodell in der Lage sein sollte, zunächst nur die Dringlichkeit von expositionsmindernden Maßnahmen in Kategorien zu verpacken, dann ist schon viel gewonnen. Die Formulierung von konkreten Maßnahmenstrategien sollte nachgeschaltet sein.“ (Kommentierung aus Akteursgesprächen)

Dieses Verständnis erfordert eine Präzisierung:

- a) Aus juristischer Sicht ist für die Festlegung einer Gefahrenschwelle die Zahlenhöhe (als Risikoquantifizierung) nicht alleine ausschlaggebend: „Entscheidend ist, ob die verwendeten Kriterien zur Festlegung der Tolerabilitätsgrenze

... juristischer Kritik standhalten. Die Höhe des Wertes hängt auch von den daran gebundenen Maßnahmen (z.B. Verbot, Beobachtung, Sanierung) ab....“(LAUG, 2001).

- b) Die Akteursgespräche haben außerdem gezeigt, dass die Diskussion von Zahlen (1:1000; 1:10000) regelmäßig mit der Frage verknüpft wird: „Was passiert im Bereich darunter/darüber?“ und „wie unterscheiden sich die Konsequenzen, wenn wir in Grün, Gelb oder Rot liegen?“. Zudem sind implizite Erwartungen an den Maßnahmenkatalog anzunehmen, die die Einstellung zur Ampel beeinflussen: „Es reicht, nach Gelb zu kommen, dann sind die Auflagen unproblematisch“, „Rot bedeutet automatisch Verbot“.

Tatsächlich werden bereits einige Charakteristika dieser Maßnahmenunterscheidung im Vorfeld der Festlegung der Zäsurstellen genannt und lösen Reaktionen aus: „Wenn x % der Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen derzeit im Rotbereich liegen und hierfür ab morgen Kapselung oder Verbot vorgesehen wird, dann ist eine solche Rotschwelle nicht haltbar“. Nicht zuletzt wird die Entlastungswirkung eines Grünbereichs nur erkenntlich, wenn die nach noch verbleibenden und die nicht mehr vorzunehmenden Maßnahmen sehr deutlich werden.

Auf Basis der Akteursgespräche wird deshalb geschlussfolgert, dass die *Art und Qualität* von Maßnahmen, wie sie den jeweiligen Farbbereichen zugeordnet sind, schon im Vorfeld der Festlegung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle möglichst präzise beschrieben werden sollten, damit eine Bereitschaft vergrößert wird, diese Zahlen quantitativ zu fixieren. Ferner spricht die Erfordernis nach Kompatibilität von Toleranz- und Akzeptanzschwelle mit juristischen Kriterien für die Vorstellung von Maßnahmen bereits in der ersten Stufe. Natürlich ergeben sich *stoff- und tätigkeitsbezogen Konkretisierungen* in der Maßnahmeplanung, die erst dann diskutiert werden können, wenn das allgemeine Modell mit seinen Zäsurstellen etabliert ist. Diese stoff- und tätigkeitsbezogenen Maßnahmen sind folglich erst in einer zweiten Stufe zu erarbeiten. Andererseits reicht eine Einteilung in Dringlichkeitsstufen nicht aus, um die Konsequenzen hinreichend fassbar zu machen und somit eine tragfähige Entscheidung zu Akzeptanz- und Toleranzschwelle abzusichern.

7.2 Dialogmodell

Die Festlegung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle erfordert eine gesellschaftliche Bewertung von Risiken durch krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz. Hierzu sind heranzuziehen: a) Vergleiche mit dem Ausland und mit anderen Regelungsbereichen, b) Vergleiche mit anderen Risiken, c) Vergleiche mit Hintergrundrisiken, d) juristische Einordnungen. Alle diese Instrumente führen jedoch nur begrenzt zum gesellschaftlichen Konsens und können das „richtige Risiko“ nicht objektiv ermitteln. Deshalb sind zusätzlich Foren für Diskurse der Akteure zu den Konsequenzen aus Lösungsalternativen und zu strittigen oder ungelösten Themen zu schaffen. Schließlich ist eine adäquate Information der Akteure sicherzustellen.

7.2.1 Risikovergleiche

Die Höhe eines unter dem Blickwinkel des Gesundheitsschutzes akzeptablen oder tolerablen Risikos am Arbeitsplatz ist als gesellschaftliche Konvention festzulegen.

Die oben begründete Notwendigkeit eines „hohen Schutzniveaus“ ist zu konkretisieren. Dabei können helfen:

- a) Vergleiche zum internationalen Vorgehen
- b) Vergleiche zu anderen (niedrigen) Risiken
- c) Aussagen, wie sie in juristischen Bewertungen zu Grunde gelegt wurden,
- d) Ein Vergleich mit dem Krebs hintergrundrisiko ohne spezifische berufliche Belastung.

Akzeptanzschwelle

Vergleiche mit dem Ausland und anderen Regelungsbereichen verweisen auf die Lage der Akzeptanzschwelle im Bereich von 4×10^{-3} bis 7×10^{-7} (zusätzliches Risiko im Laufe des Lebens an Krebs zu sterben; vgl. **Tab. 5.4a,b**). Bei einer Einengung auf Krebsrisiken am Arbeitsplatz kann vor allem eine Orientierung an dem Risiko von 4×10^{-5} (Niederlande, Schweiz) als Vergleichswert dienen (Bezugszeitraum: Dauer des Berufslebens).

Wird das Todesfallrisiko in einigen Branchen der Industrie durch Unfälle als Vergleich herangezogen, ergeben sich die in **Tab. 5.6** dargestellten Werte. Diese Zahlen wurden auch in einigen nationalen Regelungen als Begründung für deren Quantifizierung eines noch tolerierbaren Risikos herangezogen. Nach diesem Vergleich liegt das Risiko für Unfalltod in sicheren Industriezweigen (Instrumentenbau, Dienstleistung) im Laufe eines Berufslebens bei ca. 1×10^{-4} .

Sollte als Umweltrisiko ein Vergleich mit dem Tod durch Blitzschlag angestellt werden, so liegt dort das Risiko bei 7×10^{-6} (Lebenszeit; vgl. Anh. 6, Tab. 1 sowie Diskussion in Abschnitt 5.4.2).

Im Umweltbereich wird nach der Einschätzung eines Verwaltungsgerichtshofs (München) ein Risiko für Krebserkrankungen für eine im Einwirkungsbereich einer Anlage lebende Person in Höhe von 1×10^{-6} pro Lebenszeit als irrelevante Risikoerhöhung qualifiziert. Andere Gerichte sahen Risiken von 10^{-5} bereits als irrelevant an (vgl. Abschnitt 5.4.2). Dieser Rahmen wird auch in einer Befragung von Juristen durch eine Länderarbeitsgruppe in Deutschland bestätigt, ohne dass eine definitive Festlegung erfolgt wäre (LAUG, 2001).

Das Hintergrundrisiko für Krebserkrankungen (Lebenszeitrisiko) in der Allgemeinbevölkerung liegt bei ca. 20-25%. Es würde sich z.B. bei einem akzeptierten zusätzlichen beruflichen Lebenszeitkrebsrisiko von 10^{-4} somit z.B. von 0,25 auf 0,2501 erhöhen. Diese Berechnung macht deutlich, dass bei den Betrachtungen kaum ausschlaggebend sein kann, ob 1 oder mehrere Kanzerogene am Arbeitsplatz auftreten. Es geht um die grundsätzliche Frage, ob eine Risikoerhöhung in dieser oder einer anderen Größenordnung akzeptabel ist.

Einer Entscheidung über das auf dieser Grundlage als akzeptabel eingeschätzte Risiko kann an dieser Stelle nicht vorweggenommen werden. Die Daten können jedoch dazu beitragen, eine entsprechende Wahl vorzunehmen.

Toleranzschwelle

Vergleiche mit dem Ausland und anderen Regelungsbereichen verweisen auf die Lage der Toleranzschwelle im Bereich von 4×10^{-2} bis 5×10^{-5} (zusätzliches Risiko im Laufe des Lebens an Krebs zu sterben; vgl. **Tab. 5.5 a,b**). Bei Ausklammerung des Standards für den Strahlenschutz und einer Einengung auf Krebsrisiken am Arbeits-

platz kann vor allem eine Orientierung an dem Risiko von 4×10^{-3} (Niederlande) als Vergleichswert dienen (Bezugszeitraum: Dauer des Berufslebens). Das höchste als Schwelle zur Intolerabilität ausgewiesene Risiko liegt bei 4×10^{-2} (HSE, ICRP), ist jedoch bisher nicht auf krebserzeugende Chemikalien (mit der Ausnahme von radioaktiven Substanzen) bezogen und liegt möglicherweise bereits deutlich im Gefahrenbereich. Wünscht man, keinen Unterschied zwischen Umweltbereich und Arbeitsplatzbereich zu machen, so wäre aufgrund des Ländervergleichs auch eine Toleranzschwelle bei einem Lebenszeitrisko von größer oder gleich 5×10^{-5} in Erwägung zu ziehen (Vergleichsbasis: Bodenschutz in Deutschland). Auf dem Hintergrund der Akteursgespräche halten wir eine Gefahrenschwelle für den Arbeitsplatz in dieser Höhe jedoch für nicht konsensfähig.

Wird das Todesfallrisiko in einigen Branchen der Industrie durch Unfälle als Vergleich herangezogen, ergeben sich die in **Tab. 5.6** dargestellten Werte. Diese Zahlen wurden auch in einigen nationalen Regelungen als Begründung für deren Quantifizierung eines noch tolerierbaren Risikos herangezogen. Nach diesem Vergleich liegt das Risiko für Unfalltod in unsicheren Industriezweigen (Tiefseefischerei, Baubereich) im Laufe eines Berufslebens bei ca. $3,5 \times 10^{-2}$ bis $3,5 \times 10^{-3}$.

Sollte als Umweltrisiko ein Vergleich mit dem Tod durch Radonstrahlung im Innenraumbereich angestellt werden, so liegt dort das zusätzliche Risiko bei $8,4 \times 10^{-2}$ (bei einem Alter von 75 Jahren steigt das Erkrankungsrisiko für Lungenkrebs von 0,4% auf 0,5%, wenn statt 0 Bq eine Belastung von 100 Bq vorliegt; DARBY et al., 2004).

Juristische Bewertungen lassen ein Risiko im Prozentbereich jedoch als möglicherweise zu hoch erscheinen: „In epidemiologischen Studien lässt sich ein erhöhtes Risiko statistisch signifikant nachweisen, bei dem zumindest von einem nicht mehr tolerablen Risiko ausgegangen werden kann. Hierzu sind im Allgemeinen Lebenszeitriskoren in der Größenordnung von 10^{-2} erforderlich.“ (LAI, 2001).

Das Hintergrundrisiko für Krebserkrankungen (Lebenszeitrisko) in der Allgemeinbevölkerung liegt bei ca. 20 - 25%. Es würde sich z.B. bei einem tolerierten zusätzlichen beruflichen Lebenszeitkrebsrisiko von 10^{-2} somit von 25 auf 26% erhöhen. Der Wert würde noch höher, wenn mehrere Kanzerogene am Arbeitsplatz vorliegen (Ein nichtlineares Zusammenwirken muss für möglich erachtet werden).

Einer Entscheidung über das auf dieser Grundlage als noch tolerabel eingeschätztes Risiko kann an dieser Stelle nicht vorweggenommen werden. Die Daten können jedoch dazu beitragen, eine entsprechende Wahl vorzunehmen.

7.2.2 Dialog zu Konsequenzen

Die meisten unserer Gesprächspartner wünschten sich einen Dialog zwischen Politik, Interessenvertretern und Wissenschaft über Maßnahmen zur Expositionsminderung von Kanzerogenen am Arbeitsplatz.

Zur Entwicklung quantitativer Vorschläge für Akzeptanz- und Toleranzschwelle schlagen wir eine Szenario-Technik vor. Es könnten zwei oder drei verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Höhen der Schwellen definiert werden und diese gemeinsam mit den am Dialog beteiligten Akteuren durchgespielt werden. Voraussetzung dafür ist, dass für viele Einzelstoffe bereits zuvor Konzentrations-Risiko-Verläufe berechnet wurden (für den gesamten Risikobereich zwischen experimenteller Konzentration – Risiko z.B. ca. 1:10 - bis zu optionalen Risikoakzeptanzschwellen

bei 1:10.000 und 1:100.000) und als konkrete Datenbasis zur Verfügung stehen. Die Vorschläge für die Höhen der Toleranz- und Akzeptanzschwellen kann über die vergleichenden Betrachtungen des Vorgehens in anderen Ländern (vgl. dazu Abschnitt 5) und aus Risikovergleichen ermittelt werden. Der Ansatz, über die Betrachtung von Szenarien eine Annäherung an angemessene Höhen der Toleranz- und Akzeptanzschwellen zu erreichen, stellt zugleich eine Möglichkeit des Umgangs mit dem Problem dar, dass Höhen solcher Schwellenwerte nicht alleine über Risikovergleiche alleine begründet und akzeptiert verankert werden können (vgl. dazu Abschnitt 4.3).

Fragen, die bei Auswertung der Szenarien zu beantworten wären, könnten z.B. sein:

- Was bedeutet die jeweilige Schwelle für die Beurteilung existierender Grenz- und Richtwerte?
- Was bedeutet die Schwelle für die zu entwickelnden AGW (wenn sie nicht automatisch an der Schwelle von grün nach gelb angesiedelt werden)?
- In welchen Farben würden sich bestimmte Tätigkeiten in bestimmten Branchen bei den jeweils definierten Schwellen wieder finden? (Hierzu wäre eine gemeinsame Auswahl von den zu betrachtenden Stoffen und Anwendungsbereichen erforderlich)
- Welche Aufwendungen sind in welchen Branchen und bei welchen Unternehmensgrößen exemplarisch erforderlich, um die AGW einhalten zu können (Mehraufwand und Entlastungen)?
- Was bedeuten die unterschiedlichen Schwellen für den Vollzug des Arbeitsschutzes (Mehraufwand und Vereinfachungen)?
- Was bedeuten die unterschiedlichen Schwellen für die Versicherer von beruflichen Risiken und der Folgewirkungen von Erkrankungen?

Bei der Konzeption eines solchen Dialogs sollte darauf geachtet werden, zwischen Arbeitsebene und der Ebene zu unterscheiden, die die Ergebnisse der Arbeitsebene auswertet und Empfehlungen ableitet. Daher schlagen wir die Einrichtung einer Steuerungsebene vor, die zugleich Themen und Teilnehmer der einzurichtenden Arbeitsgruppen bestimmt. Die Steuerungsgruppe sollte zumindest mit einem Vertreter der maßgeblichen Interessengruppen besetzt sein (Behörden, Wissenschaft, Wirtschaft, Berufsgenossenschaft, Gewerkschaft). Vereinbarungen und Ergebnisse müssen nach dem Konsensprinzip erfolgen. Die Funktion der Steuerungsgruppe könnte auch vom AGS übernommen werden.

Die Ergebnisse des Dialogs werden von der Prozesssteuerung in einem Bericht zusammengefasst. In dem Bericht wird zwischen Fakten, Bewertungen und Empfehlungen unterschieden. Konsens und Dissens werden festgehalten. Bei Dissens werden zusätzlich die abweichenden Meinungen und Entscheidungsbedarfe festgehalten. Der Bericht wird als Empfehlung für den weiteren Umsetzungsprozess an die entsprechenden politischen Gremien geleitet.

Dialog zu Konsequenzen (Materialien) - Wahl der Toleranzschwelle und Folgen für die Einordnung der TRK-Werte

Für die Einordnung von Konsequenzen ist von Interesse, wie die Exposition in Höhe der ehemaligen TRK-Werte sich als Risiko darstellt. Daraus ergibt sich ein Hinweis auf kurzfristigen Änderungsbedarf, der die Bereitschaft zur Konsentierung einer Toleranzschwelle beeinflussen könnte. Die so berechneten Krebsrisikozahlen kennzeich-

nen das Risiko für zusätzliche Todesfälle durch Krebs bei einer hypothetischen statistischen Person, wenn diese über ihr gesamtes Arbeitsleben gegenüber der krebs-erzeugenden Substanz in Höhe des TRK-Werts (8h/Tag; 5 Tage/Woche; 35 Jahre Lebensarbeitszeit) ausgesetzt worden wäre. **Tab. 7.1** zeigt diese Auswertung für alle ausgewerteten 55 Datensätze. Hierbei ist zu beachten, dass einzelne Substanzen mit mehreren Datensätzen in die Auswertung eingehen können, wenn unterschiedliche TRK-Werte für verschiedene Tätigkeiten und/oder Unter- und Obergrenzen für das unit risk vorlagen. Ferner ist für die Bewertung der unten ausgewiesenen Krebsrisikozahlen zu beachten, dass diese in der Regel nicht mit dem Zentralschätzwert (wahrscheinlichster Wert nach Festlegung einer bestimmten Funktion für die Konzentrations-Risiko-Beziehung), sondern mit dem Schätzwert für das obere 95%-Konfidenzintervall (aufgrund der Datenlage noch immer plausibler Wert) erstellt wurden, so dass bei der hier vorgeschlagenen Schätzmethode sich etwas niedrigere Risiken (und damit leicht Verschiebungen in der Anzahl der Überschreitungen der Toleranzschwelle) ergeben würden.

Tab. 7.1 Krebsrisiko beim TRK-Wert; Auswertung zu 55 Datensätzen (TRK-Werten) (Quellen: NIES et al 2002; DFG, 2003)

Statistische Parameter	Risiko (zusätzliches Krebserkrankungsrisiko bei (berufs-) lebenslanger Exposition in Höhe des TRK-Werts)	
Niedrigster Wert	1:8547	$1,17 \cdot 10^{-4}$
Höchster Wert	1:1,42	$7,00 \cdot 10^{-1}$
Median	1:85	$1,17 \cdot 10^{-2}$
Geometrisches Mittel	1:95	$1,05 \cdot 10^{-2}$
95-Perzentil	1:3	$3,33 \cdot 10^{-1}$
5-Perzentil	1:2433	$4,11 \cdot 10^{-4}$

Das Ergebnis zeigt, dass im Mittel etwa ein Lebenszeitrisiko in Prozenzhöhe (1:100) bei den TRK-Werten in Deutschland zur Kenntnis genommen werden muss. Dies gilt auf dem Hintergrund der Einschränkungen über die Unsicherheit der Risikoextrapolation, wobei jedoch diese in der Höhe der berechneten Risiken als nicht hoch eingeschätzt wird (bei einem Risiko von 1% wird auf nur 1 Größenordnung unterhalb des Beobachtungsbereichs im Tierexperiment extrapoliert). Das niedrigste Risiko liegt bei ca. 1:10.000 bei o-Toluidin.

Nach dieser Gesamtauswertung wurde geprüft, wie sich wahlweise eine Gefahrenschwelle bei 1:250, 1:500, 1:1000 (Inzidenzrisiko für Krebserkrankungen bei Exposition über gesamte berufliche Lebenszeit) auf die Zuordnung von TRK-Werten in die gelbe bzw. rote Kategorie auswirkt (Basis: n=55 Datensätze). **Tab. 7.2** zeigt das Ergebnis. Erwartungsgemäß führt diese Unterscheidung zu keiner sehr großen Differenzierung, weil bei allen diesen angenommenen Gefahrenschwellen bereits die überwiegende Anzahl der Stoffe im roten Bereich liegt. Die Zuordnung mit einem Risiko von 1:250 entspricht dem „ban level“ in den Niederlanden.

Tab. 7.2 Zuordnung von Substanzen/Tätigkeiten in den Gefahrenbereich (roten Bereich) bei Festlegung alternativer quantitativer Übergänge (Gefahrenschwellen) in Höhe von 1:250, 1:500 oder 1:1000 (Krebserkrankungsrisiko bezogen auf Berufslebensdauer)

Risiko beim TRK-Wert größer als		
1:250 ($4 \cdot 10^{-3}$)	1:500 ($2 \cdot 10^{-3}$)	1:1000 ($1 \cdot 10^{-3}$)
Acrylamid ^{A+B}	Acrylamid ^{A+B}	Acrylamid ^{A+B}
Acrylnitril ^{UG+OG}	Acrylnitril ^{UG+OG}	Acrylnitril ^{UG+OG}
Arsenverbindungen	Arsenverbindungen	Arsenverbindungen
		Benzol ^{UG}
Benzol ^{OG}	Benzol ^{OG}	Benzol ^{OG}
Benzo(a)pyren ^{A+B/UG+OG}	Benzo(a)pyren ^{A+B/UG+OG}	Benzo(a)pyren ^{A+B/UG+OG}
		Beryllium + Verb. ^{A/UG+OG}
1,3-Butadien ^{A+B/UG+OG}	1,3-Butadien ^{A+B/UG+OG}	1,3-Butadien ^{A+B/UG+OG}
Cadmium ^{A+B/UG+OG}	Cadmium ^{A+B/UG+OG}	Cadmium ^A
	1-Chlor-2,3-epoxypropan	1-Chlor-2,3-epoxypropan
Chrom(VI)-Verb. ^{A-C/UG+OG}	Chrom(VI)-Verb. ^{A-C/UG+OG}	Chrom(VI)-Verb. ^{A-C/UG+OG}
Cobalt ^{A+B/UG+OG}	Cobalt ^{A+B/UG+OG}	Cobalt ^{A+B/UG+OG}
1,2-Dibromethan	1,2-Dibromethan	1,2-Dibromethan
	1,2-Dichlorethan ^{UG}	1,2-Dichlorethan ^{UG}
1,2-Dichlorethan ^{OG}	1,2-Dichlorethan ^{OG}	1,2-Dichlorethan ^{OG}
	1,2-Epoxypropan	1,2-Epoxypropan
Ethylenimin	Ethylenimin	Ethylenimin
	Ethylenoxid ^{UG}	Ethylenoxid ^{UG}
Ethylenoxid ^{OG}	Ethylenoxid ^{OG}	Ethylenoxid ^{OG}
Hydrazin	Hydrazin	Hydrazin
Nickel + Verbindungen	Nickel + Verbindungen	Nickel + Verbindungen
2-Nitropropan	2-Nitropropan	2-Nitropropan
N-Nitrosodimethylamin ^{A-C}	N-Nitrosodimethylamin ^{A-C}	N-Nitrosodimethylamin ^{A-C}
		N-Nitrosodimethylamin ^D
Vinylchlorid ^{A+B/OG}	Vinylchlorid ^{A+B/OG}	Vinylchlorid ^{A+B/OG}
Gesamtauswertung (n = 55 Datensätze)		
67%	75%	82%

^{A-D} Tätigkeitsdifferenzierung nach TRK-Liste (in der dortigen Reihenfolge)

^{UG/OG} Krebsrisikozahl- Berechnung unter Verwendung der Untergrenze bzw. Obergrenze des für das unit risk angegebenen Bereiches

Wie **Tab. 7.3** zeigt, weisen manche Substanzen ein Risiko beim TRK-Wert größer 1:250 auf, wenn die Obergrenze des unit risks zugrunde gelegt wird, nicht jedoch, wenn die Untergrenze genommen wird (z.B. Ethylenoxid). Besonders auffällig ist dies beim Vinylchlorid, das nur unter Verwendung der unit risk-Obergrenze in die Bereiche eines Risikos beim TRK-Wert größer 1:1000 kommt, bei Verwendung der Untergrenze allerdings nicht (Risiken tätigkeitsdifferenziert $5,4 \cdot 10^{-4}$ bzw. $8,7 \cdot 10^{-4}$). In beiden Fällen ist das unit risk gut abgesichert.

