

Störfall-Kommission

**beim
Bundesminister für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**

SFK - GS - 17

Teilbericht

**Zusammenstellung und Interpretation der bisher
bekannten lufthygienischen Grenz-, Richt-,
Orientierungs- und Toxizitätswerte**

Verabschiedet auf der 5. Sitzung des Koordinierungsgremiums der SFK
am 10. Oktober 1998

Teilbericht

Zusammenstellung und Interpretation der bisher bekannten lufthygienischen Grenz-, Richt-, Orientierungs- und Toxizitätswerte

Änderungsveröffentlichung
(ersetzt den Teilbericht SFK-GS-07)

Gefahrstoff-Büro
Prof. Dr. Stephan und Dr. Strobel, GbR
Industriepark Bitterfeld-Wolfen
Areal A, Andresenstraße
06766 Wolfen

Stand: 11. November 1998

Erstellt im Auftrag der Störfall-Kommission, Vertrag 85500-UA-1217 und verabschiedet
auf der 5. Sitzung des Koordinierungsgremiums der SFK am 13. Oktober 1998

Die Störfall-Kommission (SFK) ist eine nach § 51a Bundes-Immissionsschutzgesetz beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gebildete Kommission. Ihre Geschäftsstelle ist bei der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH eingerichtet.

Anmerkung:

Dieses Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen der Verfasser und der Auftraggeber keine Haftung für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können daher keine Ansprüche gegenüber dem Verfasser und/oder dem Auftraggeber gemacht werden.

Dieses Werk darf für nichtkommerzielle Zwecke vervielfältigt werden. Der Auftraggeber und der Verfasser übernehmen keine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder mit Reproduktionsexemplaren.

1. Einführung

Das Konzept der Schwellenwerte der Schadwirkung geht auf den deutschen Hygieniker K.B. Lehmann zurück. Aus seinen Beobachtungen und Untersuchungen in der Gewerbeaufsicht und aus experimentellen Studien kam er zu der Schlußfolgerung, daß es stoffspezifische Konzentrationen von Gasen und Dämpfen geben muß, deren Einatmung auch bei langfristiger Exposition nicht zu gesundheitlichen Schäden führt. Diese Überlegung, die er in mehreren grundlegenden Arbeiten bereits 1886/87 formulierte, führte 50 Jahre später in den USA und 1938 in Deutschland zu einer Liste maximal zulässiger Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz. Im Jahre 1953 führte Oettel den Begriff der MAK-Werte, der maximal zulässigen Arbeitsplatzkonzentrationen, ein und verhalf damit dem Konzept der Schwellenwerte zum Durchbruch. Das Konzept der Schwellenwerte als Basis zur Begründung von Grenzwerten ist immer wieder überprüft worden und es hat bis zum heutigen Tage seine Gültigkeit bewiesen. Die MAK-Werte haben wie keine andere Norm den Arbeitsschutz revolutioniert, denn an ihnen orientierten sich die aktuellen Arbeitsschutzmaßnahmen, die arbeitsmedizinische Überwachung und die lufthygienischen Messungen. Ohne die Festlegung der MAK-Werte hätte der Arbeitsschutz nicht den gegenwärtigen Stand erreicht. Die Erkenntnis, daß es Schadwirkungen gibt, für die Schwellenwerte nicht existieren bzw. nicht ermittelbar sind, so für kanzerogene und mutagene Wirkungen, hat zu einer beträchtlichen Erweiterung und Ergänzung des ursprünglichen Konzeptes geführt.

Dabei sind Grenzwerte im Rahmen der biologischen Schwankungsbreite zu sehen, sie sind weder Sicherheitskonstanten noch physikalisch-chemische Kenndaten. Sie geben aber einen Anhalt für die zu treffenden Arbeitsschutzmaßnahmen. Es hat nicht an Bemühungen gefehlt, auch für andere Bereiche der toxikologischen Gesamtsituation Grenzwerte auf der Basis der Schwelle der Schadwirkung abzuleiten, so z.B., um die Umweltgefährlichkeit von Substanzen zu charakterisieren oder um "Fluchtkonzentrationen" bzw. "Erträglichkeitsgrenzen" bei Unfällen und Havarien festlegen zu können. Es hat sich gezeigt, daß in keinem Bereich bisher ein so umfassendes Konzept vorgelegt werden konnte, das zugleich so viele Gesichtspunkte berücksichtigt wie die MAK-Problematik. Geht es um die Abschätzung gesundheitlicher Risiken wird daher häufig, wenn auch nicht korrekt, zum Vergleich auf die MAK-Werte zurückgegriffen. Dieser Rückgriff reicht von der Alarmierung der Bevölkerung im Störfall bis hin zur Risikoabschätzung kontaminierter Bodenluft in Altlasten.

Im internationalen Schrifttum existiert eine Vielzahl von Grenz-, Richt- und Orientierungswerten, die für unterschiedliche Bereiche und unterschiedliche Anwendungszwecke erarbeitet wurden.