Um diesen Einfluss genauer zu untersuchen, wurden in der Auswertung alle Datensätze mit Verwendung der Obergrenze (n=20) ausgeschlossen, so dass noch 35 Datensätze übrig blieben. Diese Auswertung zeigte erwartungsgemäß die größte Reduktion beim höchsten Risiko, weist allerdings nur geringe Unterschiede auf. Auch

ohne Verwendung der unit risk-Obergrenzen zeigt sich bei noch 60% aller Datensätze ein Risiko beim TRK-Wert größer 1:250.

Tab. 7.3 Vergleich der Auswertung aller Datensätze mit der Auswertung ohne unit risk-Obergrenzen

Risiko beim TRK-Wert größer als		
1:250 ($4 \cdot 10^{-3}$)	1:500 ($2 \cdot 10^{-3}$)	1:1000 ($1 \cdot 10^{-3}$)
Gesamtauswertung (n = 55 Datensätze)		
67%	75%	82%
Auswertung ohne Obergrenze (n = 35 Datensätze)		
60%	71%	80%

In der obigen **Tab. 7.3** wurden die Daten der Originalauswertung aus Gründen der Übersichtlichkeit teilweise vereinfacht übernommen. So wurde beispielsweise auf eine genauere Spezifizierung einzelner Verbindungen (insbesondere bei den Metallen) verzichtet.

Schließlich wurde anhand einiger weniger Beispiele überprüft, wie sich die Risikoschätzung verändern würde, wenn statt der Schätzung über das obere 95% Konfidenzintervall die wahrscheinlichste Schätzung herangezogen würde (vgl. **Tab. 7.4**). Die Auswertung zeigt, dass sich keine gravierenden Verschiebungen ergeben, wenn diese Änderung vorgenommen wird. Sofern also eine Einigung über das Extrapolationsmodell stattgefunden hat (zentraler Gegenstand der Unsicherheit), stellt der Umgang mit der verbleibenden Unsicherheit (Parameterfestlegung der gewählten Modellfunktion: Zentralschätzung oder Einschluss des Vertrauensbereichs) in der Regel ein nachgeordnetes Problem dar.

Tab. 7.4 Beispiele zum Vergleich der Ergebnisse der Risikoquantifizierung bei Wahl des zentralen Schätzwerts oder des oberen Vertrauensbereichs

Substanz	Arbeitsplatzrisiko bei Schätzung unter Einschluss des Vertrauensbereichs (/ 1 µg/m ³)	Arbeitsplatzrisiko bei Schätzung mit Zentralwert (z.B. ED10 statt LED10 oder BMD05 statt BMDL05) (/ 1 µg/m ³)
Naphthalin ^d	$1,52 \times 10^{-6} - 0,84 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-6} - 5,1 \times 10^{-7}$
p-Chloranilin ^e	$0,26 \times 10^{-5} - 0,48 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-6} - 1,6 \times 10^{-6}$
N-Nitrosodimethylamin	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$
*Chrom-VI	$2,8 \times 10^{-4} - 2,7 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-4} - 2,0 \times 10^{-4}$
*Acrylnitril	$1,35 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-6}$
*Bromethan ^a	$2,0 \times 10^{-7} - 5,8 \times 10^{-8}$	$1,33 \times 10^{-7} - 3,1 \times 10^{-8}$
*Butanonoxim ^b	$4,1 \times 10^{-7} - 1,9 \times 10^{-7}$	$3,0 \times 10^{-7} - 1,1 \times 10^{-7}$

* TA-Luft Stoffe, für die ED10/LED10 berechnet wurden; Krebsrisikozahlen stimmen nicht in jedem Falle mit BIA-Projekt (NIES et al., 2002) überein

a: Berechnung anhand von Daten zur Maus und Ratte

b: Leberadenome und Leberkarzinome bei der Ratte

d: Daten männliche – weibliche Ratten

e: Daten für unterschiedliche Tumorlokalisationen

7.2.3 Dialog zu strittigen Themen

Die Ampel soll helfen, sich über das Vorgehen bei der Entwicklung von gesundheitsbasierten Grenzwerten zu verständigen. Da liegt es nahe, auch in Verbindung mit dem Wunsch der Akteure nach aktiver Einbeziehung in den weiteren Entwicklungsprozess der Ampel, die bestehenden offenen Fragen und den daraus resultierenden Entscheidungsbedarf in einem gemeinsamen Prozess mit den betroffenen Akteuren zu klären. Über diese Einbeziehung kann neben der Verständigung auf eine gemeinsame Problemsicht und gemeinsame Lösungsvorschläge auch erreicht werden, dass die Akteure im Arbeitsschutz die Verantwortung für den Umgang mit Unsicherheiten in der Risikobewertung gemeinsam übernehmen und sie nicht wie bisher überwiegend auf die Wissenschaft schieben.

Mit einem Dialogprozess könnte auch das Ziel verfolgt werden, eine Verständigung über die nächsten Schritte zu erreichen. In einem Dialog könnten folgende bisher kontrovers diskutierte Themen behandelt werden:

- Gemeinsame Klärung von Auswirkungen unterschiedlicher Höhen der Toleranz- und Akzeptanzschwellen mit Feststellung der Vor- und Nachteile für die jeweiligen Interessengruppen
- Möglichkeiten des Umgangs mit Unsicherheiten in der Bewertung der stofflichen Risiken in der Darstellung bzw. Behandlung im Rahmen des Ampelmodells sowie Diskussion und Dokumentation der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Methoden der Bewertung der gesundheitlichen Risiken von Stoffen aus Sicht der Akteure (z.B. Gegenüberstellung: maximum likelihood Schätzer vs. 95%-Vertrauensbereich; linearisiertes Multistage-Modell vs. Linearextrapolation oder anderer Annahme über Konzentrations-Risiko-Verlauf) Ziel dieses Ver-

ständigungsprozesses wäre es, gemeinsame Empfehlungen für diese Konkretisierung der Ampel zu erreichen.

- Diskussion der Anforderungen an Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) und Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) im Rahmen von Gefahrstoffverordnung und Ampelmodell
- Ausgestaltung des Übergangs von bisherigen TRK-Werten und Werten der TRGS 900 hin zu den neuen AGW
- Bewertung der Vor- und Nachteile der Risikocharakterisierung über den „Margin of Exposure“ mit Konkretisierung dieses Ansatzes durch Interpretation der erhaltenen Spanne bzw. über explizite berechnete Risikoquantifizierungen
- Prozessgestaltung bei der Ausweitung des Ampelmodells über Kanzerogene hinaus
- Anwendung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit auf die Höhe der tolerierten Risiken bei verschiedenen Schweregraden möglicher gesundheitlicher Effekte.

Eine wesentliche Grundlage für den Dialog kann der vorliegende Forschungsbericht sein. Zentrales Ziel des Dialogs ist die Entwicklung gemeinsam getragener Empfehlungen an die Politik zu den o.g. Themenfeldern.

Für diesen Dialog empfehlen wir vor Eintritt eine Vereinbarung zwischen den Dialogpartnern zu folgende Rahmenbedingungen:

- Anzahl und Rollen der zu beteiligenden Interessengruppen und Personen
- Zeitraum (Dauer) des Dialogs
- Umfang und Abgrenzung der Themen des Dialogs
- Art der angestrebten Empfehlungen, Umgang mit Konsens und Dissens
- Verantwortung für die Prozesssteuerung und Moderation.

Der Dialog könnte über die Plattform des neu gewählten AGS abgewickelt werden (z.B. die Projektgruppe „Risikoakzeptanz“). Wir empfehlen für die Prozesssteuerung und Moderation die Einschaltung eines neutralen Dritten (vgl. dazu den Leitfaden für das Risikomanagement des AGS bei Entscheidungen mit weit reichenden Auswirkungen aus dem Jahr 1998).

Dialog über strittige Themen (Thesen) – das Beispiel „Margin of Exposure“ (MoE) oder direkte Risikoquantifizierung

Auf dem Hintergrund der beschriebenen Unsicherheiten wird von einigen Akteuren vorgeschlagen, statt eines Risikos für verschiedene Expositionshöhen einen Abstand zwischen diesen Expositionshöhen und dem Risiko, wie es aus einem Tierexperiment oder einer epidemiologischen Studie vorliegt, auszuweisen. Dies entspricht dem Vorgehen, wie es auch in der „Risk Assessment Documents“ der Europäischen Union üblich ist, wo ein „margin of exposure“ (MoE) berechnet wird. Dieser „margin of exposure“ ist in seiner Ableitung verwandt mit dem „margin of safety“ beim Umgang mit nicht-kanzerogenen Stoffen. Erst ein Vergleich mit einem „Referenz-MoE“ ermöglicht die Bewertung eines ermittelten MoE als absoluter Zahl (wobei – je nach Startpunkt der Risikoextrapolation - verschiedene Referenz-MoE entstehen können). Die EU macht hierzu derzeit in einem einstufigen Ansatz einen Vorschlag, indem auf die

Schwelle zwischen „concern“ und „very low concern“ abgehoben wird. Es wäre zudem ein „tolerabler Referenz-MoE“ zu definieren, um dieses Konzept des MoE mit dem risikobezogenen Ampelmodell zu verknüpfen (Abweichend davon wurde beim Industrieansatz zum MoE bisher keine eindeutige Interpretationshilfe geliefert, wie ein Zahlenwert für den ermittelten MoE zu bewerten ist).

Grundsätzlich ist ein solches Vorgehen möglich, ist kongruent mit dem Vorgehen der EU und trägt der Gefahr einer möglichen Fehlinterpretation Rechnung, die besteht, wenn stattdessen eine bestimmte Risikohöhe ausgewiesen wird. Dem steht eine gewisse Intransparenz entgegen:

- a) Ohne vorgegebene Bewertung eines MoE und ohne Referenz-MoE wird die (falsche) Interpretation begünstigt, dass ein Abstand gegenüber beobachteten Effekten nur als Sicherheitsabstand gegenüber einer Gefahr eingeordnet wird und zu wenig vergegenwärtigt wird, dass auch deutlich unter den beobachteten Effekten noch ein relevantes Risiko für nachteilige Effekte auf die Gesundheit bestehen kann,
- b) es ist wesentlich schwieriger, nichtlineare Dosis-/Risikobeziehungen mit einem MoE abzubilden und dann mehrere MoE zu vergleichen: bei Substanz A kann ein MoE von 100 ein niedriges Risiko beinhalten, bei Substanz B kann ein MoE von 100 ein hohes Risiko bedeuten. Je nach Bezugsbasis (z.B. T25 oder Benchmarkdosis) ergeben sich verschiedene, nicht direkt miteinander vergleichbare MoE.

Wenn stattdessen ein Risiko (als durchschnittliches individuelles Risiko) ausgewiesen wird, besteht die Sorge, dass dieses vorschnell als tatsächliches individuelles Risiko interpretiert wird oder ähnlich eindeutig interpretiert wird wie das statistische Risiko eines Brückeneinsturzes. Insbesondere für das akzeptable Risiko sollte das berechnete Risiko jedoch nur als *möglich*es Risiko mit dem Verständnis, dass es sich um eine relativ unsichere Schätzung handelt, eingeordnet werden. Das Risiko in Höhe der Toleranzschwelle kann dagegen mit größerer Sicherheit in dieser Höhe auch vermutet werden. Es wäre indessen nicht gerechtfertigt, das ermittelte Risiko regelmäßig als Risikoüberschätzung zu bewerten, insbesondere dann nicht, wenn eine mittlere Schätzung für die Quantifizierung herangezogen wird und wenn die zu konsentierenden Modellannahmen nicht unrealistisch konservativ sind.

Auf dem Hintergrund dieser Abwägung wird vorgeschlagen, Risikozahlen statt Abstandszahlen (als MoE) für das Ampelmodell heranzuziehen. Abstandszahlen wären allenfalls mit der zusätzlichen Bewertung verwendbar, wie diese z.B. durch die EU mit der Etablierung des Referenz-MoE bereitgestellt wird. Im Rahmen der Risikokommunikation ist dafür zu sorgen, dass die Risikozahlen nicht überinterpretiert werden. Die Begriffswahl ist möglicherweise dann kein entscheidender Hinderungsgrund für die Umsetzung des Ampelmodells, wenn es nicht darum geht, Krebstote zu zählen und wenn die errechneten Zahlen nicht dazu dienen, moralische Urteile zu fällen. Den Zäsuren der Toleranz- und der Akzeptanzschwelle kommt in erster Linie die Funktion zu, Expositionssenkungsmaßnahmen davon abhängig zu machen, ob ein Risiko „zu hoch“, „besorgniserregend“ oder „hinreichend niedrig“ ist. Für die entsprechende Zuordnung in die drei Ampelfarben und die differenzierende Beurteilung der Expositionshöhe im Gelbbereich wird diese quantitative Methodik der Risikoberechnung genutzt.

Für weitergehende Aussagen kann ein möglicher Dissens bestehen bleiben: es ist den Akteuren unbenommen, auf die Unsicherheit von Risikoquantifizierungen zu

verweisen und den Abstand gegenüber belegten Effektkonzentrationen hervorzuheben, ebenso wie es nicht ausgeschlossen werden kann, dass errechnete Risiken als Zahlen isoliert benannt und kritisch eingeordnet werden. Auch bei Orientierung an einem MoE kann eine solche rechnerische Transformation in eine Risikoziffer von interessierten Akteuren vorgenommen werden.

7.2.4 Bereitstellung von Information und Zuordnung zu Entscheidungsgremien

Es ist in einem ersten Schritt erforderlich, über Voraussetzungen, Zweck und Zielsetzungen der Ampel über diesen Forschungsbericht hinaus zu kommunizieren und dabei die jeweiligen Zielgruppen aktiv über die Chancen und Risiken sowie Möglichkeiten und Grenzen dieses Modells zu informieren. Die bisherigen Möglichkeiten, Informationen über den Entwicklungsstand und die Anwendungsmöglichkeiten des Ampelmodells zu erhalten sind begrenzt. Die vorliegenden Informationen zur Umsetzung des Ampelmodells mit Vor-/Nachteilen, Konsequenzen, offenen Fragen, möglichen Vergleichen (wie die Ergebnisse dieses Forschungsberichts) sind also aufzubereiten und verfügbar zu machen und möglicherweise durch Vorstellung in Vortragsform, z.B. gegenüber Gremien des AGS, zu verdeutlichen.

Bei der Information ist es besonders wichtig, Klarheit über bereits getroffene Entscheidungen der Einführung und Umsetzung der Ampel und noch vorhandener Gestaltungsspielräume des weiteren Umsetzungsprozesses herzustellen. Wir schlagen daher die Entwicklung einer Kommunikationskonzepts vor. Denkbar sind hier neben Aufsätzen in entsprechenden Fachzeitschriften die Einrichtung einer Internetplattform und das Angebot von zielgruppenspezifischen Fachveranstaltungen. Wir empfehlen, in die Planung und Konzeption der Kommunikationsstrategie und insbesondere der Fach- und Diskussionsveranstaltungen die betroffenen Zielgruppen (Wissenschaft, Gewerkschaften, Berufsgenossenschaften, Industrieverbände, Behörden) aktiv einzubeziehen.

Die in diesem Gutachten zusammengestellten juristischen Informationen sollten zudem nochmals einer arbeitsrechtlichen Bewertung unterzogen werden. Die entsprechende Stellungnahme müsste in die Arbeiten der Unterausschüsse und Projektgruppen des AGS einfließen.

Im Rahmen dieses Gutachtens kann noch kein Vorschlag begründet werden,

- ob der AGS auf Basis dieser Vorbereitungen einen konsentierten Vorschlag an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit zur Entscheidung geben soll oder
- ob das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der oben genannten vorbereitenden Informationen direkt (oder in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) eine Vorgabe entwickelt, oder
- ob die Sozialpartner außerhalb der bestehenden Einrichtungen einen konsentierten Vorschlag erstellen und dem Ministerium zur Entscheidung vorlegen sollen.

Außer über die Risikohöhe bei Toleranz- und Akzeptanzschwelle (durchschnittliches individuelles Risiko) wäre über die Frage zu entscheiden, ob das Populationsrisiko in einem gesonderten Schritt erfolgen soll. Wird dieser Schritt für notwendig erachtet, kann über das zugehörige Maßnahmenpaket gesondert entschieden werden.

7.3 Ergänzende Vorschläge zur Konkretisierung des Ampelmodells

7.3.1 Umgang mit Unsicherheit

Schätzung mit höchster Wahrscheinlichkeit

Ein zentraler Diskussionspunkt bei der Ausweisung eines tolerablen oder akzeptablen Risikos ist dessen Interpretation aufgrund der notwendigerweise enthaltenen Unsicherheit in der Risikoabschätzung (Risikoquantifizierung). Wie oben ausgewiesen (vgl. Abschnitt 5.7.4), kann die Unsicherheit insbesondere beim akzeptablen Risiko unter Umständen relevant sein. Bei dem tolerablen Risiko ist diese Unsicherheit deshalb geringer, da die Extrapolationsstrecke gegenüber experimentellen Daten oder in der Epidemiologie ermittelten Risiken geringer ist. Bei Konsens über das zu wählende Extrapolationsmodell ist es insbesondere der Vertrauensbereich (meist als 95%-Konfidenzintervall), der die Spanne der Expositionshöhen, die einem gegebenen Risiko zugeordnet wird, bedingt.

Es wird vorgeschlagen, für die Bestimmung der Toleranzschwelle und der Akzeptanzschwelle die Schätzung mit der höchsten Wahrscheinlichkeit („maximum likelihood estimate“ bzw. Schätzung ausgehend von definierter Effektdosis ED_x und nicht von deren unterer Vertrauensgrenze LED_x ¹¹ bzw. ausgehend von der Benchmarkdosis BMD_x und nicht deren unterer Vertrauensgrenze $BMDL_x$ ¹²) heranzuziehen. Dies bedeutet nicht zwangsläufig ein geringeres Vorsorgeniveau oder ein höheres Gefahrenniveau an den Zäsurstellen; Gefahrenniveau und Vorsorgeniveau können auch über den Zahlenwert der (zentralen) Schätzung beeinflusst werden. Dagegen hat diese Vorgehensweise den Vorteil, dass die Diskussionen sich nicht auf die Unsicherheit der Schätzung verlagern, sondern bei dem Schätzwert selbst bleiben. Die Argumentation mit den Schätzungen bei der Grenze des (oberen oder unteren) Vertrauensintervalls („das Risiko könnte aber auch viel höher sein“, „das Risiko könnte weit überschätzt sein“) hat den Nachteil, dass diese Grenzen näher am Spekulativen sind: wie oben ausgeführt (Abschnitt 3.4), findet die Vorsorge dort ihre Grenze, wo die Unsicherheit sehr groß wird und damit ins Spekulative übergeht. Hier bietet die Verwendung der zentralen Schätzung auch juristische Vorteile.

Allerdings muss bei der Umsetzung dieser Vorgehensweise aufmerksam geprüft werden, wie vorliegende Risikoquantifizierungen für einzelne Stoffe ermittelt wurden: viele auf tierexperimentellen Studien ermittelten Risikokenngrößen basieren auf dem „unit risk“, einer Abschätzung, die wiederum oft unter Bezugnahme auf das obere 95-Prozent-Intervall des Risikos zu Stande kamen und nicht über den „maximum likelihood“-Schätzer. Beim unit risk wird auch häufig ein Definitionsbereich angegeben (oder seine Definition wäre erforderlich), so dass dessen Einhaltung für die Gültigkeit geprüft werden muss.

Leitfaden

Die Unsicherheit der Risikoabschätzung wird insbesondere beim akzeptablen, begrenzt aber auch beim tolerablen Risiko wesentlich von der Modellwahl und Extrapolationsmethodik beeinflusst („ist eine lineare Extrapolation/eine supralinearere/subline-

¹¹ zur Begrifflichkeit von LED; ED vgl. EPA, 2003

¹² Zur Begrifflichkeit der Benchmarkdosis BMD, BMDL vgl. FOBIG, 2002/03.

arer Verlauf der Dosis-Risikokurve realistisch?“). Dieses Element der Unsicherheit ist in der Regel relevanter als der Einfluss des Vertrauensbereichs. Deshalb ist es dringend erforderlich, dass hierzu übergreifende Konventionen und Kriterien in einem Leitfadens zur Risikoquantifizierung bei Kanzerogenen im Rahmen der Ampelmodell-anwendung festgelegt werden, die das Ausmaß an diskutierter Unsicherheit eingrenzen. Damit kann jedoch die Unsicherheit nicht völlig eliminiert und die Diskussion im Einzelfall nicht ersetzt werden. Ein solcher Leitfaden müsste vor allem klären, welche Extrapolationsmethode bei unzureichendem mechanistischem Verständnis angenommen werden soll. Es sind ebenso Kriterien zu benennen, welche Voraussetzungen an die Wahl von Modellen mit extremen Auswirkungen auf die Extrapolation (etwa: One Hit, Probit, Schwellenwert) gestellt werden sollen.

Zu große Unsicherheit

Trotz der oben skizzierten Möglichkeiten zum Umgang mit Unsicherheiten besteht die Möglichkeit, dass bei einer stoffspezifischen Risikoabschätzung weitreichende Unsicherheiten bestehen bleiben, die eine Risikoquantifizierung direkt (kein Risiko auszuweisen) oder indirekt (Spanne realistischer Risikoeinschätzungen zu groß) verhindern. Es wird vorgeschlagen, im Rahmen des oben genannten Leitfadens Kriterien auszuweisen, die diesen Fall anzeigen. Wenn trotzdem das Gefährdungspotential hinreichend eindeutig ist (Einstufung als „krebserzeugend“ Kategorie 1 oder 2 liegt vor), dann sollte die Exposition als „besorgniserregend“ (Gelbbereich) eingeordnet werden. In Verbindung damit wären neben Expositionsminderungsmaßnahmen auch Maßnahmen zur verbesserten Risikoquantifizierung festzulegen. Ein gesundheitsbasierter Arbeitsplatzgrenzwert könnte in diesem Fall nicht ausgewiesen werden.

Darin unterschieden sich Kanzerogene der Kategorie 1 und 2 von Krebsverdachtstoffen: auch bei Krebsverdachtstoffen ist es in der Regel schwer, das vermutete Krebsrisiko auf einen sinnvollen Bereich einzuengen. Darüber hinaus ist jedoch in diesem Fall das Krebspotenzial so unsicher, dass weit reichende Vorsorge im Niedrigdosisbereich nicht durch den grundsätzlichen Verdacht gerechtfertigt wird, der auf Erkenntnissen in einem weit höheren Expositionsbereich beruht. Bei Kategorie-3-Kanzerogenen würde demnach bei ausreichend niedriger Exposition durchaus ein akzeptables Risiko (Übergang zum Grünbereich und Arbeitsplatzgrenzwert) ausgewiesen werden können, ohne dass eine Risikoquantifizierung in jedem Falle erforderlich wäre. Die Qualifizierung als kleines Risiko wäre ausreichend.

7.3.2 Umgang mit dem Populationsrisiko

Ein zusätzliches Krebserkrankungsrisiko im Laufe des Berufslebens in Höhe von 3 Promille bedeutet, dass das durchschnittliche individuelle Erkrankungsrisiko in dieser Höhe liegt, bedeutet aber auch, dass bei 1000 gegenüber der fraglichen Konzentration exponierten Personen nach der Schätzung 3 Personen erkranken. Dementsprechend bedeutet es für eine Volkswirtschaft einen größeren möglichen Schaden, wenn viele Personen mit einem krebserzeugenden Stoff umgehen als wenn es sich um eine selten verwendete Laborchemikalie handelt. In beiden Fällen kann jedoch das durchschnittliche individuelle Risiko gleich sein.

In dem Ampelmodell, wie es bisher für krebserzeugende Stoffe vorgestellt wurde, spielt nur das durchschnittliche individuelle Risiko für die Festlegung des tolerablen oder des akzeptablen Risikos eine Rolle. Die dem Einzelnen zugemutete Risikohöhe

soll unabhängig davon sein, ob dieser Stoff an vielen Arbeitsplätzen oder an wenigen Arbeitsplätzen gehandhabt wird. Andererseits kann es z.B. für eine Behörde nicht irrelevant sein, ob das Populationsrisiko höher oder niedriger ist.

Es wird vorgeschlagen, das Populationsrisiko in einem gesonderten, vorgelagerten Schritt zu berücksichtigen, der ein anderes Maßnahmenpaket betrifft: während das durchschnittliche individuelle Erkrankungsrisiko für Expositionsreduzierungsmaßnahmen entscheidend ist, werden Fragen nach der Verhältnismäßigkeit und der Zumutbarkeit eines Substitutionsgebots an eine gesonderte Toleranzschwelle geknüpft, die das Populationsrisiko berücksichtigt. Es wäre denkbar, auch die Aufnahme in Anhang IV der Gefahrstoffverordnung (mit den entsprechenden Konsequenzen) von der Höhe des Populationsrisikos abhängig zu machen. **Abb.7.2** verdeutlicht diesen Vorschlag für eine Entscheidungssystematik. Über die Höhe des tolerierbaren Populationsrisikos ist gesondert zu entscheiden.

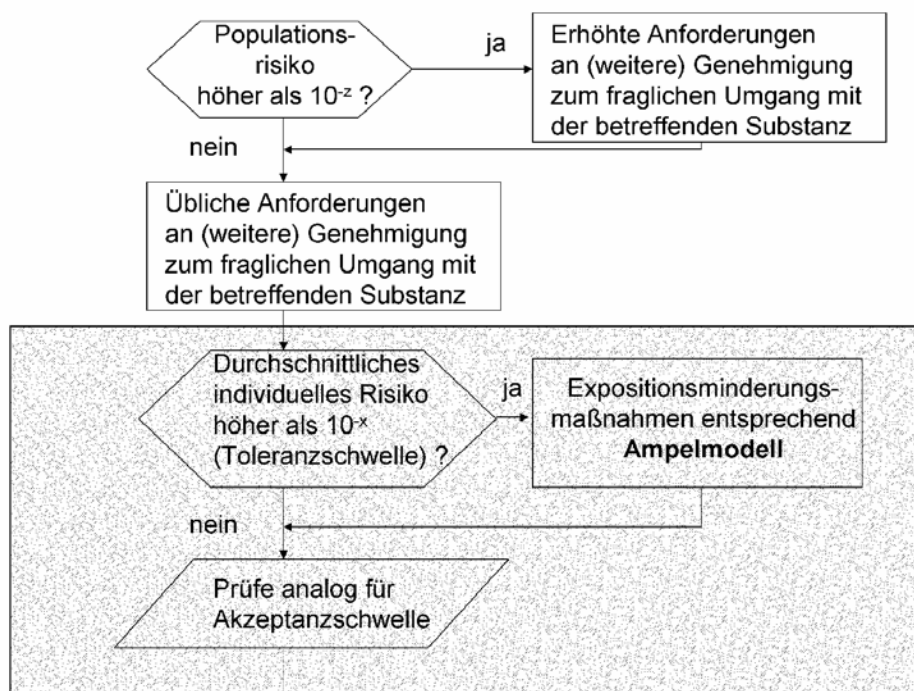


Abb. 7.2 Berücksichtigung des Populationsrisikos als vorgelagerter Schritt vor Anwendung des Ampelmodells auf Basis des durchschnittlichen individuellen Risikos

Beim Populationsrisiko ist möglicherweise nicht nur das Expositionsprofil bei einer Tätigkeit mit einem krebserzeugenden Stoff zu betrachten. Stattdessen sollte geprüft werden, wie viele Personen mit welcher Expositionshöhe bei welchen Tätigkeiten gegenüber einem Stoff insgesamt mit welchem kumulierten Risiko ausgesetzt sind.

7.3.3 Temporäre Arbeitsplatzgrenzwerte

Arbeitsplatzgrenzwerte für krebserzeugende Stoffe in Höhe des akzeptablen Risikos sind kurzfristig nicht umsetzbar, unabhängig davon welches Risiko im oben skizzierten Bereich dafür festgelegt wird. Die Ausführungen in Abschnitt 5.1.5.1 haben ge-

zeigt, dass das derzeitige Risiko bei den ehemaligen TRK-Werten im Mittel im Prozentbereich liegt. Der AGW für krebserzeugende Stoffe kann demnach zunächst nur als längerfristige Zielgröße verstanden werden, wie dies z.B. auch mit dem Begriff „target level“ (vgl. Konzept der Niederlande) ausgedrückt wird. Hierbei ist jedoch die Verbindlichkeit dieses Ziels, die sich aus der Gefahrstoffverordnung ergibt, hervorzuheben.

Die Gefahrstoffverordnung untersagt zudem die Überschreitung von Arbeitsplatzgrenzwerten. In dieser Situation muss eine Lösung gefunden werden, die dem Ist-Zustand auch formal Rechnung trägt. Die Diskussion sollte differenziert geführt werden, welche Arbeitsplatzgrenzwerte nur kurzfristig, und welche langfristig akzeptabel sind. Es wird vorgeschlagen, für eine Unterscheidung eine Bezeichnung zu wählen, die eindeutig den temporären Charakter eines nur kurzfristig akzeptablen Arbeitsplatzgrenzwertes deutlich macht. Als Arbeitsbegriff wählen wir im Folgenden die Bezeichnung TAGW (temporärer Arbeitsplatzgrenzwert).

Für TAGW könnten folgende Obergrenzen erörtert werden:

- TAGW-Obergrenze = Höhe der derzeitigen TRK-Werte, also an dem Stand der Technik orientierte Werte. Nach Auskunft einiger Akteure in den projektbegleitenden Gesprächen scheint sich der Stand der Technik jedoch inzwischen für viele Tätigkeiten, für die TRK-Werte festgelegt wurden, weiterentwickelt zu haben. In diesen Fällen wäre die Einhaltung des ALARA-Prinzips zu überprüfen und ein entsprechend niedriger TAGW zu begründen. TRK-Werte oberhalb der Toleranzschwelle könnten nicht als TAGW herangezogen werden. Nachteil eines solchen Vorgehens wäre es, dass ein solcher TAGW stärker als andere AGW auch technische Kriterien in seiner Begründung beinhaltet.
- TAGW-Obergrenze = mittleres Risiko zwischen Akzeptanzschwelle und Toleranzschwelle. Dieses Maß wäre konsistenter mit dem Prinzip der Arbeitsplatzgrenzwerte, nämlich deren Orientierung am gesundheitlichen Risiko, verknüpft. Es würde dann jedoch ein weiteres Problem bestehen, nämlich Expositionen oberhalb eines so definierten TAGW auch für kürzere Zeiträume zu rechtfertigen.
- TAGW = an der Unsicherheit der Risikoquantifizierung orientierte Maßzahl. Verschiedene Modelle führen zu verschiedenen Risikoquantifizierungen. Selbst wenn man sich auf eine Konvention einigt, die für eine langfristige Festlegung des AGW herangezogen werden kann, ergibt sich ein Rahmen von Abschätzungen, aus denen sich eine Obergrenze für das zugrunde gelegte akzeptable Risiko abgrenzen lässt. Auf diese Weise könnte für einen TAGW formal einerseits das Risikoniveau des AGW eingehalten sein (z.B. Risikoniveau 10^{-4} oder 5×10^{-5}) andererseits eine weniger sichere Schätzung kurzfristig akzeptiert werden (z.B. statt Multistage-Modell eine Gamma-Verteilung, statt zentraler Schätzung: 95% unteres Vertrauensintervall dieser Schätzung). Juristisch hätte dieses Vorgehen den Vorteil, dass auch kurzfristig bereits das geforderte akzeptable Risiko eingehalten wird. Ferner würde der häufig als zentrales Problem angesehene Unsicherheit im zeitgestuften Maßnahmeplan Rechnung getragen. Inhaltlich würde das Vorgehen jedoch die Schwierigkeiten beinhalten, sich auf den Bereich der einbezogenen Modelle zu einigen. Ferner liegen für viele Stoffe nur unzureichende Daten vor, um eine entsprechende Spanne zu benennen (in einigen Fällen ist z.B. nur ein T25, keine Benchmarkdosis, bekannt und eine Extrapolation kann nur linear erfolgen). Für gegenwärtige Risiken oberhalb eines

so definierten TAGW bestünde wieder die Schwierigkeit, Expositionen auch für kürzere Zeiträume zu rechtfertigen. Trotz seiner Vorteile würde diesem Ansatz demnach seine Komplexität und damit schwierigere Vermittelbarkeit entgegenstehen.

Die Etablierung eines TAGW scheint juristisch vertretbar. Das zusätzliche Risiko, bezogen auf die gesamte Berufsdauer, wäre gering, wenn der temporäre Charakter ernst genommen wird: so wäre bei der Gültigkeitsdauer von 2 Jahren nur bei 2 von 40 Berufsjahren (also 5%) ein erhöhtes Risiko zu akzeptieren. In der Mittelung über die Berufsdauer würde diese Erhöhung sich nicht gravierend auswirken.

7.3.4 Maßnahmeorientierung

Es wird vorgeschlagen, grundsätzliche Maßnahmen bei Über- und Unterschreitung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle bereits bei der konkreten Quantifizierung dieser Zäsuren in die Diskussion einzubeziehen. Oberhalb des AGW (auch bei Einhaltung des TAGW) besteht ein Expositionsminderungsgebot, das stoffspezifisch zu konkretisieren ist. Im Allgemeinen ist ein entsprechend erhöhtes Risiko nur temporär akzeptabel, so dass

- Anreizsysteme zur weiteren Absenkung,
- Zeitraster der Überprüfung,
- Konsequenzen der Nichtabsenkung

bekannt sein sollten.

Bei Unterschreitung der Besorgnisschwelle (Akzeptanzschwelle) sind keine weiteren Expositionsminderungsmaßnahmen mehr erforderlich. Die Liste der sonstigen Maßnahmen zur Basisvorsorge sollte bekannt sein. Dazu zählt:

- Eine Grundvorsicht ist zu gewährleisten: das bedeutet, dass der Arbeitgeber auch im Grünbereich für die Einhaltung von allgemeinen Regeln der Sorgfalt, Arbeitshygiene zu sorgen hat (Betriebsanweisung, Unterweisung, Bereitstellung der erforderlichen Infrastruktur etc.).
- Der Arbeitgeber hat die Verpflichtung, ggf. vorhandene Risikogruppen zu spezifizieren, denen auch im Grünbereich ein erhöhtes Risiko zukommt (mit anderen Worten: wenn ein älterer, gehbehinderter Opa trotz grün nicht sicher über die Strasse kommt, so muss der Arbeitgeber diesen Risikokreis benennen; Personen mit Herz-Kreislaufkrankungen sollten bestimmte Berufe nicht wahrnehmen, bei denen eine kardiovaskuläre Grundbelastung besteht, auch wenn diese für die meisten Personen unbedenklich ist).
- Der (potenzielle) Arbeitnehmer muss sich anhand der genannten Kriterien fragen, ob er zu dem Risikokreis gehört und ob (bzw. unter welchen Zusatzbedingungen) er trotzdem die betreffende Arbeit verrichten will.
- Ist der (in jedem Falle klein zu haltende!) Kreis der Risikopersonen nicht identifiziert, so besitzt der Arbeitgeber die Verpflichtung, entsprechende Vorsorgeuntersuchungen anzubieten und der Arbeitnehmer sollte dieses Angebot auch wahrnehmen.

Nach dem Verständnis der meisten Gesprächspartner zum Ampelmodell sind bei Unterschreiten des AGW Vorsorgeuntersuchungen nur als Angebotsuntersuchung vorzusehen. Hier liegen auch über die Gefahrstoffverordnung bereits Fixierungen vor

(§16,(3) in Verbindung mit Anhang V, Nr.2.2). Nach Auffassung der Autoren dieses Gutachtens könnte es jedoch sinnvoll sein, unter bestimmten Bedingungen auch Pflichtuntersuchungen unterhalb des AGW vorzusehen:

Es ist ein wichtiges Gebot der Basisvorsorge („Absicherung des niedrigen Risikos“), Risikoabschätzungen in bestimmten Zeitabständen unter Einbeziehung neueren Wissens zu überprüfen und insbesondere Ungewissheit über Risiken nach Möglichkeit zu reduzieren. Die Ungewissheit gegenüber Risiken lässt sich aber mit freiwilligen Angebotsuntersuchungen nicht vermindern. Die Variabilität der individuellen Empfindlichkeiten im Verhältnis zu einem durchschnittlichen individuellen Risiko für eine Krebserkrankung sind oft nicht bekannt. Zumindest bei solchen Tumorlokalisationen, bei denen eine Chance auf Entdeckung kausaler Zusammenhänge mit der Arbeitsplatzexposition besteht, und bei denen die Exposition größerer Kollektive eine Zuordnung nicht aussichtslos erscheinen lässt, sollte demnach nochmals diskutiert werden, ob nicht auch im Grünbereich Vorsorgeuntersuchungen im Einzelfall verbindlich vorgeschrieben werden sollten. Z.B. könnte bei bestimmten Polymorphismen für Teilkollektive ein nachweisbares (jedoch bislang nicht hinreichend wahrscheinliches) Krebsrisiko bestehen, das in durchschnittlichen Risikozahlen untergeht, jedoch bei geeigneten Untersuchungen mit großer Zahl erkennbar werden könnte.

Im Besorgnisbereich besteht ein erhöhtes Risiko für Gesundheitseffekte und damit insbesondere bei krebserzeugenden Stoffen das Gebot, aus gesundheitlichen Gründen die Exposition zu reduzieren. Dies kann jedoch dem Stand der Technik widersprechen (bei der vorliegenden Tätigkeit ist derzeit keine Reduktion der Expositionshöhe möglich). Substanzspezifische Bewertungen inkl. Kosten-Nutzenüberlegungen beeinflussen hier möglicherweise die Einsicht in die Notwendigkeit zu Handeln und damit die Umsetzung der grundsätzlich geforderten Risikoreduktion. Das im Einzelfall akzeptierte Risiko kann höher liegen als das stoffunabhängig auf Basis von Erwägungen zum Gesundheitsrisiko einmal als Besorgnisschwelle benannte akzeptable Risiko. Es ist grundsätzlich möglich, dass in diesem Konflikt auch langfristig ein Risiko im Besorgnisbereich toleriert wird („Dauergelb“). Im Rahmen der Konkretisierung eines Ampelmodells sollte jedoch besonders darauf geachtet werden,

- a) dass bei den dann vorgenommenen Nutzenüberlegungen diejenigen Personen, die das Erkrankungsrisiko zu tragen haben, eine wichtige Mitentscheidungsmöglichkeit über die Aufrechterhaltung des Gelbzustandes erhalten, gegenüber denjenigen, die den Nutzen aus dem erhöhten Risiko ziehen,
- b) dass ein enges Zeitraster zur Überprüfung der Voraussetzung zur temporären Zulassung eines erhöhten Risikos vorgesehen wird.

8 Generalisierung: Ampelmodell für nicht krebs-erzeugende Wirkung

Es ist kein Zufall, warum krebserzeugende Arbeitsstoffe einen ersten Schwerpunkt für die mögliche Umsetzung des Ampelkonzepts darstellen:

- Regulatorische Rahmenbedingungen (Biozidgesetz, Gefahrstoffverordnung, REACH) erfordern einen differenzierten Umgang mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen unter dem Blickpunkt gesundheitlicher Risiken,
- Verschiedene Veröffentlichungen hatten bereits im Vorfeld auf die relevanten und wenig transparenten Gesundheitsrisiken bei einer Exposition in Höhe der TRK-Werte verwiesen (vgl. z.B. NIES et al., 2001),
- eine risikoorientierte Denkweise ist bei krebserzeugenden Stoffen üblich und in laufendem Konflikt mit dem Versuch, die Höhe des Risikos unter Bezug auf Relevanzüberlegungen für Maßnahmen einzuordnen (so ist z.B. die Aufstellung der Krebskategorien 4 und 5 der deutschen MAK-Kommission zu sehen; vgl. Abschnitt 5.1.5.2).

Dennoch stellt der Bereich der krebserzeugenden Stoffe auch einen schwierigen Startbereich dar, da die Risikodiskussion stark von der Diskussion um die Unsicherheit der Risikoquantifizierung überlagert ist. Insofern könnten andere Felder ebenfalls geeignet sein, um ein Ampelmodell zu begründen. Abschnitt 8 skizziert entsprechende Überlegungen für die Begründung einer Akzeptanz- und Toleranzschwelle für nicht kanzerogene Effekte.

8.1 Risikohöhe bei Arbeitsplatzgrenzwerten

Arbeitsplatzgrenzwerte für nicht kanzerogene Effekte werden üblicherweise durch Angabe oder Extrapolation eines „no adverse effect level“ (NOAEL) gebildet. Dabei wird traditionell an eine Effektschwelle gedacht. Tatsächlich besteht bei einem so beobachteten oder geschätzten NOAEL aber noch eine gewisse Effektwahrscheinlichkeit. Erfahrungen aus der Modellierung von Benchmarkdosen zeigen, dass beim NOAEL häufig noch Risiken von 1-10% auftreten (FOBIG, 2002/03). Differenzierungen wären erforderlich für quantale Daten (für einen geringen Prozentsatz der Exponierten ist noch ein definierter Effekt zu erwarten) oder für kontinuierliche Daten (es ist bei den Exponierten noch mit einem leichten Effekt zu rechnen, dessen Ausprägung mit hinreichender Wahrscheinlichkeit (noch) einem Gesundheitsschaden entspricht).

Werden Extrapolationen auf Basis eines Tierexperiments oder/und eines anderen Expositionsszenarios vorgenommen, kommt zusätzlich noch eine Unsicherheit dazu, ob das genannte Risiko auch in dieser Höhe bei Menschen der Zielgruppe auftritt, ob Empfindlichkeitsunterschiede zwischen Tier und Mensch oder Empfindlichkeitsunterschiede zur betrachteten Zielgruppe bestehen, und ob Differenzen im Expositionsszenario (zum Beispiel bei abweichender Expositionsdauer) angemessen erfasst sind. Die genannten Extrapolationsschritte verändern die betrachtete Risikohöhe von 1-10% meist nicht, sondern beeinflussen nur die (Un-)Sicherheit der Risikoschätzung. Mit probabilistischen Methoden kann ein vorausbestimmtes Risiko- und

Schutzniveau der Abschätzung vorgegeben werden. Aber auch mit dieser Methode wird meist eine Effektwahrscheinlichkeit im Prozentbereich oder nur geringfügig darunter ermittelt.

Damit unterscheidet sich die Risikohöhe entscheidend von derjenigen bei krebserzeugenden Substanzen.

8.2 Effektschwere und Vorsorge

Krebs wird gesellschaftlich als sehr schwerwiegender Effekt eingeordnet. Viele andere Gesundheitseffekte werden im Allgemeinen als weniger gravierend empfunden. Vorsorge richtet sich nach Verhältnismäßigkeit. Insofern ist es schlüssig, wenn das Risikoniveau für nicht kanzerogene Gesundheitsschäden bei Einhaltung eines Schwellenwerts üblicherweise im Prozentbereich liegt und dennoch als akzeptabel eingeordnet wird, während bei krebserzeugenden Effekten nur ein niedrigeres Risiko akzeptiert wird. Dabei gibt es auch bei nicht krebserzeugenden Effekten Abstufungen. In einem neuerlichen Vorschlag der BAuA werden folgende Kategorien gebildet (BAuA, 2005):

- Irreversible pathologische Effekte mit wahrscheinlicher Verkürzung der Lebenszeit
- Irreversible pathologische Effekte ohne Verkürzung der Lebenszeit
- Reversible pathologische Effekte
- Reversible adverse Effekte

Besorgnis- und Gefahrenschwelle beinhalten bei diesen Effekten jeweils ein anderes Maß für akzeptables oder tolerables Risiko. Über die Höhe dieser Risiken ist wiederum ein gesellschaftlicher Konsens herbeizuführen.

Insofern kann ein Ampelmodell ähnlich dem für krebserzeugende Stoffe auch für Nichtkanzerogene eingesetzt werden.