Nachfolgend sind wichtige, häufig verwendete Grenzwert-Definitionen zusammengestellt, die vor allem das inhalative Risiko im Umweltbereich, im Arbeitsschutz und bei Störfällen bzw. Havarien begrenzen sollen.

Es wurden auch ältere Begriffe aufgenommen, die heute aktuell kaum noch verwendet werden, die sich aber noch im älteren Schrifttum finden. Dies bezieht auch auf Begriffe der sowjetischen Industrietoxikologie und Begriffe aus der ehemaligen DDR.

Vollständigkeit der Begriffe ist weder möglich noch angestrebt. Es wird teilweise auf die unterschiedliche Herangehensweise, die zur Konzipierung der Werte geführt hat, hingewiesen. Zur besseren Auffindbarkeit werden die Begriffe alphabetisch und nicht nach Sachgebieten geordnet. In einigen Fällen werden mehrere Begriffe unter einem Oberbegriff abgehandelt, in diesen Fällen erleichtern Verweise das Auffinden der jeweiligen Erklärung.

Lit.: Lehmann, K. B.: "Experimentelle Studien über den Einfluß technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus"
Teil I und II Ammoniak und Salzsäuregas
Teil III und IV Chlor und Brom
Archiv für Hygiene Bd IV, 1986, 1-126, 233- 285
DFG, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher
Arbeitsstoffe

2. Begriffe

ACGIH - TLV → TLV

ACGIH - TLV-TWA → TLV

ACGIH - TLV-STEL → TLV

ACI: Allowable Concentration Index

wird aus dem Kehrwert des MAK- Wertes gebildet:

$$ACI = \frac{1}{MAK} \times 100$$

Der Verwendung des ACI zur Klassifizierung der Gefährlichkeit lag der Gedanke zugrunde, daß die untoxische bzw. ungefährliche Konzentration (ausgedrückt durch den Grenzwert), der Schwellenkonzentration der chronischen Wirkung proportional ist. Dieses Konzept zur Klassifizierung der Substanzen findet sich auch in der sowjetischen Industrietoxikologie. So wurden die in der sowjetischen MAK-Wert-Liste aufgeführten Gefährlichkeitsklassen weitgehend nach dem Kriterium "Höhe des MAK-Wertes" bestimmt.

Lit.: Hayashi, S. und M. Hayashi: Japan. J. Ind. Health 8
(6), 1966, 317- 327

zitiert nach:

Schmidt, P.: Ermittlung und Klassifikation der
Gefährlichkeit chemischer Substanzen
Z. ges. Hyg. 23 (5), 1977, 269- 273

ADI- Wert: Accceptable Daily Intake

annehmbare (akzeptable, duldbare, tolerierbare) tägliche Aufnahme von Fremdstoffen in Lebensmitteln, z.B. von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln

Der ADI- Wert wurde ursprünglich ausschließlich für die Rückstandsbewertung von Fremd- und Zusatzstoffen in Lebensmitteln erarbeitet. Der ADI- Wert ist nach der WHO/FAO definiert als "die tägliche Aufnahme während des ganzen Lebens, die nach dem Stand allen verfügbaren Wissens kein erkennbares Risiko darstellt". Er wird angegeben in mg/ kg KM. Der ADI- Wert ergibt sich aus der in langfristigen Tierversuchen ermittelten Dosis, bei der kein erkennbarer Effekt- auch nicht bei den Nachkommen- eintritt (NOAEL), dividiert durch den Sicherheitsfaktor 100. In der Bundesrepublik Deutschland werden auf der gleichen Grundlage, z.T. auch separat von den WHO-Werten, sogenannte "duldbare tägliche Aufnahmemengen" (DTA, aufgestellt von der Senatskommission für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungen und Vorratsschutzmittel der DFG) abgeschätzt.

Das ADI- Konzept basiert auf der Annahme, daß jeder zu betrachtende Rückstand nach der Aufnahme durch den Menschen nur begrenzte Zeit im Körper verbleibt, d.h. in der Regel innerhalb von 24 h eliminiert wird. Ergeben sich Hinweise auf eine kanzerogene Wirkung der Substanz, für die keine Wirkschwelle ableitbar ist, kann kein ADI-Wert empfohlen werden. Ist die Datenlage lückenhaft, kann nur ein vorläufiger ADI-Wert vergeben werden. Er wird dem fortschreitenden Erkenntnisstand zu späterer Zeit angepaßt oder aufgehoben.