8.3 Zuordnung der Ampelfarben

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesundheitsrisikos bei Arbeitsplatzgrenzwerten zu nicht-kanzerogenen Stoffen ist, dass bei der Ableitung hinreichend dem Vorsorgegedanken (fehlendes Wissen wird durch Extrapolationsfaktoren ersetzt) Rechnung getragen wird. Werden solche im Sinne der Vorsorge erforderlichen Extrapolationen nicht oder nur eingeschränkt vorgenommen, nähert man sich dem Gefahrenniveau (Toleranzschwelle). Im Bodenschutz in Deutschland werden z.B. die gleichen Studien zur kritischen Toxizität mit den gleichen Endpunkten für Besorgnis- und Gefahrenschwelle herangezogen, jedoch jeweils mit unterschiedlich hohen Extrapolationsfaktoren.

Von der LAUG (2001) wird auf Grund ähnlicher Überlegungen zum Beispiel die in **Tab. 8.1** dargestellte Einteilung diskutiert. LAUG diskutiert jedoch noch nicht, dass

beim NOAEL noch ein bestimmtes Effektrisiko zu bedenken ist, sondern geht – früheren Konventionen entsprechend- von einer Wirkschwelle aus.

Tab. 8.1 Die gefahrenrechtliche Bewertung von Dosis-Wirkungsbeziehungen für Wirkmechanismen, bei denen ein LOAEL und ein NOAEL ausgewiesen werden kann (Quelle: LAUG, 2001)

Dosisbereich	Wirkung beim Menschen (empfindliche Personengruppe)	Einstufung	Handlungsbedarf
Messbare Dosen \leq NOAEL	Keine adverse Wirkung	u. U. hygienisch unerwünscht	Aus toxikologischer Sicht nicht gegeben; ggf. Maßnahmen aus anderen (z.B. hygienischen) Gründen
$>$ NOAEL und $<$ LOAEL	Adverse Wirkung möglich, aber nicht hinreichend wahrscheinlich	Aufmerksamkeitsbereich (Besorgnisbereich?)	Vorsorgemaßnahmen unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit prüfen
\geq LOAEL	Adverse Wirkung hinreichend wahrscheinlich	Gefahrenbereich	gegeben

Arbeitsplatzrichtwerte, die eine angemessene Qualität und ein angemessenes Schutzniveau beinhalten, können damit auf der Akzeptanzschwelle liegen.

Im Besorgnisbereich (Gelbbereich) befinden sich:

- derzeitige Arbeitsplatzgrenzwerte, die diesem Schutzniveau nicht entsprechen. Sie erhalten wiederum den Charakter von temporären Werten (TAGW).
- Expositionen, bei denen die technischen Möglichkeiten die Einhaltung eines AGW auf Akzeptanzschwelle nicht zulassen.
- Expositionen mit nicht quantifizierbarem Risiko (zu schlechter Datenlage).

Da zwischen NOAEL und LOAEL in der Regel eine kurze Strecke liegt (oft kleiner als eine Größenordnung), ist der Gelbbereich relativ klein im Vergleich zur Anwendung des Ampelmodells auf krebserzeugende Stoffe.

Der Rotbereich dient wiederum zur Charakterisierung extremer Expositionsszenarien, bei denen höchste Handlungspriorität besteht, ggf. unter Einschluss von Verbots- und Substitutionsmaßnahmen.

8.4 Implementation

Zur Etablierung von AGW auf der Akzeptanzschwelle ist ebenfalls ein Leitfaden zu erstellen, der das erforderliche Schutzniveau bei einem solchen AGW präzisiert. Vorlagen hierfür können aus den Empfehlungen der RISIKOKOMMISSION (2003), aus den Technical Guidance Documents (EC, 2003) und z.B. aus dem AGW-Konzept der BAuA (BAUA, 2005) entnommen werden.

Die derzeitigen vorläufigen AGW, die bei nicht krebserzeugenden Substanzen im Wesentlichen noch den Werten der ehemaligen TRGS 900 und der MAK-Werte-Liste entsprechen, sind mit Hilfe solcher Leitlinien zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten, um AGW auf der Grün-Gelbschwelle mit dem geforderten Schutzniveau zu erhalten. Es ist damit zu rechnen, dass für viele Stoffe in kurzer Frist ein AGW auf Höhe der Akzeptanzschwelle bestätigt werden kann. Allerdings muss auch der Sorge Rechnung getragen werden, dass die bestehenden MAK-Werte oder Werte der ehemaligen TRGS 900 noch ein hohes Risikoniveau beinhalten: dann bedeutet auch die Einhaltung dieses Wertes zurzeit nicht, dass bereits die Akzeptanzschwelle erreicht ist. Hier ist dafür Sorge zu tragen, dass keine vorschnelle Umschreibung eines alten Arbeitsplatzgrenzwerts in einen neuen zur Vernachlässigung relevanter Risiken führt.

Für die Festlegung eines angemessenen Schutzniveaus sind wiederum Dialoge zwischen den Akteuren vorzusehen, da eine rein wissenschaftliche Entscheidung nicht möglich ist.

8.5 Andere Anwendungsbereiche

Auch auf den Bereich der Anlagensicherheit, des Störfallrisikos, sowie z.B. des Lärms sind die genannten Prinzipien übertragbar (vgl. auch BAUA, 2003b). Das Ampelmodell kann somit bei entsprechender Gestaltung eine integrierende Funktion in der Betrachtung von verschiedenartigen gesundheitlichen Risiken am Arbeitsplatz erhalten. Das Ampelmodell kann sowohl bei der Standardsetzung, aber auch bei der Beurteilung betrieblicher Risiken genutzt werden. Durch die bildhafte einfache Farbassoziation lenkt es die Risikokommunikation aktiv auf die Bewertung gesundheitlicher Risiken und fördert insofern den Arbeitsschutz.

9 Zusammenfassung

Hintergrund

Der verantwortungsvolle Umgang mit Gesundheitsrisiken setzt deren Kenntnis voraus. Deshalb sieht die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) es als prioritäre Aufgabe an, Expositionen gegenüber gefährlichen Arbeitsstoffen in Bezug auf das damit assoziierte Gesundheitsrisiko bewerten zu können. Maßnahmen des Risikomanagements sollen so besser mit der Risikohöhe gekoppelt werden.

Ein Verfahren zur Darstellung gesundheitlicher Risiken von Arbeitsstoffen in Verbindung mit einer handlungsorientierten Bewertung dieser Risiken wird durch ein Ampelmodell geliefert, in dem Risiken in einer Skala nach Risikohöhe eingetragen werden, und welches Zäsurstellen (Farbwechsel von Rot nach Gelb nach Grün) je nach Handlungsbedarf beinhaltet.

Folglich sollte es Aufgabe eines Forschungsprojekts sein, Chancen, Grenzen und Ausgestaltungsmöglichkeiten von Ampelmodellen zu diskutieren, unter anderem durch Analyse vorliegender Ampelanwendungen und durch Befragung relevanter Akteure im Arbeitsschutz. Die Überlegungen werden an dem Beispiel eines Ampelmodells zu krebserzeugenden Arbeitsstoffen konkretisiert.

Grundidee eines Ampelmodells

Gesundheitsrisiken werden ermittelt und einem Spektrum von möglichen Maßnahmenarten und -dringlichkeiten zugeordnet, die sich entsprechend den Zäsurstellen (Farbübergängen) qualitativ deutlich unterscheiden:

- **Grüner Bereich:** Die abgeschätzten Gesundheitswirkungen oder -risiken sind so gering, dass eine weitere Reduzierung der Belastung aus Sicht des Gesundheitsschutzes nicht erforderlich ist (Signal: GEHE). Dies schließt nicht aus, dass eine gewisse Grundvorsicht dennoch notwendig ist. Zudem muss durch geeignete Maßnahmen abgesichert sein, dass die Gefährdungslage sich nicht erhöht.
- **Gelber Bereich:** Die abgeschätzten Gesundheitseffekte oder -risiken gewinnen an Bedeutung (Signal: ACHTUNG!). Ihre Reduzierung ist grundsätzlich anzustreben. Im Risikomanagement (z.B. Tolerierung – eventuell zeitlich begrenzt - einer vorliegenden Exposition) erfolgt eine intensive Abwägung mit konkurrierenden Zielen.
- **Roter Bereich:** Das abgeschätzte Ausmaß an Gesundheitseffekten oder -risiken hat eine so hohe Bedeutung, dass andere grundsätzlich wichtige Ziele, die mit dem Gesundheitsschutz in Konflikt stehen, nur noch nachrangige Bedeutung behalten (Signal: STOPP!). In der Regel ist dieser Bereich mit Verboten oder zeitlich stark limitierten Ausnahmen zur weiteren Exposition in dieser Höhe verknüpft.

In der Grundidee des Ampelmodells ist zunächst nicht festgelegt, welcher Ampelfarbe oder welchem Farbübergang Arbeitsplatzgrenzwerte zuzuordnen sind: aus dem Gesundheitsrisiko, das einer Exposition in Höhe des Grenzwerts entspricht, ergibt sich seine Lage in der Ampel (je nach Schutzniveau kann sich auch ein gesundheitsbasierter Grenzwert z.B. im Gelb- oder Grünbereich befinden; ein technikbasierter Grenzwert kann in unterschiedlichen Farbfeldern lokalisiert sein. Die Ampel darf entsprechend nicht missverstanden werden: Die Einhaltung eines jeden Standards be-

deutet nicht automatisch die Zuweisung der grünen Farbe, genau so wenig wie die Überschreitung eines Standards zwangsläufig rot bedeutet).

Nachteile des Ist-Zustands

Im bisherigen Arbeitsschutz gegenüber krebserzeugenden Stoffen wurde mit den (im Jahr 2004 noch bestehenden) „Technische Richtkonzentrationen“ (TRK-Werte) das gesundheitliche Risiko in seiner Höhe nicht oder nur unzureichend kenntlich gemacht. Das bestehende Risiko in Höhe der TRK-Werte ist hoch: Das durchschnittliche zusätzliche (Berufs-)Lebenszeitrisiko, durch den Umgang mit dem betreffenden Stoff an Krebs zu erkranken, liegt teilweise im Prozentbereich. Eine Dynamik in Richtung auf eine Absenkung der TRK-Werte unter dem Blickwinkel der Risikoreduktion ist nur sehr eingeschränkt zu beobachten.

Genauso wenig, wie in der Vergangenheit Veränderungen im TRK-Wert zu beobachten waren, werden bisher vorliegende betriebliche Bemühungen für eine Absenkung der Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen deutlich unterhalb der TRK-Werte kenntlich gemacht und (etwa durch Entlassung aus Auflagen zur weiteren Expositionsreduktion) honoriert.

Der Status Quo ist demnach unbefriedigend und deckt sich nicht mehr mit den aktuellen Erfordernissen der neuen Gefahrstoffverordnung zum Umgang mit Chemikalien. Veränderungen gegenüber der heutigen Vorgehensweise bieten die Chance, den Minimierungsauftrag gegenüber Krebsrisiken zu konkretisieren.

Definitionen vor dem Hintergrund juristischer Überlegungen

Ampelfarben, die mit den Begriffen „Stopp“ oder „Gehe“ verbunden sind, legen eine Verknüpfung der Begrifflichkeiten mit Maßnahmen der Gefahrenabwehr oder der (abgestuften) Vorsorge nahe. Entsprechend werden für die Diskussion eines Ampelmodells Begrifflichkeiten vorgeschlagen:

Als „Toleranzschwelle“ wird der Übergang zu einem nicht mehr hinnehmbaren Risiko für schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit bezeichnet, was zugleich identisch ist mit dem juristischen Begriff der Gefahrenschwelle („hinreichende Wahrscheinlichkeit für einen Schaden“). Bei Überschreiten der Toleranzschwelle befinden wir uns im Gefahrenbereich.

Als „Akzeptanzschwelle“ wird der Übergang zu einem geringen Risiko für schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit bezeichnet, was zugleich identisch ist mit dem juristischen Begriff der Besorgnisschwelle. Bei Überschreiten der Besorgnisschwelle, jedoch Unterschreiten der Gefahrenschwelle, befinden wir uns im Besorgnisbereich.

Als „Vorsorge“ wird bezeichnet: a) die Berücksichtigung von nicht gesichertem Wissen bei der Abschätzung der Risikoart und -höhe. Die Berücksichtigung von spekulativen Vermutungen über in ihrer Art, Höhe oder Umfang ungewisse, hypothetische gesundheitliche Wirkungen ist nicht durch diesen Vorsorgebegriff abgedeckt. b) die Berücksichtigung kleinerer Risiken als die „hinreichende Wahrscheinlichkeit für einen Schaden“ zum Schutz vor Gesundheitsschäden unterhalb der Gefahrenschwelle. Die Berücksichtigung von sehr kleinen („vernachlässigbaren“, „virtuell sicheren“) Risiken ist nicht abgedeckt durch diesen Vorsorgebegriff. Die Ermittlung der Grenzen der Vorsorge beinhaltet einen Abwägungsprozess. Dieser Abwägungsprozess ist wesentlich von der Art und Schwere des in Frage stehenden Schadens beeinflusst („Verhältnismäßigkeit“).

Als „Minimierung“ wird die Erreichung und Einhaltung von einem kleinen Risiko für gesundheitliche Schäden verstanden (Bereich des akzeptablen Risikos). Der Begriff wird bei vorliegenden höheren Risiken dynamisch interpretiert (Aufgabe der Minimierung: Reduzierung auf ein akzeptables Risiko). Bei kleinem Risiko kommt der Minimierung ein konservierender Charakter zu (Aufgabe der Minimierung: Absicherung des kleinen Risikos, z.B. durch Hygienemaßnahmen als Basisvorsorge).

Anforderungen an die Risikokommunikation

Die Etablierung eines akzeptablen und tolerablen Risikos erfordert einen Abwägungsprozess, der von Risikowahrnehmung und Risikoakzeptanz beeinflusst ist. Erkenntnisse zur Risikokommunikation zeigen, dass hierbei Risikovergleiche und der „Blick über die Grenze“ jeweils zwar ihre relevante Funktion besitzen, jedoch isoliert nur eingeschränkt helfen dürften, einen stabilen und gemeinsam getragenen Konsens bei dieser Abwägung herbeizuführen. Risikovergleiche dürfen Unterschiede von Risikotypen und Unsicherheiten in der Risikoschätzung nicht verschleiern und das betrachtete Risiko nicht verharmlosen. Der „Blick über die Grenze“ beinhaltet wiederum Vergleiche mit ihren Einschränkungen (z.B. zu anderen Regelungsbereichen: Umwelt/Arbeitsplatz, anderen Risikotypen: Unfall/Krebsrisiko, anderen gesellschaftlichen Bedingungen im Ausland). Insofern sollte vermieden werden, dass mittels zitierter Vergleiche um die „richtige“ Risikohöhe gestritten wird. Stattdessen sollten die Konsequenzen bestimmter Akzeptanz- und Toleranzschwellen von den Akteuren in den Mittelpunkt strukturierter Dialoge gestellt werden, um zu tragfähigen Entscheidungen zu kommen.

Ampelmodelle in anderen Regelungsbereichen und im Ausland

Im Arbeitsschutz gibt es nach unseren Erkenntnissen derzeit nur in England und in den Niederlanden Ampelsysteme zur Einordnung von Risiken bei Grenzwerten von gefährlichen Stoffen. In beiden Ländern wird eine Spanne zwischen einer „unacceptable region“ (England) bzw. „ban level“ (Niederlande) einerseits und einer „broadly acceptable region“ (England) bzw. „target level“ (Niederlande) andererseits etabliert, die mit jeweils unterschiedlichen Risikohöhen von 4×10^{-2} (England) bzw. 4×10^{-3} (Niederlande) bei der oberen Grenze (Toleranzschwelle) bzw. mit einem identischen Risikoniveau von 4×10^{-5} bei der Akzeptanzschwelle verknüpft sind (jeweils zusätzliches Mortalitätsrisiko bei Exposition über berufliche Lebenszeit). Allerdings wird es in England abgelehnt, bei krebserzeugenden Stoffen entsprechende Risikoberechnungen durchzuführen, da die entsprechenden Berechnungen zu unsicher seien. Die genannten Risikohöhen gelten stattdessen für Strahlenrisiken oder das Risiko für tödliche Arbeitsunfälle. Nur in den Niederlanden werden die genannten Risiken für krebserzeugende chemische Arbeitsstoffe berechnet und für die Regulation am Arbeitsplatz herangezogen (Toleranzschwelle bei Lebenszeitrisko von 4×10^{-3} , Akzeptanzschwelle bei Lebenszeitrisko von 4×10^{-5}).

Allerdings gibt es international einige andere Anwendungen, bei denen entsprechende Risikoberechnungen für Kanzerogene am Arbeitsplatz angewendet werden, jedoch in der Regel dann nicht in zweistufigen Ampelsystemen.

Eine Differenzierung zwischen dem hinzunehmenden Risiko am Arbeitsplatz bzw. in der Umwelt wird in verschiedenen Ländern unterschiedlich gehandhabt.

Interessen und Erwartungen von Akteuren im Arbeitsschutz in Deutschland für die Etablierung eines Ampelmodells

Akteure im Arbeitsschutz aus Industrie, Gewerkschaft, Berufsgenossenschaft, Wissenschaft und Bundes- sowie Länderbehörden in Deutschland wurden hinsichtlich ihrer Interessen und Erwartungen zum Ampelmodell befragt.

Das Ampelmodell wird von allen Akteuren als Chance zur verbesserten Risikokommunikation im Arbeitsschutz bewertet. Allerdings besteht bei vielen noch ein relativ unklares Bild hinsichtlich der genauen Aufgaben einer Ampel und die Vorstellungen von deren Funktion weichen voneinander ab. Entsprechend variieren auch die positiven Erwartungen und die Befürchtungen in Verbindung mit dem Modell.

Die Aufgabe eines Ampelmodells wird von einigen temporär (Instrument zur Einführung und Umsetzung der neuen Arbeitsplatzrichtwerte), und von anderen permanent gesehen (Orientierungsinstrument für Ermittlung der Dringlichkeiten im Handlungsbedarf aufgrund von gesundheitlichen Risiken, Verhandlungsinstrument zur Entlastung durch weniger Maßnahmen im Grünbereich, Belastung durch weitgehende Maßnahmen im Rotbereich).

Als Befürchtungen werden Fehlinterpretationen des Risikos („Zählen von Toten“) und zu hohe Anforderungen zur Expositionsreduktion erkennbar. Dem steht die Sorge von Aufweichungen des Arbeitsschutzes in Verbindung mit der Ampel („Grenzwerte mit relevantem Gesundheitsrisiko“, insbesondere bei nicht-karzinogenen Substanzen, „Einschränkungen des Minimierungsgebots“ insbesondere bei Karzinogenen) entgegen. Generell besteht Skepsis hinsichtlich des Mutes und der Bereitschaft, akzeptable und tolerable Risiken zu quantifizieren, wobei wiederholt auf das zentrale Problem der Unsicherheit in der Risikoabschätzung verwiesen wurde.

Unklar ist die Positionierung der neuen Arbeitsplatzgrenzwerte (insbesondere bei krebserzeugenden Arbeitsstoffen) in der Farbskala oder an den Zäsurstellen der Ampel, mit Unsicherheiten, wie Grenzwertüberschreitungen einzuordnen seien („Überschreitungen immer im Rotbereich?“). Hier haben frühere Darstellungen des Ampelschemas und das übliche Denken: „Überschreiten des Grenzwerts = Regelverletzung = Rot“ zur Verwirrung beigetragen. Ferner ist völlig unklar, welche Konsequenzen daraus zu ziehen sind, dass derzeit der Stand der Technik beim Umgang mit krebserzeugenden Stoffen in der Regel kein Risikoniveau in Höhe eines akzeptablen Risikos ermöglicht. Fehlende Orientierungshilfen nach Wegfall der Technischen Richtkonzentrationen (TRK) sorgen daher für Verunsicherung.

Weiterentwicklungen des Ampelmodells: Klärungsbedarf

Bei der Weiterentwicklung des Ampelmodells sollte das Verhältnis der Ampel zur neuen Gefahrstoffverordnung geklärt und die Verknüpfung zwischen Ampel und Risikomanagement eindeutig vorgegeben werden:

Im Ampelmodell erhalten Werte in Höhe der Akzeptanzschwelle Zielcharakter (Werte *sollen* eingehalten werden). Wenn andererseits Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) im Allgemeinen keine schädlichen Auswirkungen beinhalten sollen (§3(6)) und einzuhalten sind (§9 (5), §10 (2), §11 (1), GefStoffV), erhalten AGW und deren Einhaltung in Verbindung mit dem Vorsorgegrundsatz in der Gefahrstoffverordnung hohen Verbindlichkeitscharakter. Wenn schließlich auf Basis dieser Definition in den Interpretationen der meisten Akteure AGW in Höhe der Akzeptanzschwelle angesiedelt sind, ergibt sich ein relevantes Spannungsverhältnis. Dieses ist nur aufzulösen, wenn entweder AGW oberhalb der Akzeptanzschwelle zugelassen mit höherem Gesundheits-

risiko werden oder wenn zeitlich befristete Expositionen auf erhöhtem Risikoniveau bis zum Erreichen des Akzeptanzniveaus auch als Einhaltung der Vorgaben der Gefahrstoffverordnung interpretiert werden. Dabei ist zu beachten, dass trotz zeitlicher Befristung insbesondere bei krebserzeugenden Stoffen teilweise mit langen Übergangsphasen zu rechnen ist. Wird ein erhöhtes Risikoniveau (Gelbbereich) bei den AGW (über längere Zeit oder dauerhaft) zugelassen, sind die Regelungen in der GefStoffV bei Einhaltung der AGW zu überdenken.

Gegenwärtig wird die Verknüpfung von Ampelmodell und Risikomanagement (Maßnahmen) nicht deutlich. Teilweise wird der Ampel zunächst nur die Funktion zugeordnet, verschiedene Dringlichkeit von Maßnahmen unterscheiden zu können. Andere Akteure halten es für erforderlich, dass auch schon in der ersten Stufe der Ampelentwicklung der Charakter der Maßnahmen in den jeweiligen Farbbereichen neben deren Dringlichkeit sehr konkret wird. Die Bereitschaft zur Formulierung einer Akzeptanz- oder Toleranzschwelle hängt danach keineswegs nur von Zahlen (Risikohöhen) ab, sondern gleichermaßen von den damit verknüpften Konsequenzen. Dies entspricht auch dem juristischen Verständnis von Gefahren- und Besorgnisschwelle. Deshalb kann es sinnvoll sein, möglichst weitgehend die Maßnahmentearten und –ausmaß, die der jeweiligen Ampelfarbe zugeordnet werden, bereits bei der ersten Phase der Entwicklung des Ampelmodells einzuschließen, und nur die konkreten stoff- und tätigkeitsbezogenen Risikomanagementmaßnahmen erst in einer zweiten Stufe festzulegen.

Weiterentwicklungen des Ampelmodells: Der Dialogansatz

Die Festlegung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle erfordert eine gesellschaftliche Bewertung von Risiken durch krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz. Hierzu sind heranzuziehen: a) Vergleiche mit dem Ausland und mit anderen Regelungsbereichen, b) Vergleiche mit anderen Risiken, c) Vergleiche mit Hintergrundrisiken, d) juristische Einordnungen. Alle diese Schritte bieten jedoch nur begrenzt Basisinformationen für einen gesellschaftlichen Konsens und können das „richtige Risiko“ nicht objektiv ermitteln. Deshalb sind zusätzlich Foren für Diskurse der Akteure zu den Konsequenzen verschiedener Lösungsalternativen und zu strittigen oder ungelösten Themen zu schaffen. Voraussetzung hierfür ist eine adäquate Information der Akteure.

Moderierte Dialoge zwischen den Akteuren unter Prüfung verschiedener Szenarien können der Klärung von Auswirkungen unterschiedlicher Höhen der Toleranz- und Akzeptanzschwellen mit Feststellung der Vor- und Nachteile für die jeweiligen Interessengruppen dienen. Beispiele für zu behandelnde Fragen in entsprechenden Dialogrunden sind:

- In welchen Farben würden sich bestimmte Tätigkeiten in bestimmten Branchen bei den jeweils definierten Schwellen wieder finden?
- Was bedeuten die unterschiedlichen Schwellen für den Vollzug des Arbeitsschutzes (Mehraufwand und Vereinfachungen)?

Diese Szenarien wären durch lösungsorientierte Diskurse zu zentralen offenen Fragen und Dissenspunkten zu ergänzen, z.B.:

- Möglichkeiten des Umgangs mit Unsicherheiten in der Bewertung der stofflichen Risiken in der Darstellung des Ampelmodells

- Ausgestaltung des Übergangs von bisherigen TRK-Werten und Werten der TRGS 900 hin zu den neuen AGW
- Bewertung der Vor- und Nachteile der Risikocharakterisierung über den „Margin of Exposure“ bzw. über explizit ausgewiesene Risikoquantifizierungen.

Die vorliegenden Informationen zur Umsetzung des Ampelmodells mit Vor-/Nachteilen, Konsequenzen, offenen Fragen, möglichen Vergleichen (wie die Ergebnisse dieses Forschungsberichts) sind aufzubereiten und verfügbar zu machen (Vorschlag einer Internetpräsentation) und möglicherweise durch aktive Information, z.B. gegenüber Gremien des AGS, zu verdeutlichen.

Weiterentwicklungen des Ampelmodells: Ergänzende Vorschläge

Vorschläge zur Weiterentwicklung des Ampelmodells beinhalten darüber hinaus a) den Umgang mit Unsicherheit in der Risikoschätzung, b) den Umgang mit dem „durchschnittlichen individuellen Risiko“ einerseits und dem Populationsrisiko andererseits, c) eine mögliche Vorgehensweise im Umgang mit technisch erforderlichen erhöhten Risiken im Besorgnisbereich vor Erreichung des Akzeptanzniveaus.

Der vorliegenden Unsicherheit in der Abschätzung des Gesundheitsrisikos bei krebserzeugenden Stoffen sollte Rechnung getragen werden durch: a) die Wahl einer mittleren Schätzung statt einer sehr sicheren Schätzung mit Einschluss von Vertrauensbereichen (z.B. 95-Perzentil), b) der Etablierung eines Leitfadens zur qualifizierten Eingrenzung von Extrapolationsmodellen, c) einer Aussetzung der quantitativen Risikobestimmung bei sehr hoher Unsicherheit, d) einer differenzierten Vorgehensweise, da Unsicherheiten auf dem Risikoniveau in Höhe der Toleranzschwelle eine deutlich geringere Relevanz zukommt als auf Höhe der Akzeptanzschwelle (abhängig von Extrapolationsstrecke).

Unterschiede im Populationsrisiko erfordern einen anderen Umgang mit Risiken, denen eine absolut große Anzahl von Menschen ausgesetzt ist im Vergleich zu solchen, die nur für wenige Personen gelten. Dennoch sollte der Einzelne nach Möglichkeit kein höheres Gesundheitsrisiko hinnehmen müssen, wenn ein gefährlicher Stoff nur von wenigen gehandhabt wird im Vergleich zum Umgang mit einem Massenstoff. Es wird vorgeschlagen, dem Populationsrisiko im Vorfeld vor der Anwendung des Ampelmodells Rechnung zu tragen, indem die Genehmigung zum Umgang mit Massenstoffen noch strenger eingeschränkt wird als der Umgang mit seltener verwendeten Stoffen. Das Ampelmodell im hier verstandenen Sinne beschränkt sich dann auf die Berücksichtigung des durchschnittlichen individuellen Risikos.

Es wird vorgeschlagen, temporär gültige AGW (vorläufige Bezeichnung: TAGW) auszuweisen, die der Tatsache Rechnung tragen, dass ein gewisser Zeitbedarf besteht, bis qualitativ befriedigende AGW über die Durchführung der von uns vorgeschlagenen Verständigungsprozesse etabliert sind. TAGW werden auch erforderlich, wenn bestimmte Risiken nicht kurzfristig hinreichend reduziert werden können.

Das Ampelmodell im Arbeitsschutz bei nicht-karzinogenen Stoffen

Krebs wird gesellschaftlich als sehr schwerwiegender Effekt eingeordnet. Viele andere Gesundheitseffekte werden im Allgemeinen als weniger gravierend empfunden. Vorsorge richtet sich nach Verhältnismäßigkeit. Insofern ist es schlüssig, wenn das Risikoniveau für nicht-karzinogene Gesundheitsschäden bei Einhaltung eines Schwellenwerts üblicherweise im Prozentbereich liegt und dennoch als akzeptabel eingeordnet wird, während bei krebserzeugenden Effekten nur ein niedrigeres Risiko

akzeptiert wird. Der Schweregrad von Effekten ist bei Festlegung von Akzeptanz- und Toleranzschwelle zu berücksichtigen. Bei Kanzerogenen mit zytotoxischem Mechanismus und möglichem Schwellenwert ist jedoch bei der Beurteilung der Effektschwere nicht nur der zytotoxische Effekt, sondern auch der möglichere schwerere Effekt (Kanzerogenität) zu berücksichtigen.

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesundheitsrisikos bei Arbeitsplatzgrenzwerten zu nicht-kanzerogenen Stoffen ist, dass bei der Ableitung hinreichend dem Vorsorgegedanken (fehlendes Wissen wird durch Extrapolationsfaktoren ersetzt) Rechnung getragen wird. Werden solche im Sinne der Vorsorge erforderlichen Extrapolationen nicht oder nur eingeschränkt vorgenommen, nähert man sich dem Gefahrenniveau (Toleranzschwelle). Im Bodenschutz in Deutschland werden z.B. die gleichen Studien zur kritischen Toxizität mit den gleichen Endpunkten für Besorgnis- und Gefahrenschwelle herangezogen, jedoch jeweils mit unterschiedlich hohen Extrapolationsfaktoren.

Insofern kann ein Ampelmodell ähnlich dem für krebserzeugende Stoffe auch für Nicht-kanzerogene eingesetzt werden. Zur Etablierung von AGW auf der Akzeptanzschwelle ist ebenfalls ein Leitfaden zu erstellen, der das erforderliche Schutzniveau bei einem solchen AGW präzisiert.

Im Besorgnisbereich (Gelbbereich) liegen danach:

- Derzeitige Arbeitsplatzgrenzwerte, die diesem Schutzniveau nicht entsprechen. Sie erhalten wiederum den Charakter von temporären Werten (TAGW).
- Expositionen, bei denen die technischen Möglichkeiten die Einhaltung eines AGW auf Akzeptanzschwelle nicht zulassen.
- Expositionen mit nicht quantifizierbarem Risiko (zu schlechter Datenlage).

Auch auf den Bereich der Anlagensicherheit, des Störfallrisikos, sowie z.B. des Lärms sind die genannten Prinzipien übertragbar. Das Ampelmodell kann somit bei entsprechender Gestaltung eine integrierende Funktion in der Betrachtung von verschiedenartigen gesundheitlichen Risiken am Arbeitsplatz erhalten. Das Ampelmodell kann sowohl bei der Standardsetzung, aber auch bei der Beurteilung betrieblicher Risiken genutzt werden. Durch die bildhafte einfache Farbassoziation lenkt es die Risikokommunikation aktiv auf die Bewertung gesundheitlicher Risiken und fördert insofern den Arbeitsschutz.

10 Summary

Background

Responsible handling of health risks requires knowledge about their existence, type and size. Therefore, the German Federal Institute of Occupational Safety and Health (FIOSH) considers it a priority to be able to assess exposures to hazardous substances in relation to the associated health risk. In doing so, it is expected that risk management measures may be better linked to the risk size.

A way to present health risks by workplace chemicals in conjunction with consequences for action is provided by the “traffic light model”. In a graphical presentation, risks are plotted on a continuous scale of risk sizes segmented by transition points (point of change in colour from red to yellow to green). Different colours indicate different principles for risk management.

This research project aims to discuss the prospects, limitations and the possibilities of development of such “traffic light models” by, among other things, analysing available models and by interviewing relevant stakeholders in occupational safety and health. The considerations are substantiated using a “traffic light model” for exposure to carcinogens at the workplace as an example.

Basic concept of a „traffic light model“

Health risks are determined and assigned to a range of possible types and urgencies of measures. These clearly differ qualitatively corresponding to the transition points (transition of colours).

- Green region: the estimated health effects or health risks are so small that a further reduction of the exposure is not required from a health protection perspective (signal: GO). This does not preclude certain basic precautionary measures. In addition, it has to be ensured that the scenario “does not change colours” (becomes more dangerous later on).
- Yellow region: the estimated health effects or health risks become more important (signal: ATTENTION!) and their reduction becomes a principle and permanent goal. However, the decision for exposure reduction is thoroughly balanced against competing goals and may, e.g., lead to toleration of an existing exposure for a limited period.
- Red region: the estimated extent of health effects or health risks is so important that other goals, even if relevant in principle, are only of subordinate relevance, if they are at odds with the protection of health (signal: STOP!). This region is usually associated with a ban or a strict temporary exemption in relation to a further exposure at or above this level.

The basic concept of the “traffic light model” does not *per se* define the allocation of occupational exposure limit values (OELs) to specific colours or transition points. The health risk corresponding to an exposure at the OEL concentration determines its positioning within the “traffic light”: depending on the protection level (associated risk), a health-based limit value may be located e.g. in the yellow or green region. A technically-based limit value may be located in different colour fields.

Disadvantages of the current situation

The former technically-based workplace limit values (“Technische Richtkonzentrationen”, TRK values) for carcinogens did not or did only poorly inform about the size of the associated cancer risk (those TRK values were recently abandoned as a legal benchmark, but are not yet substituted by health-based values). In fact, occupational exposures at the former TRK level in Germany lead to high cancer risks. In some cases the chance to suffer from cancer may then exceed 1:100 (additional lifetime cancer risk). Dynamics towards lowering the TRK values over time with the perspective of risk reduction were observed only to a marginal extent.

Similarly, industrial efforts for lowering the exposure to carcinogens clearly below the TRK values are not made transparent and are not rewarded (e.g., by exemption from obligations for further exposure reduction).

The existing situation is thus unsatisfactory and does not meet the current requirements of the new “Hazardous Substances Ordinance” for the handling of chemicals. The change to health based limit values with disclosed associated risk size also provides the opportunity to define more precisely what is meant by the obligation to minimise cancer risks.

Definitions against the background of judicial considerations

The traffic light colours, which are linked to the terms “STOP” and “ATTENTION”, may suggest measures like “averting a danger”¹³ (STOP) or the application of the (tiered) “precautionary principle” (ATTENTION). Correspondingly, the following terms are proposed for a discussion of a “traffic light model”.

The “tolerance threshold” defines the transition to an unacceptable risk for harmful health effects, which is identical to the legal term “danger threshold” (“sufficient probability for damage to occur”). Exceeding the tolerance threshold indicates entry into the danger region.

The “acceptance threshold” defines the transition to a low risk for harmful health effects, which is identical to the legal term “threshold of concern”. Exceeding this acceptance threshold (or threshold of concern) but falling below the danger threshold indicates entry into the region of concern.

The term “precaution” relates to a) the acknowledgement of uncertainties in the estimation of the risk type and risk size. However, the inclusion of speculations about merely hypothetical health effects is not covered by this definition of precaution; b) the consideration of smaller risks than those attributed a “sufficient probability of damage” in order to provide protection from uncertain health damages below the danger threshold. The consideration of extremely small (“negligible”, “virtually safe”) risks is not covered by this term of precaution. The determination of limitations of precaution includes a weighting process, which is fundamentally influenced by the type and severity of the damage in question (“proportionality”).

Achievement of and compliance with a small risk of health-related damages (within the region of acceptable risk) is understood as “minimisation”. This term is interpreted

¹³ The term „Gefahrenabwehr“ is translated in some official documents as „prevention of hazards“ (see e.g., <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/soilprotectionact.pdf>). However, as hazard only describes an intrinsic property without potency considerations, the (equally common) translation: “averting of danger” is used. Similarly, for other idioms the most analogue translation was employed.

dynamically if higher risks exist (function of the minimisation: reduction to the acceptable risk region). If a sufficiently small risk already is reached, minimisation only has a *conservation* character (function of minimisation: safeguarding the small risk, e.g. by hygiene measures as a basic precaution, but no further exposure reduction).

Risk communication requirements

Establishment of an acceptable and tolerable risk requires a weighting process, which is influenced by risk perception and risk acceptance. Risk communication insights demonstrate that risk comparisons and the “view across the border” play a relevant role. However, in order to reach a stable and mutually supported consensus on the quantification of an acceptable or tolerable risk, these instruments may be of questionable help if used in isolation. Risk comparisons should not conceal differences between risk types and uncertainties of the risk assessment and should not play down the risk considered. The “view across the border”, in turn, implicitly includes the general limitations of such comparisons (e.g. unbalanced comparisons with other regulatory areas: public risk vs. workplace risk, other risk types: accident vs. cancer risk, or with other social conditions in foreign countries). Therefore, it should be avoided to battle for the “right” risk size by means of quoted comparisons. Rather, the consequences of the respective acceptance and tolerance thresholds should be the focus of structured dialogues in order to reach sustainable decisions.

“Traffic light models” in other regulatory areas and in other countries

To the best of our knowledge, “traffic light” systems in occupational safety and health currently exist only in England and the Netherlands to quantify the risks at limit values for hazardous substances. In both countries, a range between an „unacceptable region“ (England) or „ban level“ (Netherlands) on the one hand and a „broadly acceptable region“ (England) or „target level“ (Netherlands) on the other hand is established. These are associated with risk sizes of 4×10^{-2} (England) and 4×10^{-3} (Netherlands) for the upper threshold (tolerance threshold) and an identical risk size of 4×10^{-5} in both countries for the acceptance threshold (in each case this represents the additional mortality risk upon exposure during the occupational lifetime). However, the corresponding risk estimates for carcinogens are not conducted in England since the respective calculations are considered too uncertain. Rather, the risk sizes stated apply to radiation risks or the risk from fatal occupational accidents. Only in the Netherlands are the stated risks calculated for carcinogenic workplace chemicals and are consulted for regulatory purposes (tolerance level: 4×10^{-3} , acceptance level: 4×10^{-5} , additional lifetime risk).

Internationally, there are some other applications for risk estimates for carcinogens at the workplace but these generally do not comprise two-stage “traffic light” systems.

The risk to be accepted at the workplace and in the environment is variably handled in different countries.

Interests and expectations of stakeholders in occupational safety and health in Germany for the establishment of a “traffic light model”

Stakeholders in occupational safety and health from industry, trade unions, employers' liability insurance associations, research institutions as well as state and federal authorities in Germany were interviewed in relation to their interests in and expectations of a “traffic light model”.

All stakeholders considered the “traffic light model” an opportunity for improved risk communication in occupational safety and health. However, many stakeholders still have a relatively unclear picture in relation to the exact task of a “traffic light model” or the perceptions of its function differ. Correspondingly, the positive expectations and the fears in relation to the model vary as well.

By some, the task of a “traffic light model” is looked at as a temporary instrument for the introduction and implementation of the new health-based occupational guidance levels. By others, the model is regarded as a permanent instrument for determining priorities in the need for action due to health risks, and a permanent negotiation device to argue for less requirements in the green region or to impose far-reaching measures in the red region.

Misinterpretation of the risk (“counting deaths”) and exaggerated demands for exposure reduction are discernible as fears. This is contrasted by the concern about weakening of occupational safety and health paradigms in connection with the “traffic light model” (limit values may only relate to *relevant* health risks, in particular for non-carcinogenic substances, restrictions of the imperative of unconditional exposure minimisation, in particular for carcinogens). There is a general scepticism in relation to the courage and the willingness to quantify acceptable and tolerable risks. In this context, stakeholders repeatedly referred to the pivotal problem of the uncertainty of risk estimates.

The positioning of new occupational exposure limits (in particular for workplace carcinogens) on the colour scale or at the transition points of the “traffic light model” is unclear and uncertainties exist in relation to the classification of exceeded limit values (“exceedances always imply entry into the red region?”). In this context, earlier representations of the “traffic light” scheme and the usual thinking: “exceedance of the limit value = breach of rule = red” have added to the confusion. It is also completely unclear, which consequences must be drawn from the fact that, at the moment, the state-of-the-art in handling carcinogens generally does not allow for a risk level at the size of an acceptable risk. Missing aids of orientation after abolition of the TRK values thus add to the insecurities.

Refinement of the “traffic light model”: needs for clarification

The relationship between the “traffic light model” and the new “Hazardous Substances Ordinance” should be clarified during the enhancement of the model. In addition, the link between the colours of the model and the type of management measures should be given more precisely.

In the “traffic light model”, values at the level of the acceptance threshold gain the character of a target (values *should* be met). If, on the other hand, OELs should generally not comprise harmful effects (§3(6)) and *have to be* met (§9(5), §10(2), §11(1) Hazardous Substances Ordinance), these OELs and compliance with them gain a high binding level in conjunction with the precautionary principle. In consequence, as OELs are interpreted by most stakeholders to lie at the level of the acceptance threshold on the basis of this definition, there is a relevant tension. This can only be resolved, either if OELs with a health risk above the acceptance threshold are established or if temporarily restricted exposures above OELs are regarded as compliance with the guidelines of the “Hazardous Substances Ordinance” until the acceptance level is reached. It needs to be noted that for carcinogens in particular, long transition periods have partly to be anticipated despite a temporary type of restriction. If an increased risk level (yellow region) is accepted at the OEL (for longer periods or per-

manently), the current consequences in the “Hazardous Substances Ordinance” in the case of compliance with the OEL need to be reconsidered.

Currently, the link of the “traffic light model” to risk management (measures) is not sufficiently elucidated. In parts, the model is only regarded as a priority setting instrument. Other stakeholders regard it as necessary that besides the priority, the character of measures in the respective colour regions should be quite clear even during the first step of model development. The willingness to specify an acceptance or tolerance threshold is thus by no means only dependent on numbers (risk sizes), but likewise on the consequences associated with them. This also corresponds to the legal understanding of the terms “danger threshold” and “threshold of concern”. It may therefore be reasonable to include as far as possible the type and extent of measures to be associated with each colour even during the first stage of model development. However, the concrete substance- and job-related risk management measures are then defined during a second stage (not as part of the traffic light approach).

Refinement of the “traffic light model”: the dialogue approach

Setting acceptance and tolerance thresholds requires an assessment of the risks caused by carcinogens at the workplace by society. This assessment should be based on a) comparisons with foreign countries and with other regulatory areas, b) comparisons with other risks, c) comparisons with background risks and d) legal understanding. All these steps, however, only provide limited information for a societal consensus and cannot objectively determine the “right risk”. Therefore, discussion forums on the consequences of various alternative solutions and on controversial and unresolved issues have to be established for the stakeholders as well. Adequate information of the stakeholders is a precondition for this approach.

Guided dialogues between the stakeholders with examination of different scenarios may serve the purpose of clarifying the consequences of acceptance and tolerance thresholds of varying risk sizes. They would also allow determining the advantages and disadvantages for each of the interest groups involved. Examples for issues to be discussed in these dialogues are:

- Which colours correspond to certain jobs in particular industrial sectors at the thresholds defined?
- What do the different thresholds stand for in relation to the execution of occupational safety and health measures (additional work and simplifications)?

These scenarios would have to be supplemented by solutions-oriented discourses on key open questions and issues of dissent such as

- ways to deal with uncertainties in the assessment of substance-specific risks in the presentation of the “traffic light model”,
- definition of the transition from previous TRK values and other former OELs to new OELs,
- evaluation of the advantages and disadvantages of risk characterisation by the “margin of exposure” and by explicitly stated risk quantifications, respectively.

Existing information on the implementation of the “traffic light model” with advantages and disadvantages, open questions and possible comparisons (such as provided in this research report) have to be edited and be made available (proposed internet

presentation). Possibly, they would have to be clarified by active information strategies, e.g. to the committees engaged in occupational safety and health.

Refinements of the “traffic light model”: supplementary proposals

Proposals for an enhancement of the “traffic light model” furthermore comprise a) dealing with uncertainty in the risk assessment, b) dealing with the “average individual risk” on the one hand and the population risk on the other hand, c) a possible approach in dealing with elevated risks in the region of concern (forced by the current technical status) before reaching the acceptance threshold.

The existing uncertainty in the assessment of the health risk due to carcinogenic substances should be allowed for by a) choosing a mean estimate rather than a very conservative estimate with inclusion of confidence limits (e.g. 95th percentile), b) establishing a guideline for the professional evaluation of extrapolation models, c) suspending the quantitative risk estimate in the case of extreme uncertainty, d) a differentiated approach since uncertainties associated with the risk estimate are of lower relevance at the tolerance threshold than at the acceptance threshold (due to the smaller extrapolation distance).

Another dealing with risks is necessary if a large absolute number of people are exposed compared to those risks, which only apply to a small number of persons. Nonetheless, the individual should principally not be forced to accept a higher health risk if a hazardous substance is handled only by few compared to handling a mass substance. It is proposed to allow for the population risk prior to the application of the „traffic light model“ by even more strictly limiting the permission of handling mass substances compared to handling substances used less often. The “traffic light model” as understood here is then restricted to a consideration of the average individual risk.

It is proposed to provide temporary OELs (preliminary abbreviation TOELs), which allow for the fact that some time is needed to establish adequate OELs by the procedures proposed here. TOELs also become necessary if certain risks cannot be sufficiently reduced in the short-term.

The “traffic light model” for non-carcinogenic substances in occupational safety and health

Cancer is seen by society as a very severe effect and many other health effects are generally felt to be less serious. Precaution is related to the proportionality and it is thus conclusive to accept a risk level for non-carcinogenic damage to health in the percent range at threshold compliance, while only a low risk is tolerated in the case of carcinogenic effects. The severity of effects has to be considered when establishing acceptance and tolerance thresholds. In the case of carcinogens that display a cytotoxic mechanism of action and therefore have possibly a threshold, however, not only the (non-neoplastic) cytotoxic effect but also the possibly more severe emerging effect (carcinogenicity) has to be considered when the effect severity is assessed.

The acceptance of health risks associated with occupational exposure limits for non-carcinogenic substances depends on the fact that the derivation sufficiently allows for the precautionary principle (lacking knowledge is substituted by extrapolation factors). If these extrapolations are not carried out (or only to a limited extent), one approaches the “region of danger” (“tolerance threshold”). For example, the same experimental studies with the same endpoints are used for the “danger threshold” and

the “threshold of concern” in soil protection in Germany, but different extrapolation factors are applied in either case.

In this sense, a “traffic light model” similar to the one for carcinogenic substances can also be used for non-carcinogenic substances. A guideline has to be compiled for the establishment of OELs at the “acceptance threshold”, which more precisely defines the protection level required at such an OEL.

The “region of concern” thus comprises:

- Current occupational exposure limits not conforming to this protection level. They are in turn characterised as temporary values (TOELs).
- Exposures for which the technological status does not allow compliance with an OEL at the “acceptance threshold”.
- Exposures for which the risk cannot be quantified (too poor data basis).

The principles stated can also be assigned to the areas of plant safety (risk of physical injuries), emergency response (risk of health impairments by chemicals) and noise. The “traffic light model” may thus have an integrating function in the consideration of different health risks at the workplace. The model can be used in standard setting as well as in an evaluation of operational risks. Due to its simple colour scheme, it actively directs the risk communication towards the assessment of health risks and thus promotes occupational safety and health.

11 Literatur

AGS, Ausschuss für Gefahrstoffe: Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Stoffe (TRGS 102). Bundesarbeitsblatt 9 (1993), 65-70, zuletzt geändert: Bundesarbeitsblatt 4 (1997), 57. www.baua.de/prax/ags/trgs102.htm

AGS, Ausschuss für Gefahrstoffe: Leitfaden für das Risikomanagement des AGS bei Entscheidungen mit weitreichenden Auswirkungen. Beschlossen vom AGS am 18. November 1998. http://www.baua.de/prax/ags/ags_leitfaden_rm.pdf

Ale, B. J. M.: Tolerable or acceptable: a comparison of risk regulation in the United Kingdom and in the Netherlands. Risk Analysis 25 (2005), 231-242

Allescher, W.: Internet: <http://www.rg-web.de/download/314/Allescher.doc> (Recherche, 28.7.2004)

Applegate, J.S.: The precautionary preference: an American perspective on the precautionary principle. Human and Ecological Risk Assessment 6 (2000), 3, 413-444

Barnard, R.C.: Some regulatory definitions of risk: interaction of scientific and legal principles. Regulatory Toxicology and Pharmacology 11 (1990), 2, 201-211

BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Statistische Information der BAuA - Basisdaten für Deutschland 2002. Online: http://www.baua.de/info/statistik/stat_2002/stat02.htm, Druckdatum: 1.2.2005

BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Ein risikobasiertes Bewertungskonzept für den Umgang mit krebserzeugenden Stoffen. BAuA Gruppe 4.4 „Risiken durch Gefahrstoffe“ v. 5.2.2003. Internet: <http://www.baua.de/prax/ags/bewertungskonzept.pdf> (BAuA, 2003a)

BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Grundsätze des Umgangs mit Risiken für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Arbeitsgruppe Risikobewertung, Stand 14.11.2003, unveröffentlichtes Manuskript (BAuA, 2003b)

BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Für die GefStoffV-festen Praktiker des Arbeitsschutzes: 10 Minuten für das Ampelmodell, Entwurf v. 14.7.2004. BAuA-FB4, unveröffentlichter Entwurf

BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe. Dortmund 2005. <http://www.baua.de/prax/gefahrstoffe/massnahmenkonzept.pdf>

BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Konzept für den Arbeitsplatzgrenzwert nach neuer GefStoffV, Stand: 28.01.05. Unveröffentlichtes Manuskript

BfS, Bundesamt für Strahlenschutz: Grenzwerte im beruflichen Strahlenschutz. Online: http://www.bfs.de/ion/beruf_schutz/grenzwerte.html, Druckdatum: 1.2.2005

BG-Chemie: Novellierung der Gefahrstoffverordnung. Online: http://www.bgchemie.de/web-com/show_article.php/_c-92/_nr-3/i.html, Druckdatum: 14.2.2005

Bundesrat: Mitteilung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. Drucksache 141/00 vom 29. Februar 2000

Bundesrat: Verordnung zur Anpassung der Gefahrstoffverordnung an die EG-Richtlinie 98/24/EG und andere EG-Richtlinien. Drucksache 413/04 vom 1. Oktober 2004

CoC, Committee on Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment: Guidance on a Strategy for the Risk Assessment of Chemical Carcinogens. Department of Health, London, UK 2004

Cohen, J.: Acceptable Risk in the Context of Managing Environmental Hazards. NRWA White Paper, Duncan, OK 2001

Covello, V.T.; Slovic, P.; Sandman, P.M.: Risk Communication, Risk Statistics & Risk Comparisons: A Manual for Plant Managers. Washington DC, 1988. <http://www.psandman.com/articles/cma-0.htm>

Curran, W.J.: Cancer-causing substances in food, drugs, and cosmetics. New England Journal of Medicine 319 (1988), 19, 1262-1264

Darby, S.; Hill, D.; Auvinen, A.; Barros-Dios, J.M.; Baysson, H.; Bochicchio, F.; Deo, H.; Falk, R.; Forstiere, F.; Hakama, M.; Heid, I.; Kreienbrock, L.; Kreuzer, M.; Lagarde, F.; Mäkeläinen, I.; Muirhead, C.; Oberaigner, W.; Pershagen, G.; Ruano-Ravina, A.; Ruosteenoja, E.; Schaffrath Rosario, A.; Tirmarche, M.; Tomásek, L.; Whitley, E.; Wichmann, H.-E.; Doll, R.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*, doi:10.1136/bmj.38308.477650.63 (published 21 December 2004). <http://bmj.bmjournals.com/cgi/reprint/330/7485/223.pdf>

DECOS, Dutch Expert Committee on Occupational Standards: Calculating Cancer Risk. Publication No. 1995/06WGD; Health Council of the Netherlands 1995

Dekkers, S., Rennen, M. A. J., Bos, P. M. J.: Comparing the use of probabilistic distributions to point-estimated assessment factors in human risk assessment. TNO Report V3393. TNO Nutrition and Food Research, Zeist, The Netherlands, 2001

DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste 2003. Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitteilung 39. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH 2003

Duggan, M.J.; Lambert, B.E.: Standards for environmental, non-threshold, carcinogens: a comparison of the approaches used for radiation and for chemicals. *Annals of Occupational Hygiene* 42 (1998), 5, 315-323

Dybing, E.; Sanner, T.; Roelfzema, H.; Kroese, D.; Tennant, R.W.: T25: a simplified carcinogenic potency index: description of the system and study of correlations between carcinogenic potency and species/site specificity and mutagenicity. *Pharmacology & Toxicology* 80 (1997), 6, 272-279

EC, European Commission: Technical Guidance Document in Support of the Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and the Commission Regulation (EC) 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council Concerning the Placing of Biocidal Products on the Market. Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau, Ispra, Italy 2003 (mit unveröffentlichter aktualisierter Entwurfsfassung: Draft TGD-Revision Risk Characterisation for Human Health, "Non-Threshold Effects", Stand: Februar 2005)

Edler, L., Poirier, K., Dourson, M., Kleiner, J., Mileson, B., Nordmann, H., Renwick, A., Slob, W., Walton, K., Würtzen, G.: Mathematical modelling and quantitative methods. *Food and Chemical Toxicology* 40 (2002), 283-326

EPA, Environmental Protection Agency: RESIDUAL RISK Report to Congress. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, Office of Air Quality Planning and Standards 1999

EPA, Environmental Protection Agency: Draft Final Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, Risk Assessment Forum 2003

ESCIS, Expertenkommission für Sicherheit in der chemischen Industrie der Schweiz: Einführung in die Risikoanalyse: Systematik und Methoden. Heft 4. Luzern, Schweiz 1996

- Femers, S.:** Zum Umgang mit Risikovergleichen in der öffentlichen Kommunikation. Berlin, 2003
- Feron, V.:** Setting occupational exposure limits in the Netherlands. In: Johanson, G., 2003a, 31-40
- Feron, V.:** Setting occupational exposure limits in the European Union. In: Johanson, G., 2003b, 21-30
- Fiori, J.M.; Meyerhoff, R.D.:** Extending the threshold of regulation concept: de minimis limits for carcinogens and mutagens. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 35 (2002), 209-216
- Fischhoff, B.:** Acceptable risk: a conceptual proposal. *Risk: Health, Safety and Environment* 5 (1994), 1-28
- Fischhoff, B.; Lichtenstein, S.; Slovic B.:** Fact and fears: Understanding perceived risks. In: R.C. Schwing, R.C.; Albers, W.A. (Hrsg.): *Societal Risk Assessment*. New York: Plenum Press 1980
- FoBiG, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe:** Vergleich von Verfahren zur Ableitung gesundheitsbezogener Wirkungsschwellen (Benchmark - NOAEL). Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin F+E-Vorhaben 201 65 201/01, 2002-2003
- Frankenberg, P.:** Risikokommunikation. Anthropogen induzierte Klimaänderung. In: Jungermann, H.; Rohrmann, B.; Wiedemann, P. (Hrsg.): *Risiko-Konzepte, Risiko-Konflikte, Risiko-Kommunikation*. Jülich: Forschungszentrum 1990, 392-342
- Franßen, E.:** Krebsrisiko und Luftverunreinigung. Risikoermittlung und rechtliche Bewertung. In: Gesellschaft für Umweltrecht e.V., Berlin, 6. und 7.11.1992: *Dokumentation zur wissenschaftlichen Fachtagung der Gesellschaft für Umweltrecht e.V.* Berlin, 1992. Erich Schmidt Verlag Berlin 1993, 22-64
- Geiger, W.; Kotte, W.:** *Handbuch Qualität*. 4. Aufl. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg Verlag 2005 (im Druck)
- Gold, L.S.; Gaylor, D.W.; Slone, T.H.:** Comparison of cancer risk estimates based on a variety of risk assessment methodologies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 37 (2003), 1, 45-53
- HSC, Health and Safety Commission:** Proposals to introduce a new occupational exposure limits (QEL) framework. <http://www.hse.gov.uk/consult/condocs/cd189.pdf>. 2003
- HSE, Health & Safety Executive:** *The Tolerability of Risk from Nuclear Power Stations*. Suffolk, United Kingdom 1988
- HSE, Health & Safety Executive:** *The Tolerability of Risk from Nuclear Power Stations*. revised edition, Suffolk, United Kingdom, 1992
- HSE, Health & Safety Executive:** *Reducing Risks, Protecting People*. Suffolk, United Kingdom 2001
- HVBG, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften:** Krebsrisiko durch beruflichen Umgang mit Zytostatika - quantitative Betrachtungen. BIA-Report 5/2001. St. Augustin 2001
- ICRP, International Commission on Radiological Protection:** *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 26. Oxford, New York, Frankfurt: Pergamon Press 1977
- ICRP, International Commission on Radiological Protection:** *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60. Pergamon Press 1991

- Johanson, G.:** Occupational Exposure Limits - Approaches and Criteria. Arbete och Hälsa Nr. 2003:17. Arbetslivsinstitutet, National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden 2003
- Johnson, B.B.:** Varying risk comparison elements: effects on public reactions. Risk Analysis 24 (2004a), 1, 103-114
- Johnson, B.B.:** Risk comparisons, conflict, and risk acceptability claims. Risk Analysis 24 (2004b), 1, 131-146
- Jung, T.; Jahraus, H.; Burkhart, W.:** Akzeptables Risiko als Basis für gesetzliche Regelungen im Umweltschutz. Bundesgesundheitsblatt 43 (2000), 6, 328-335
- Kalberlah, F., Hassauer, M., Konietzka, R.; Schneider, K.:** Qualitätsbeurteilungen für unit risk-Berechnungen. In: Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B., Konietzka, R.: Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung. Kennziffer B 010, Anhang 2, Berlin: Erich Schmidt Verlag 1999
- Kelly, K.E.; Cardon, N.C.:** The myth of 10^{-6} as a definition of acceptable risk. In: Andrews, J.S.; Frumkin, H.; Johnson, B.L.; Mehlman, M.A.; Xintaras, C.; Bucsela, J.A.: Hazardous Waste and Public Health: International Congress on the Health of Hazardous Waste. Princeton Scientific Publishing, Princeton, NJ 1994, 102-109
- Kocher, D.C.; Hoffman, F.O.:** Comment on "An approach for balancing health and ecological risks at hazardous waste sites". Risk Analysis 16 (1996), 3, 295-299
- Köck, W.:** Rationale Risikosteuerung als Aufgabe des Rechts. In: Gawel, E.: Effizienz im Umweltrecht. Schriftenreihe Recht, Ökonomie und Umwelt, Band 13. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft 2001a, 271-302
- Köck, W.:** Krebsrisiken durch Luftverunreinigungen - Rechtliche Anforderungen an genehmigungsbedürftige Anlagen nach dem BImSchG. Zeitschrift für Umweltrecht 3 (2001b), 201-206
- Konietzka, R.:** Umweltstandards für krebserzeugende Stoffe. Umweltmedizin in Forschung und Praxis 7 (2002), 3, 129-137
- Konietzka, R.; Dieter, H.H.:** Ermittlung gefahrenbezogener chronischer Schadstoffdosen zur Gefahrenabwehr beim Wirkungspfad Boden-Mensch. In: Rosenkranz, D.; Bachmann, G.; Einsele, G.; Harreß, H.-M.: Bodenschutz. Ergänzbares Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. Kennzahl 3530, 27. Lfg., Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1998
- Kroes, R.; Koziowski, G.:** Threshold of toxicological concern (TTC) in food safety assessment. Toxicology Letters 127 (2002), 43-46
- Kroes, R.; Renwick, A.G.; Cheeseman, M.; Kleiner, J.; Mangelsdorf, I.; Piersma, A.; Schilter, B.; Schlatter, J.; van Schothorst, F.; Vos, J.G.; Würtzen, G.:** Structure-based thresholds of toxicological concern (TTC): guidance for application to substances present at low levels in the diet. Food and Chemical Toxicology 42 (2004), 65-83
- LAI, Länderausschuß für Immissionsschutz:** Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen 1992
- Lambert, B.E.:** The adequacy of current occupational standards for protecting the health of nuclear workers. Occupational Medicine - State of the Art Reviews 6 (1991), 4, 725-739
- LAUG, Länderausschuß Umwelt und Gesundheit:** Gefahrenabwehr im umweltbezogenen Gesundheitsschutz. Bericht der LAUG-Projektgruppe. 2001. <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/wissenschaft-gesundheit/verbraucherschutz/gesundheit-umwelt/zz-ladbar/ Gefahrenabwehr.property=source.pdf>

- Liebl, B., Kerscher, G.:** Schutzgut und Schutzniveau (Kap. 3.2.7). In: Reichl, F.-X., Schwenk, M.: Regulatorische Toxikologie. Gesundheitsschutz-Umweltschutz-Verbraucherschutz, Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag 2004, 320-326
- LUA, Landesumweltamt Nordrhein- Westfalen:** Ermittlung von Störfallbeurteilungswerten für kanzerogene Stoffe. Werkvertrag 18/03, Endbericht v. Oktober 2003 (unveröffentlicht)
- Manos, J.; Delahaut, J.; Vogel, L.:** The working environment in the European Union: the difficult transition from law to practise. Conference report. TUTB Newsletter 8 (1998), 18-35
- Müller, L.:** Vorsorgeprinzip versus Gefahrenabwehr (Kap. 3.2.5). In: Reichl, F.-X., Schwenk, M.: Regulatorische Toxikologie. Gesundheitsschutz-Umweltschutz-Verbraucherschutz, Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag 2004, 310-314
- NCRP, National Council on Radiation Protection and Measurements:** Recommendations on Limits for Exposure to Ionizing Radiation. NCRP Report No. 91. Bethesda, MD 1987
- NCRP, National Council on Radiation Protection and Measurements:** Limitation of Exposure to Ionizing Radiation. NCRP Report No. 116. 1993
- Neumann, H.-G.:** Hintergrundbelastung – Zusatzbelastung am Beispiel Biomonitoring (Kap. 3.2.2). In: Reichl, F.-X., Schwenk, M.: Regulatorische Toxikologie. Gesundheitsschutz-Umweltschutz-Verbraucherschutz, Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag 2004, 288-297
- Nies, E., Möller, A., Pflaumbaum, W., Blome, H., Schuhmacher-Wolz, U., Schneider, K., Kalberlah, F., Weitowitz, H.-J., Rödelsperger, K.:** Krebsrisikozahlen. In: BIA, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz: BIA-Handbuch - Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Kap. 120 120, 42. Lfg. XII/2002, Berlin: Erich Schmidt Verlag 2002
- Nies, E.:** Dokumentation des Workshops Risiko/ Risikoakzeptanz. Veranstaltung der Stuttgarter Akademie und dem Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik am 5. März 2003. Stuttgart, 4-5
- NWS, National Weather Service:** Weather fatalities - 2003 statistics. Online: <http://www.nws.noaa.gov/om/hazstats.shtml>, Druckdatum: 1.2.2005
- OSHA, Occupational Safety and Health Administration:** http://www.osha-slc.gov/FedReg_osa_pdf/FED199710172.pdf. 1997
- OSHA EU, Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz:** Gefahrstoffe am Arbeitsplatz - Minimierung der Risiken. Forum 10 (2003), online: http://agency.osha.eu.int/publications/forum/index_de.htm, Druckdatum: 14.04.2004
- OTA, Office of Technology Assessment:** Assessment of Technologies for Determining Cancer Risks from the Environment. Congress of the United States, Washington, DC 1981
- Ott, H.:** Krebsrisiken nach Belastung gegenüber krebserzeugenden Chemikalien. Amtliche Mitteilungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 1 (2001), 6-7
- o.V.:** Comment on "Cancer-causing substances in food, drugs, and cosmetics". New England Journal of Medicine 320 (1989), 14, 934-936
- o.V.:** The setting of risk-based threshold limit values for carcinogens in the Netherlands. TUTB Newsletter 8 (1998), 31-33
- Paul, H.; Illing, A.:** Possible risk considerations for toxic risk assessment. Human & Experimental Toxicology 10 (1991), 3, 215-219
- Paxman, D.G.; Robinson, J.C.:** Regulation of occupational carcinogens under OSHA's air contaminants standard. Regulatory Toxicology and Pharmacology 12 (1990), 3, 296-308
- Pease, W. S.:** The role of cancer risk in the regulation of industrial pollution. Risk Analysis 12 (1992), 253-265

PIRI, Partnership in RBCA Implementation: Selection of Carcinogenic Target Risk Levels for Soil and Groundwater Remediation by Mark Malander, Mobil Oil Corporation. 2002

Repace, J.L.; Lowrey, A.H.: An enforceable indoor air quality standard for environmental tobacco smoke in the workplace. *Risk Analysis* 13 (1993), 4, 463-476

Richardi, R.; Wlotzke, O.: Münchener Handbuch zum Arbeitsrecht. 2. Aufl. München: Verlag C. H. Beck 2000

Risikokommission: Ad hoc-Kommission "Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland". Abschlussbericht der Risikokommission. Im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, Limbach Druck und Verlag GmbH, 2003

Rissland, J.: Aktuelle Aspekte der Risikokommunikation. Vortragspräsentation des Instituts für den Öffentlichen Gesundheitsdienst NRW, Münster, 2003, 3

Roberts, R.A.; Crump, K.S.; Lutz, W.K.; Wiegand, H.-J.; Williams, G.M.; Harrison, P.T.C.; Purchase, F.H.: Scientific analysis of the proposed uses of the T25 dose descriptor in chemical carcinogen regulation. *Archives of Toxicology* 75 (2001), 9, 507-512

Rosenthal, A.; Gray, G.M.; Graham, J.D.: Legislating acceptable cancer risk from exposure to toxic chemicals. *Ecology Law Quarterly* 19 (1992), 2, 269-362

Rupprich, N.: The Minimal MOE Approach for Risk Characterisation and Risk Evaluation of Carcinogenic Substances. Acrylofix as Example. Draft document (unveröffentlicht), 06.01.2003

Rupprich, N.: Ein risikobasiertes Bewertungskonzept für den Umgang mit krebserzeugenden Stoffen. *Sicherheitsingenieur* 5 (2004), 33-37

Sadowitz, M.; Graham, J.D.: A survey of residual cancer risks permitted by health, safety and environmental policy. *Risk: Health, Safety & Environment* 17 (1995), 17-35

Schneider, W. D., Rupprich, N., Packroff, R.: Anregungen zur Fortentwicklung des Ampelmodells. Resümee einer email-gestützten trilateralen Diskussion, BAuA, 2004 (unveröffentlichtes Manuskript)

Schütz, H.; Wiedemann, P.: Risikowahrnehmung in der Gesellschaft. *Bundesgesundheitsblatt* 46 (2003), 7, 549-554

Schütz, H.; Wiedemann, P.; Hennings, W.; Mertens, J.; Clauberg, M.: Vergleichende Risikobewertung. Konzepte, Probleme und Anwendungsmöglichkeiten. Kurzfassung zum BfS-Projekt StSch 4217 „Risikobewertung und –management: Ausarbeitung von Konzepten eines integrierten und vergleichenden Risikoansatzes“. Forschungsgruppe Jülich GmbH, Programmgruppe „Mensch, Umwelt, Technik“ (MUT), 2003. <http://www.fz-juelich.de/mut/projekte/pdf/cra-kurz.pdf>

SFK, Störfallkommission beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bericht "Risikomanagement im Rahmen der Störfall-Verordnung" des Arbeitskreises Technische Systeme, Risiko und Verständigungsprozesse zur Vorlage auf der 46. Sitzung der SFK am 21.04.2004

Sheehy, D.T.: A de minimis exception to the Delaney Clause: a reassessment of Les v. Reilly. *Food Drug Law Journal* 50 (1995), 2, 257-284

Smola, T.: Schutzstufen und ihre Zuordnung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung. Präsentationsvorlage, BGIA, unveröffentlicht, Dezember 2004

Stiftung Risiko-Dialog: Mobilkonflikt. Begleitstudie zum Mobilfunk-Dialog. St. Gallen/Schweiz, 2004, 4

- Streffer, C.; Bücker, J.; Cansier, A.; Cansier, D.; Gethmann, C.F.; Guderian, R.; Hane-kamp, G.; Henschler, D.; Pösch, G.; Reh binder, E.; Renn, O.; Slesina, M.; Wuttke, K.:** Umweltstandards. Kombinierte Expositionen und ihre Auswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt. Zusammenfassung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 2000
http://c108.susanis.de/pages/arbeitsgruppen_forschung/pdf/umweltstandardskombiniertezfsg.pdf
- Suter, G.W.; Cornaby, B.W.; Hadden, C.T.; Hull, R.N.; Stack, M.; Zafran, F.A.:** An approach for balancing health and ecological risks at hazardous waste sites. Risk Analysis 15 (1995), 2, 221-231
- SUVA, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt:** Methode Suva zur Beurteilung von Risiken an Arbeitsplätzen und bei Arbeitsabläufen. 1. Aufl. Luzern, Schweiz 2001.
www.witsp1.suva.ch/sap/its/mimes/waswo/99/pdf/66099-d.pdf
- SUVA, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt:** Grenzwerte am Arbeitsplatz 2005. Luzern, Schweiz 2004. www.witsp1.suva.ch/sap/its/mimes/waswo/99/pdf/01903-d.pdf
- Topping, M.:** Occupational exposure limits for chemicals. Occupational and Environmental Medicine 58 (2001), 2, 138-144
- Travis, C.C.; Richter, S.A.; Crouche, A.C.; Wilson, R.; Klema, E.D.:** Cancer risk management a review of 132 federal regulatory decisions. Environmental Science & Technology 21 (1987), 5, 415-420
- Umweltbundesamt:** Luftreinhaltung '88. Tendenzen - Probleme - Lösungen, Materialien zum 4. Immissionsschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag. Berlin: Erich Schmidt Verlag 1989
- Umweltministerium Baden-Württemberg:** Kommunikation, Öffentlichkeitsbeteiligung und Konsensfindung bei entsorgungswirtschaftlichen Vorhaben. Stuttgart, 1995
- USCB, U.S. Census Bureau:** Annual Population Estimates 2000 to 2004. Online: <http://www.census.gov/popest/states/NST-ann-est.html>, Druckdatum: 1.2.2005
- VKIS, VSI, IGM:** Sitzungsprotokoll des Arbeitskreises Kühlschmierstoffe, Stuttgart-Untertürkheim, November 2002 (unveröffentlicht)
- Vogt, D.U:** The Delaney Clause: The Dilemma of Regulating Health Risk for Pesticide Residues. CRS Report for Congress. 1992.
<http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Pesticides/pest-3.cfm?&>
- von der Hude, W.:** Grenzwertkonzeption der Europäischen Gemeinschaft. In: HVBG, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Symposium "Grenzwerte für chemische Einwirkungen an Arbeitsplätzen". BIA-Report 4/98, St. Augustin, 1998, 13-18
- Wahl, R.:** Rechtsgutachten zum Gefahrenbegriff im umweltbezogenen Gesundheitsrecht. Institut für Öffentliches Recht VI, Universität Freiburg 1997
- Weisburger, E.K.:** Current carcinogen perspectives: de minimis, Delaney and decisions. The Science of the Total Environment 86 (1989), 1-2, 5-13
- Welzbacher, U.:** Klare Kriterien für Gefahrstoffe. Arbeit und Gesundheit spezial, Heft 2, 2003, Sp06-Sp07
- Wiedemann, P. M.:** VDI-Leitfaden: Risikokommunikation für Unternehmen. Kap. 3.6 Risiken vergleichen. 2000. http://www.fz-juelich.de/mut/vdi/vdi__bericht/index.html
- Wilders, M:** Risk-based OEL's for carcinogens. Vortragsfolien zu Vortrag am 17.11.2004 anlässlich der Ehrung des Giessener Arbeits- und Sozialmediziners Prof. H.-J. Weitowitz
- Wilhelm, M., Wichmann, H. E.:** Ableitung von Grenzwerten (Umweltstandards) - Allgemeine Konzepte. Kap. III - 1.3.2. In: Wichmann, H.-E., Schlipköter, H.-W., Fülgraff, G.: Handbuch

der Umweltmedizin. Toxikologie, Epidemiologie, Hygiene, Belastungen, Wirkungen, Diagnostik, Prophylaxe, 31. Erg. Lfg. 4/05, ecomed Verlag Landsberg, S. 1-28, 2005

Williamson, G.H.; Hulpke, H.: Das Vorsorgeprinzip. Internationaler Vergleich, Möglichkeiten und Grenzen, Lösungsvorschläge. Teil 1: Das Vorsorgeprinzip im internationalen Vergleich. UWSF - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 12 (2000a), 1, 27-39

Williamson, G.H.; Hulpke, H.: Das Vorsorgeprinzip. Internationaler Vergleich, Möglichkeiten und Grenzen, Lösungsvorschläge. Teil 2: Möglichkeiten und Grenzen des Vorsorgeprinzips. UWSF - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 12 (2000b), 2, 91-96

Wölcke, U.: Grenzwertfindung im Rahmen des Risikomanagements. In: HVBG, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Symposium "Grenzwerte für chemische Einwirkungen an Arbeitsplätzen". BIA-Report 4/98. Sankt Augustin 1998, 23-29

Anhänge

Anhang 1

Gesprächspartner für die telefonische Sondierung des Vorverständnisses und der bisherigen Wahrnehmung der Ampelidee bei Akteuren des Arbeitsschutzes (1. Gesprächsphase)

Firma/ Institution	Titel	Vorname	Name
Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Referat Betrieblicher Arbeitsschutz, Chemikalien, Gentechnik	MR	Rainer	Hofmann
BASF AG, DUS/TD - M 940, Gefahrstoffe und Ergonomie, Leiter der akkreditierten Messstelle	Prof. Dr.	Herbert F.	Bender
Bau- Berufsgenossenschaft Frankfurt	Dr.	Reinhold	Rühl
Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz, Abt.5	MR Dr.	Peter	Wolfgang
Behörde für Wissenschaft und Gesundheit, Amt für Arbeitsschutz	Dr.	Bettina	Schröder
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz Fachbereich 1	Dr.	Eberhard	Nies
Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Abteilung Umweltpolitik	Dr.	Thomas	Holtmann
DGB Bundesvorstand, Abt. Sozialpolitik		Marina	Schröder
Hessisches Sozialministerium	Dr.	Bernd	Brückner
Behörde für Wissenschaft und Gesundheit, Amt für Arbeitsschutz G/23AS 120		Bettina	Schröder
Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Abteilung Umweltpolitik	Dr.	Thomas	Holtmann
Maschinenbau- und Metall-BG, Fachstelle „Gefährliche Arbeitsstoffe“		Günter	Sonnenschein
Regierungspräsidium Kassel Dez. 64.6, Fachzentrum f. stoffl. und andere Arbeitsplatzfaktoren	Dr.	Ursula	Vater
DGB Bundesvorstand, Abt. Sozialpolitik		Wolfgang	Hien
Senatskommission der DFG zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, TU München	Prof. Dr.	Helmut	Greim
UBA FG II 4.7 Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers		Rainer	Konietzka
	Prof. Dr. med.		Kappos
	Dr.	Markus	Roller

Anhang 2

Gesprächsleitfaden 1. Phase

1. In welchem Kontext bzw. in welcher Funktion haben Sie sich bereits mit der Ampelidee für das Risikomanagement im Arbeitsschutz auseinandergesetzt?
2. Was sind Ihre spontanen Assoziationen, wenn Sie auf die Ampel angesprochen werden? (positiv/negativ)
3. Woher/ über wen haben Sie bisher Informationen zum Ampelmodell erhalten?
4. Wie würden Sie Ziele und Funktion der Ampel nach Ihrem bisherigen Kenntnisstand beschreiben?
5. Wo bestehen für Sie die größten Unklarheiten bzw. wichtigsten Fragen?
6. Welche Vor- bzw. Nachteile im Risikomanagement am Arbeitsplatz verbinden Sie mit einer Einführung des Ampelmodells für kanzerogene Stoffe?
7. ggf. Zusatzfrage: Unter welchen Bedingungen könnten Sie sich vorstellen, dass eine Ampel beim Risikomanagement zu krebserzeugenden Stoffen sinnvoll wäre?
8. Haben Sie Material (Skizzen, Diskussionspapiere etc.), die Ihr Verständnis bzw. Ihre Position zur Ampelidee verdeutlichen, die Sie uns zur Verfügung stellen könnten?
9. Kennen Sie Personen, die sich mit dem Ampelmodell intensiv beschäftigt haben und die aus Ihrer Sicht unbedingt in die Diskussion einbezogen werden sollten?

Anhang 3

Gesprächspartner für die Interessen und Argumentationslinien zum Risikomanagement im Arbeitsschutz (2. Gesprächsphase)

Firma/ Institution	Titel	Vorname	Name
BASF AG, DUS/TD - M 940, Gefahrstoffe und Ergonomie, Leiter der akkreditierten Messstelle	Prof. Dr.	Herbert F.	Bender
Bau- Berufsgenossenschaft Frankfurt	Dr.	Reinhold	Rühl
Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Referat Betrieblicher Arbeitsschutz, Chemikalien, Gentechnik	MR	Rainer	Hofmann
Deutscher Gewerkschaftsbund, Bundesvorstand, Abt. Sozialpolitik		Wolfgang	Hien ¹⁴
Regierungspräsidium Kassel Dez. 64.6, Fachzentrum für stoffliche und andere Arbeitsplatzfaktoren	Dr.	Ursula	Vater
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	Dr.	Reiner	Arndt

¹⁴ Gespräch gemeinsam mit Henning Wriedt von der Beratungs- und Informationsstelle Arbeit und Gesundheit in Hamburg

Anhang 4

Gesprächsleitfaden 2. Phase

1. Welchen Zusammenhang sehen Sie zwischen der neuen Gefahrstoff-Verordnung und der Ampel?
2. Die grundsätzliche Idee der Ampel bedeutet a) Orientierungsrahmen für gesundheitlich basierte Grenzwerte, b) damit verknüpft: einen Rahmen zur Festlegung angemessener Arbeitsschutzmaßnahmen gestuft nach Risiko, c) ein Kommunikationsinstrument (bei Diskussionen zur Standardsetzung und betrieblich). Halten Sie ein solches Instrument bei optimaler Ausgestaltung für hilfreich? Erläutern Sie Ihre Einschätzung?
3. Welche der folgenden Interessenlagen verbinden Sie persönlich in erster Linie mit der Diskussion um das Ampelmodell im Arbeitsschutz? (Was wäre für Sie die wichtigste Chance/ der wichtigste Vorteil, der mit einer optimal gestalteten Ampel im Umgang mit Gefahrstoffen erzielt werden könnte?)
 - Ich möchte mehr Flexibilität und eine stärkere Eigenverantwortung der Unternehmen beim Umgang mit Gefahrstoffen am Arbeitsplatz schaffen.
 - Ich möchte eine bessere Durchsetzbarkeit des Minimierungsgebots erreichen.
 - Ich möchte die Verständigung zwischen den handelnden Akteuren über Prioritäten beim Umgang mit Gefahrstoffen im Arbeitsschutz verbessern.
 - Ich möchte für eine bessere Nachvollziehbarkeit bei der Bewertung stofflicher Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz und für mehr Transparenz über die bestehenden Unsicherheiten sorgen.
 - Ich möchte unnötige Ängste und Verunsicherungen in der Risikokommunikation nach außen vermeiden und daher auf eine zu offen geführte Diskussion über Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz verzichten.
4. Wie kann die Ampel zur Einführung der neuen gesundheitsbasierten Grenzwerte beitragen?
5. Wo liegen aus Ihrer Sicht / aus der Sicht anderer Akteure die größten Chancen und Hemmnisse für eine Verständigung über die weitere Vorgehensweise?
6. Was müsste am bisherigen Ampelmodell verändert bzw. konkretisiert werden, um eine größere Akzeptanz bei den handelnden Akteuren zu erreichen?
 - Die Ampel bedeutet klare Zäsuren in der Qualität von Maßnahmen im Risikomanagement. Nennen Sie die Maßnahmen, die Sie bei einer „guten Ampel“ als zentral zur Charakterisierung/Abgrenzung des jeweiligen Bereichs einschätzen
 - Die Ampel wählt den Begriff eines „akzeptablen“ und „tolerablen“ Risikos: was wären für Sie Kriterien, die ein Risiko noch „akzeptabel“ erscheinen lassen oder als „nicht mehr tolerabel“ erscheinen lassen? (quantitative Ideen?, prinzipielle Beschreibungen?, maßnahmeabhängige Bedingungen (vgl. 3.1)?)
 - Die Ampel soll sowohl für „krebserzeugende“ wie für nicht krebserzeugende Stoffe gesundheitsbasierte/ risikobasierte Zäsuren schaffen. Die Kriterien für ein akzeptables/ nicht mehr tolerables Risiko könnten sich z.B. für

einen „Reizstoff“ unterscheiden von denjenigen für einen „krebserzeugenden“ Stoff. Wie stehen Sie zur Überlegung unterschiedlicher Akzeptanzschwellen für solche unterschiedlichen Wirkungen?

- Krebsrisikoberechnungen sind grundsätzlich unsicher (Stichworte: Tierdaten, unklare Mechanismen, Extrapolationen). Wie sollte diesen Unsicherheiten Rechnung getragen werden a) bei Begrifflichkeit und Kommunikation, b) bei Wahl der Akzeptanz-/Toleranzschwelle und Maßnahmen in den drei Farbbereichen, c) bei Berechnungsmethoden?
7. Was sind dabei die wesentlichen Aufgaben, die zu leisten sind? Welche nächsten Schritte sind konkret vom wem erforderlich?
 8. Welche Akteure sind bei der weiteren Diskussion mit welchem Ziel einzubeziehen?
 9. Was darf auf gar keinen Fall passieren?

Anhang 5

Beispiele für Risikovergleiche

1. Verschiedene Vergleichstypen (aus: Wiedemann, 2000 (VDI-Leitfaden; Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © VDI Verein Deutscher Ingenieure)

Ziel des Risikovergleichs	Verfahren
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zuverlässigkeit der Abschätzung des Risikos 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vergleich verschiedener und unabhängiger Schätzungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vergleich des Risikos zur Verbesserung der Vorstellungskraft 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Beispiele für kleine Wahrscheinlichkeiten geben (Strecken, Mengen, Volumen)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vergleich zur Verdeutlichung des Gefahrenausmaßes 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vergleich mit einem Grenzwert
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vergleich zur Verdeutlichung der relativen Bedeutsamkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vergleich mit Risiken, die risikoreduzierende Maßnahmen erforderlich machen Vergleich mit anderen Risikoquellen, die die gleichen Auswirkungen haben

2. Funktionen von Risikovergleichen (aus: Femers, 2003)

Vergleiche zur Verdeutlichung von Größenverhältnissen: Dieser Vergleichstyp soll die Vorstellungskraft des Rezipienten unterstützen. Das Kommunikationsziel lautet hier Veranschaulichung, Visualisierung. Eine abstrakte - weil besonders kleine oder besonders große Zahl - wird in ein Bild übersetzt, das über neue Dimensionen einen Eindruck vermitteln will, die man ungestützt normalerweise mit der singulären Zahl nicht in Zusammenhang bringt (Bsp. "Die Größe 10⁻³ entspricht der Größe von 1 Auto in einem 2 km langen Stau."). Mit diesem Vergleichstyp kann bereits die Intention der Risikoakzeptanz als Effekt der Darbietung verbunden sein. Dies muss aber nicht der Fall sein. Ansprüche an die Kommunikanten bestehen hier in der Definition relevanter, d.h. zielgruppengerechter Bezugsgrößen (z.B. Zeit, Geld respektive Währung, Entfernung, Raumerfahrung) sowie der Umrechnung bzw. dem Transfer in ein der Zielgruppe bekanntes und für sie bedeutsames Maßsystem.

Vergleiche zur Verdeutlichung des Ausmaßes der Gefährdung: Sehr viel stärker auf das eigentliche Informationsproblem "Wie riskant ist eigentlich ein Risiko?" fokussiert Vergleichstyp zwei. Ob ein Risiko in einem bestimmten Ausmaß zu einem bestimmten Zeitpunkt nun ernst zu nehmen ist oder nicht, kann - so die hinter diesem Vergleichstyp liegende Annahme - nur bestimmt werden, wenn zugleich Vorstellungen über "normale" und "unnormale" Ausprägungen von Gefährdungen sowie erfahrungsrelevante Werte wie Schwellen-, Richt- oder Grenzwerte in der Größenrelation zum derzeit bestehenden Risiko kommuniziert werden (Bsp. "Die typische Luftbelastung am Laserdrucker liegt unter 0,01 mg Ozon/m³. Der MIK Wert (maximale Immissionskonzentration) liegt bei 120 µg/m³." (Umweltbundesamt, 1998). Die Normgröße, der Durchschnitt und damit das vermeintlich Akzeptable ist allerdings nicht unbedingt konsensfähig. Es handelt sich dabei um Konventionen, die veränderlich sind, z.B. aufgrund neuer empirischer Erkenntnisse oder veränderter politischer Interessensdurchsetzung. Dieser Vergleichstyp könnte also schon von seinem grundsätzlichen Vergleichsgerüst her wackeln. Wandelt sich die Bezugsgröße, die als Fixum angesetzt wurde, bekommt die Vergleichssetzung eine Relativität, die der eigentlichen kommunikativen Zielsetzung entgegensteht.

Vergleiche zur Verdeutlichung der relativen Bedeutsamkeit eines Risikos: Der dritte Vergleichstyp fokussiert einerseits die fehlende Sicherheit einer Risikoabschätzung, weil er dem Rezipienten die Illusion der "richtigen", verlässlichen Risikoangabe nimmt. Risiken sind relativ in ihrer Ausprägung, es gibt nicht die eine Größe, die für ein Risiko je nach Quelle, Ort, Zeit und Personcharakteristika zu fassen und zu bestimmen ist. Damit kann Enttäuschung für den Rezipienten verbunden sein, will er doch eine einfache klare Aussage über Gefährdungslagen (Bsp.: "Die Stärke eines elektrischen oder mag-

netischen Feldes ist bei einem Meter Abstand von einem Haushaltgerät bereits 100 bis 1000 mal geringer als an der Oberfläche des Gerätes." (Umweltbundesamt 1998). Andererseits kommt dieser Vergleichstyp dem Bedürfnis nach Personalisierung der Information, nach individuell bedeutsamen Wissen nach. Die Frage "Wie gefährdet bin ich persönlich?" kann mit Vergleichen dieses Typs am besten beantwortet werden. Allerdings setzt dieser Typus an den Kommunikator und den Rezipienten höhere Anforderungen als die beiden zuvor beschriebenen Kategorien von Vergleichen. Vom Kommunikator ist die zielgruppenspezifische, die differenzierte Aufbereitung von Informationsmaterial gefordert. Dem Rezipienten wird ein Sicheinlassen auf differenzierte Sachverhalte abverlangt. Er muss akzeptieren, dass es keine einfachen Antworten auf die Frage nach dem Risiko gibt. Er muss sich auf die Komplexität des Sachverhalts "Risiko" einlassen.

Vergleiche zur Verdeutlichung der Unsicherheit bei Risikoabschätzungen: Noch komplizierter wird die Vermittlung quantitativer Risikoinformationen mit Vergleichstyp vier. Je nach theoretischen Vorannahmen, Beobachtungszeitpunkten und Erfahrungshorizonten schwankt nämlich die Größe eines Risikos. Der Kommunikator droht hiermit seinen Status als Experte für ein Risiko aus der Perspektive des Laien zu verlieren: Selbst er als Fachmann weiß nicht Bescheid. Die eigentliche Natur von Risiko muss an dieser Stelle vom Rezipienten verkraftet werden. Der Wunsch nach Sicherheit und Richtigkeit der Information kann nicht befriedigt werden (Bsp.: "Nach dem Low-Scenario wird sich um 2030 der CO₂-Gehalt der Atmosphäre auf 430 ppm erhöht haben, nach dem High-Scenario auf 500 ppm." (Frankenberg 1990).

Vergleiche zur Verdeutlichung von Entscheidungsproblemen und –kriterien: Vergleichstyp fünf führt von dem Focus auf eine einzelne zu kommunizierende konkrete quantitative Angabe auf die Ebene von Grundsatzdiskussionen über Risiken zurück. Die Grundsatzperspektive der Kommunikation von Handlungsoptionen und Entscheidungsproblemen bzw. -kriterien relativiert ein Risikoproblem für einen Betroffenen. Sie kontrastiert ein Risiko mit einem Nutzenaspekt, eine Risikominimierung mit den korrespondierenden Kosten oder fokussiert das Risiko des Nichthandelns, der Unterlassung. Vergleichstyp fünf verlangt dem Rezipienten Perspektivenübernahme ab. Er wird gezwungen, sich in die Rolle des Handelnden, des Verantwortlichen zu versetzen. Die Bereitschaft dies zu tun, kann selbstverständlich nicht jedem Rezipienten ohne weiteres zugesprochen werden (Bsp.: "Die amerikanische Gesellschaft ist bereit, 140.000 Dollar auszugeben, um bei dem Bau von Highways 1 Leben zu retten. Um 1 Todesopfer durch radioaktive Strahlung zu verhindern, gibt sie 5 Millionen Dollar aus." (Fischhoff, Slovic, Lichtenstein 1979)

3. Verschiedene Risikovergleiche für ein Szenario (aus Covello et al., 1988, Chapter IV)

The risk comparison examples provided below are based on the following scenario:

Imagine that you are the manager of an ethylene oxide plant in Evanston, a small town in the mid-western United States. The results of a recent risk assessment show that the risk of emissions of ethylene oxide from your plant is 0.007 additional cancers per 3,500 people per year. Your job is to present this information to the community by using various risk comparison techniques.

The purpose of the examples is to illustrate points made in the text. The examples have been organized according to the rank of the comparison.

First-Rank Risk Comparisons (first choice — most acceptable)

a. Comparisons of the same risk at two different times.

- “Health risks from emissions of ethylene oxide at our plant are 40 percent less than a year ago, when we installed exhaust scrubbers. With more equipment coming in, we expect to reduce the risk another 40 percent by the end of next year.”
- “Despite the extremely low health risks to the community from emissions of ethylene oxide at our plant, we are still looking for ways to lower these levels further. These are some of the plans we have under way to accomplish this: [provide specifics]. As we implement these steps, we will keep you and the community informed of our progress. We will also continue to monitor our workers and keep track of health statistics within the community to ensure that the risks posed by our plant to our workers and to the community remain in the future as low as, if not lower than, they are today. Since some of you may have further questions about these and other matters concerning our plant operations, as plant manager, I am providing my work and home phone numbers so you can call me. I will do my best to supply you with answers to your questions as quickly as possible.”

b. Comparisons with a standard.

- “Emissions of ethylene oxide from our plant are half the levels permitted by the U.S. Environmental Protection Agency and by our state’s Department of Environmental Protection.”
- “Emissions of ethylene oxide from our plant are five times lower than the U.S. Environmental Protection Agency’s safety standard.”
- “Plant emissions of ethylene oxide are five times below what was permitted under the old EPA standard, and two times below the level established by the new, stricter EPA standard.”

c. Comparisons with different estimates of the same risk.

- “Laboratory studies on rats and mice suggest that current exposure to ethylene oxide may cause seven cancers in 1,000 generations of residents in this city. This estimate is the maximum that would occur under worst-case conditions. Actual health effects from exposure to ethylene oxide are likely to be lower.”
- “Let me try to put this number into the context of other numbers. We’ve said that our worst case prediction is seven-thousandths of one extra cancer within the next 70 years from our plant’s emissions of ethylene oxide. Now, no one ever gets seven-thousandths of a cancer. A better way to see the effect is that if 130 different communities the same size as Evanston had a plant just like this one, 129 of those towns would see no effect on their cancer rate. One of the 130 Evanstons might have a single extra cancer.”
- “Our best estimate of the risk is 0.001 cancers per 3,500 persons using what we believe are realistic assumptions. This estimate is based on work done by our own scientists and by researchers at Evanston University. However, you should be aware that the state Department of Environmental Protection (DEP) has calculated a worst-case risk estimate of 0.007 cancers per 3,500 persons. DEP made the assumption that all individuals living in Evanston would be exposed to emissions of ethylene oxide 24 hours a day for 70 years. This formula gave DEP a human-lifetime dose. DEP then took the best available laboratory information for ethylene oxide — data obtained from studies on the laboratory mice most likely to develop cancer in response to ethylene oxide — and calculated first the lowest dose that caused adverse health effects in mice and then the equivalent dose in humans. On the basis of these and other pieces of information, DEP concluded that the maximum cancer risk to people in the community is 0.007 cancers per 3,500 persons over 70 years.”

Note: In the example provided above and in several examples provided below, decimals and fractions are used. Since decimals and fractions can sometimes be difficult to understand, consider converting these decimals and fractions to whole numbers, such as seven potential cancer cases per 3,500,000 people, or two cancer cases per million people.

- “Our worst-case estimate of the risk is seven-thousandths of a cancer per 3,500 persons over the next 70 years. How sure are we that the risk is really this low? The bad news is that we’re not as sure as we’d like to be. Risk assessment is a pretty new science, based on models and assumptions rather than hard data. The good news is that we’re almost certain the risk is actually smaller than our estimate — we’ve instructed our scientists to make every assumption on the cautious side, to provide an extra margin of safety. And here’s a piece of hard information. We’ve been manufacturing ethylene oxide in Evanston for 35 years now. We have continually monitored our employees for signs of adverse health effects associated with exposure to ethylene oxide. In all that time, as far as we know, not a single worker or retiree has had the sort of cancer normally associated with ethylene oxide. Please keep in mind that these workers are exposed to consistently higher levels of emissions than the surrounding population is. Therefore, on the basis of our workers’ experience so far, the risk is zero. There are also people who think our risk estimate is too low. The Evanston chapter of the Sierra Club estimates seven-hundredths of a cancer per 3,500 persons over the next 70 years. That’s 10 times higher than our estimate — but even if they’re right, it’s still an extremely small potential increase in the cancer rate. And we haven’t found anyone with a higher estimate than theirs.”

Second-Rank Risk Comparisons (second choice — less desirable)

a. Comparisons of the risk of doing and not doing something.

- “If we buy and install the newest and most advanced emission-control equipment available, the worst-case situation is that the maximum total risk will be 0.005 additional cancers per 3,500 persons, a very low number. If we don’t buy new equipment and keep operating the plant with our current pollution-control system, the worst-case situation is that the maximum total risk will be 0.007 additional cancers per 3,500 persons — also a very low number. Please keep in mind that both of these risk estimates are worst-case estimates.”

b. Comparisons of alternative solutions to the same problem.

- “The maximum health risk from our plant’s emissions of ethylene oxide is 0.007 additional cancers per 3,500 persons. We could switch to producing the only known chemical substitute for ethylene oxide. However, the maximum health risk of emissions of that chemical is 50 times higher.”

c. Comparisons with the same risk as experienced in other places.

- “We have installed in our plant the most advanced emission control system in the country. Compared with those of older plants, such as the one in Middletown, our emissions are 10 times less.”

Note: As with any risk comparison, comparisons of “the same risk as experienced in other places” must be handled fairly and carefully. For example, it would clearly be inappropriate to say that the air in Evanston is only 10 percent as polluted as downtown Mexico City.

Third-Rank Risk Comparisons (third choice — even less desirable)

a. Comparisons of average risk with peak risk at a particular time or location.

- “The risk posed by emissions of ethylene oxide is extremely low, no matter where you live or work in Evanston. However, the risk posed by emissions of ethylene oxide for people living two miles from the plant is 90 percent less than for people living in the nearest home; and the risk for people living in the nearest home is 90 percent less than for people working within the

plant gates. And our workers haven't had a single case of the type of cancer normally thought to be linked to ethylene oxide."

Note: It is generally easier to make this type of comparison for exposure data. In many cases, a plant manager can confidently say that one exposure is 90 percent less than another. However, saying the same thing is more difficult in the case of risks, given the multiplicity of factors involved in estimating risks.

b. Comparisons of the risk from one source of a particular adverse effect with the risk from all sources of that same adverse effect.

- "Let me see whether these numbers will help. Roughly a quarter of all of us get cancer — a disease caused by smoking, diet, heredity, radon in the soil, pollution, and many other factors. Out of 3,500 people, medical data show that one-quarter — or about 875 — are going to get cancer sometime in a lifetime. So here's the predicted effect of ethylene oxide emissions from our plant on the overall cancer rate. In 129 of 130 hypothetical Evanstons, no effect — that is, no expected increase in cancer rates at all. In the 130th, cancer rates would rise from 875 to 876. Although this is only a tiny increased risk, it is still an increase. If we can find a way to make it even smaller, we should and we will. The most important thing is for all of us in Evanston to work together to find ways to bring down the *total* cancer rate, that unfortunate 875 out of 3,500. But we at our plant have a special responsibility to be safe neighbors. Much higher risks due to other factors are no reason to ignore a small risk in our facility. Here's what we're doing to make sure we keep the risk from our plant as low as it can possibly get... [provide details]."

**Fourth-Rank Risk Comparisons
(fourth choice — marginally acceptable)**

a. Comparisons of risk with cost, or of cost/risk ratio with cost/risk ratio.

- "During the next year, our plant will spend more than \$2 million to reduce our already small emissions even further. This new investment will hurt us economically but will reduce the risk of cancer in the community by more than 25 percent when fully operational."

b. Comparisons of risk with benefit.

- "If we stopped producing ethylene oxide today, many more people here and throughout the United States might die than could possibly be affected by emissions from our Evanston plant. Ethylene oxide is the best sterilizing agent used by hospitals today. No equivalent substitute for ethylene oxide is available. Continued production of this product will contribute to saving many lives and will ensure that the surgical instruments that doctors and hospitals use are free from infectious agents."

c. Comparisons of occupational with environmental risks.

- "One way to look at the data is to compare the risks of emissions of ethylene oxide to plant neighbors with the risks to plant employees. We have been operating this plant for 35 years, with an average employment of 400 people. We therefore have about 10,000 person-years of worker exposure to ethylene oxide at this plant. Health monitoring at our plant indicates that the average workplace concentration of ethylene oxide is 0.5 ppm, a dose 200 times higher than that in the community. The primary health concern about ethylene oxide is its potential for causing certain types of brain cancer. We have not had a single case of brain cancer in our work force. Moreover, the overall incidence of cancer in our employees is lower than that of the U.S. population as a whole. Nor has Evanston's health department documented any brain cancers among our workers. On the basis of this information, I believe that the health risk posed by the plant to the community is insignificant."

d. Comparisons with other risks from the same source, such as the same facility or the same risk agent.

- “I believe that our ethylene oxide emissions do not pose a significant health risk to the community. I also believe that our emissions pose a much less serious problem than our hazardous waste problem, which is daily becoming more serious because the repositories in our state are filled and none are being built.”

e. Comparisons with other specific causes of the same disease, illness, or injury.

- “One way to look at the cancer risk from emissions of ethylene oxide in our community is to compare the risk with the cancer risk from the X-rays you get during a health checkup. One chest X-ray per year presents a risk of developing cancer that is twice that of developing cancer from our plant’s emissions of ethylene oxide.”

**Fifth-Rank Comparisons
(last choice — rarely acceptable — use with extreme caution!)**

The comparisons provided below are placed in the bottom rank because they disregard distinctions that the public considers important in judging the acceptability of a risk. Unless there is already a high level of trust between you and your audience, this sort of comparison is likely not only to fail but to provoke outrage.

There is seldom if ever a compelling reason to present fifth-rank risk comparisons. But if you think that you must use one, precede the comparison with an acknowledgment of its limitations. For example, you might want to say: “A final way to get some perspective on the risk of ethylene oxide emissions is by comparing it to some of the risks that we all face in our daily lives, such as being struck by lightning and driving. My purpose in making such a comparison is only to put the size of the risk in context. I recognize that such comparisons are like comparing apples and oranges. Still, I think the comparison can help us all understand and gain some perspective on the size of the risk we are talking about...”

If you find this too laborious an introduction, your best strategy may be to find a less irrelevant or more legitimate comparison.

a. Comparisons of unrelated risks. (Warning: Using these comparisons may severely damage your credibility.)

- “To help gain some perspective on this risk for ethylene oxide, it may be useful to compare it to other risks that we are exposed to as a result of contaminants in our food supply. For example, the risk of death by salmonella poisoning from poultry bought at the local supermarket is at least five times greater than the risk of cancer from the highest exposure to ethylene oxide in this community.”
- “You may be wondering, ‘But what does that mean to me as a resident of this community? What’s the risk to me and my family?’ First let me tell you that I am convinced that there is no threat to the health or safety of any member of our community at these extremely low exposure levels. However, I recognize that the data still may be troubling. So it would probably be helpful to put these levels of risk from exposure to ethylene oxide into the context of other risks that you’re exposed to in your daily lives. For example, the risk of death from lightning is at least 140 times greater than the risk of cancer from the highest exposure to ethylene oxide. Hurricanes and tornadoes also pose a risk about 140 times greater. Insect bites pose a risk about 70 times greater. The additional 0.007 risk is about the same as the additional risk you would incur spending four hours in Denver rather than at sea level because of Denver’s high altitude and higher radiation level.”

Again, the general rule of thumb in using risk comparisons is: *Select from the highest-ranking risk comparisons whenever possible. When you have no choice but to use a low-ranking risk comparison, do so cautiously, being aware that it could well backfire.*

Anhang 6

Tabellen mit Übersichten zu verschiedenen Risiken

Anh. 6, Tab. 1 Risk comparisons (involuntary risks only) (aus: Covello et al., 1988: Appendix B)

Risk	Risk of Death/ Person/Year
Influenza	1 in 5000
Leukemia	1 in 12,500
Struck by an automobile (United Kingdom)	1 in 16,600
Struck by an automobile (United States)	1 in 20,000
Floods (United States)	1 in 455,000
Tornadoes (Midwest United States)	1 in 455,000
Earthquakes (California)	1 in 588,000
Bites of venomous creatures (United Kingdom)	1 in 5 million
Lightning (United Kingdom)	1 in 10 million
Falling aircraft (United States)	1 in 10 million
Release from nuclear power plant	
At site boundary (United States)	1 in 10 million
At one kilometer (United Kingdom)	1 in 10 million
Flooding of dike (the Netherlands)	1 in 10 million
Explosion, pressure vessel (United States)	1 in 20 million
Falling aircraft (United Kingdom)	1 in 50 million
Meteorite	1 in 100 billion

Adapted from Dinman, B.D., "The Reality and Acceptance of Risk," *Journal of the American Medical Association*, Vol. 244 (11): 1126–1128, 1980.

Anh. 6, Tab. 2 Annual risk of death for various causes averaged over the entire population (aus: HSE, 2001) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © Crown copyright material is reproduced with the permission of the Controller of HMSO and Queen's Printer for Scotland)

Cause of death	Annual risk	Basis of risk and source
Cancer	1 in 387	England and Wales 1999 (1)
Injury and poisoning	1 in 3 137	UK 1999 (1)
All types of accidents and all other external causes	1 in 4 064	UK 1999 (1)
All forms of road accidents	1 in 16 800	UK 1999 (1)
Lung cancer caused by radon in dwellings	1 in 29 000	England 1996 (2)
Gas incident (fire, explosion or carbon monoxide poisoning)	1 in 1 510 000	GB 1994/95-1998/99 (3)
Lightning	1 in 18 700 000	England and Wales 1995-99 (4)

(1) Annual Abstracts of Statistics (2001)

(2) National Radiological Protection Board

(3) Health and Safety Executive (2000)

(4) Office of National Statistics (2001)

Anh. 6, Tab. 3 Average annual risk of death as a consequence of an activity (aus: HSE, 2001) (Abdruck mit freundlicher Genehmigung: © Crown copyright material is reproduced with the permission of the Controller of HMSO and Queen's Printer for Scotland)

Activity associated with death	Risk	Basis of risk and source
Maternal death in pregnancy (direct or indirect causes)	1 in 8 200 maternities	UK 1994-96 (1)
Surgical anaesthesia	1 in 185 000 operations	GB 1987 (2)
Scuba diving	1 in 200 000 dives	UK 2000/01 (3)
Fairground rides	1 in 834 000 000 rides	UK 1989/90-2000/01 (4)
Rock climbing	1 in 320 000 climbs	England and Wales 1995-2000 (5)
Canoeing	1 in 750 000 outings	UK 1996-99 (6)
Hang-gliding	1 in 116 000 flights	England and Wales 1997-2000 (7)
Rail travel accidents	1 in 43 000 000 passenger journeys	GB 1996/97-1999/00 (8)
Aircraft accidents	1 in 125 000 000 passenger journeys	UK 1991-2000 (9)

(1) NHS Executive (1998)

(2) Lunn and Devlin (1987)

(3) Based on assumption of 3 million dives per year. British Sub-Acqua Club (2001)

(4) Based on estimated 1 billion rides per year. Tilson and Butler (2001)

(5) Based on the assumption that there is a total of 45.000 climbers making an average of 20 climbs per year each. Mountain Rescue Council

(6) Based on the assumption that there are 100.000 whitewater canoeists making an average of 30 outings per year each. Drownings in the UK. RoSPA (1999)

(7) Based on the assumption that each member makes an average of 50 flights per year. British Hang-gliding and Paragliding Association (2001)

(8) Health and Safety Executive (2001)

(9) Civil Aviation Authority (2001)

Anh. 6, Tab. 4 Estimated Loss of Life Expectancy Due to Various Causes

Cause	Days	Cause	Days
Cigarette smoking (male)	2250	Job with radiation exposure	40
Heart disease	2100	Falls	39
Being 30% overweight	1300	Accidents to Pedestrians	37
Being a coal miner	1100	Safest job (accidents)	30
Cancer	980	Fire (burns)	27
Being 20% Overweight	900	Generation of energy	24
Cigarette smoking (female)	800	Illicit drugs (U.S. average)	18
Stroke	520	Poison (solid, liquid)	17
Living in unfavorable state	500	Suffocation	13
Cigar smoking	330	Firearms accidents	11
Dangerous job (accidents)	300	Natural radiation	8
Pipe smoking	220	Medical X rays	6
Increasing food intake 100 calories/day	210	Poisonous gases	7
Motor vehicle accidents	207	Coffee	6
Pneumonia (influenza)	141	Oral contraceptives	5
Alcohol (U.S. average)	130	Accidents to bicycles	5
Accidents in home	95	All catastrophes combined	3.5
Suicide	95	Diet drinks	2
Diabetes	95	Reactor accidents (UCS)	2 *
Being murdered (homicide)	90	Reactor accidents (NRC)	0.02*
Legal drug misuse	90	PAP test	-4
Average job (accidents)	74	Smoke alarm in home	-10
Drowning	41	Air bags in car	-50
		Mobile coronary care units	-125

Source: Adapted from Cohen, B. and Lee, I. "A Catalog of Risks." *Health Physics*, 36, June, 1979, 707–722.

Notes: (*) These items assume that all U.S. power is nuclear. UCS stands for the Union of Concerned Scientists, a leading critic of nuclear power. NRC stands for the U.S. Nuclear Regulatory Commission.

Anh. 6, Tab. 5 Risks Estimated to Increase the Probability of Death in Any Year by One Chance in a Million

Activity	Cause of Death
Smoking 1.4 cigarettes	cancer, heart disease
Drinking .5 liter of wine	cirrhosis of the liver
Spending 1 hour in a coal mine	black lung disease
Spending 3 hours in a coal mine	accident
Living 2 days in New York or Boston	air pollution
Traveling 6 minutes by canoe	accident
Traveling 10 miles by bicycle	accident
Traveling 300 miles by car	accident
Flying 1000 miles by jet	accident
Flying 6000 miles by jet	cancer caused by cosmic radiation
Living 2 months in Denver	cancer caused by cosmic radiation
Living 2 months in average stone or brick building	cancer caused by natural radioactivity
One chest X ray taken in a good hospital	cancer caused by radiation
Living 2 months with a cigarette smoker	cancer, heart disease
Eating 40 tablespoons of peanut butter	liver cancer caused by aflatoxin B
Drinking Miami drinking water for 1 year	cancer caused by chloroform
Drinking 30 12 oz cans of diet soda	cancer caused by saccharin
Living 5 years at site boundary of a typical nuclear power plant	cancer caused by radiation
Drinking 1000 24-oz soft drinks from plastic bottles	cancer from acrylonitrile monomer
Living 20 years near a polyvinyl chloride plant	cancer caused by vinyl chloride (1976 standard)
Living 150 years within 20 miles of a nuclear power plant	cancer caused by radiation
Living 50 years within 5 miles of a nuclear power plant	cancer caused by radiation
Eating 100 charcoal-broiled steaks	cancer from benzopyrene

Source: Adapted from Wilson, R., "Analyzing the Daily Risks of Life." *Technology Review*, 81, 1979, pp. 40–46.

Note: These data are based on simple extrapolations from population averages. Some data are based on actuarial statistics (e.g., coal mine accidents) and others are based on theoretical models (e.g., cancers from chlorinated water).

Anh. 6, Tab. 6 Ranking of Possible Cancer Risks from Common Substances

Ranking	Risk Source
0.2	PCBs (daily dietary intake): exposure through industrial residues
0.3	DDE/DDT (daily dietary intake): exposure through pesticide residues; DDE is a by-product of DDT
1	Tap water (1 liter a day): contains chloroform, a by-product of chlorination
3	Cooked bacon (100 g/about 15 slices a day): contains dimethyl-nitrosamine, a preservative by-product
4	Contaminated well water (1 liter a day): from worst well in Silicon Valley; contains trichloroethylene
4	EDB (daily dietary intake): exposure through pesticide and other residues in grains and grain products
8	Swimming pool (1 hour a day for a child): exposure to chloroform by swallowing chlorinated water
30	Peanut butter (32 g/2 tablespoons a day): contains aflatoxin, a natural mold
30	Comfrey herb tea (1 cup a day): contains symphytine, a natural pesticide
60	Diet cola (12 ounces a day): contains saccharin
100	Raw mushroom (1 a day): contains hydrazines, natural pesticides
100	Dried basil (1 g of dried leaf): contains estragole, a natural pesticide
300	Phenacetin pill (average dose): ingredient in pain reliever
600	Indoor air (homes) (14 hours a day): formaldehyde emitted from furniture, carpets, and wall coverings
2,800	Beer (12 ounces a day): contains ethyl alcohol
4,700	Wine (250 ml/8 ounces a day): contains ethyl alcohol

5,800	Formaldehyde (6.1 mg/worker's average daily intake): exposure through inhalation
16,000	Phenobarbital (1 pill a day): a sleeping pill
140,000	EDB (150 mg/worker's daily intake at high exposure): exposure through inhalation; worker's maximum legal exposure

Source: Adapted from Ames, B.N., Magaw, R., and Gold, L.S., "Ranking Possible Carcinogenic Hazards," *Science*, 1987, Vol. 236, (17 April 1987), 27 1–285; and J. Tierney (1988), "Not to Worry..." *Hippocrates*, January/February 1988, pp. 29–38.

Anh. 6, Tab. 7 Decisions citing insignificant population risk as the reason not to regulate (aus: Travis et al., 1987)

Chemical	Individual risk	Population risk (cancer/yr)	Agency comments
Arsenic			
Zinc oxide	3×10^{-3}	0.02	Total cancer incidence, even on a national basis, is likely to be small compared to the incidence associated with smoking and diet.
Secondary lead smelters	3×10^{-3}	6	
Primary lead smelters	1×10^{-4}	0.1	
Chemical manufacturing	6×10^{-5}	0.1	
Zinc smelters	2×10^{-3}	0.008	
Radionuclides			
Elemental phosphorus	1×10^{-3}	0.06	This risk [10^{-3} individual risk] must be weighed against both the low aggregate risk and against other factors.
Vinylidene chloride	8×10^{-4}	0.07	Magnitude of the public health risk is small
Radionuclides			
Department of Energy facilities	7×10^{-4}	0.07	[Population Impact] Insufficient to warrant regulation.
Nuclear Regulatory Commission, non-DOA	2×10^{-5}	0.001	
Formaldehyde			
Teachers	7×10^{-5}	0.1	[Population risk below one cancer risk per year, which is] Insignificant risk of wide-spread harm.
Students	3×10^{-6}	0.001-0.1	
Chlorinated benzenes			
	1×10^{-5}	0.007	Health risk is not sufficient to warrant regulation.
Epichlorhydrin	1×10^{-5}	0.001	Relatively low aggregate risk.