Das Konzept der Begründung von ADI- Werten wird seit einiger Zeit auch für die Bewertung von Altlasten genutzt; insbesondere zur Abschätzung des gesundheitlichen Risikos durch kontaminierte Böden und durch kontaminierte Medien. Für Kinder muß beachtet werden, daß sie z.T. verhältnismäßig große Mengen an Boden verschlucken. Für sie geht die durchschnittliche Spielzeit bzw. Aufenthaltsdauer im Freien in die Betrachtung ein. Auch die sog. Einschreitwerte, deren Erreichung/ Überschreitung bestimmte Maßnahmen erforderlich machen (z.B. Austausch von Spielplatzboden bzw. -sand), basieren auf diesen Überlegungen.

→ NOEL/NOAEL

→ TRD- Wert

Lit.: Müller, L.: Die toxikologische Bewertung. Eine solide Grundlage für den vorsorgenden Gesundheitsschutz?
Öffentl. Gesundh.-Wesen 53, 736-745, 1991

AEGL-Werte: amerik. Abk. für Acute Exposure Guideline Level(s)

Konzentrationsleitwerte für den Störfall (auch Transport- und Gefahrgutunfall) bzw. für Stoffaustritte aller Art.

Die AEGL-Werte (wie die ERPG-Werte und die EEIs) stellen Referenzwerte für im Notfall zu treffenden Schutzmaßnahmen. Das Konzept der AEGL-Werte stellt eine Weiterentwicklung des Konzeptes der → **ERPG-Werte** dar. Die AEGL- Werte basieren ebenfalls (wie die ERPG-Werte auf der differenziert zu betrachtenden möglichen gesundheitlichen Schädigung bei unterschiedlichen Ausmaß der Exposition (nach Höhe der Konzentration und Zeitdauer).

Die AEGL-Werte sind wie folgt definiert:

AEGL- 1 ist die luftgetragene Stoff- Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/ l) ab der die allgemeine Bevölkerung, inklusive empfindliche aber exklusiv hyperempfindliche Individuen, spürbares Unwohlsein erleiden können. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-1 Wertes repräsentieren Expositionsschwellen, die leichte Geruchs-, Geschmacks- oder andere sensorische Reizungen hervorrufen können.

AEGL- 2 ist die luftgetragene Stoff- Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/ l) ab der die allgemeine Bevölkerung, inklusive empfindliche aber exklusiv hyperempfindliche Individuen, irreversible oder andere schwerwiegende langandauernde Schädigungen oder eingeschränkte Fluchtmöglichkeiten erleiden können. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-2 Wertes aber oberhalb AEGL-1 Wertes repräsentieren Expositionsschwellen, die spürbares Unwohlsein hervorrufen können.

AEGL- 3 ist die luftgetragene Stoff- Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/ l) ab der die allgemeine Bevölkerung, inklusive empfindliche aber exklusiv hyperempfindliche Individuen, lebensbedrohende Schädigungen oder Tod erleiden können. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL- 3 Wertes aber oberhalb AEGL- 2 Wertes repräsentieren Expositionsschwellen, die irreversible oder andere schwerwiegende langandauernde Schädigungen oder eingeschränkte Fluchtmöglichkeiten hervorrufen können.

Im Gegensatz zu den ERPG-Werten, deren Anwendung sich nur auf den betrieblichen Störfall richtete und die ferner hauptsächlich dafür gedacht waren, den Nachbarschutz zu gewährleisten, sind in das AEGL-Konzept als Notfallplanungskonzept sowohl die

- Nachbarschaft als auch die
- Betriebsbelegschaft und die
- Rettungskräfte

einbezogen.

Weder die AEGL noch die EEIs oder die ERPG-Werte haben den Charakter von Grenzwerten. Sie sind als Referenzwerte für die zu treffenden Notfallmaßnahmen anzusehen.

Sie sind daher nicht anzuwenden auf die Bewertung

- der beruflichen Exposition im Normalbetrieb der Anlage,
- der Auswirkungen auf die Gesundheit bei wiederholter Exposition; sie sind keine Überwachungswerte,
- der Auswirkungen auf die Umwelt (z. B. auf andere lebende Organismen, auf Lebensmittel, tierische Nahrungsmittel u.a.),
- der Innenraumluftqualität,
- toxischer Wirkungen von Verbrennungsprodukten der zu betrachtenden Chemikalie,
- zur konkreten Aussage über einen Gesundheitsschaden.

ARW: vorläufige Arbeitsplatzrichtwerte

Vorläufige Arbeitsplatzrichtwerte werden für gefährliche Stoffe aufgestellt, für die ein MAK-Wert noch nicht existiert und eine krebserzeugende oder reproduktionstoxische Wirkung nach gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnis nicht bekannt ist. Vorläufige Arbeitsplatzrichtwerte verfolgen das gleiche Schutzziel wie MAK-Werte, wobei Art und Umfang der Daten, die zur Ableitung des Wertes führen, eingeschränkter sein können.

Der Arbeitsplatzrichtwert soll bei kurzfristigen und chronischen inhalativen Belastungen beruflich exponierter Arbeitnehmer dauerhaft vor gesundheitlichen Schäden schützen. Unter chronischen inhalativen Belastungen wird eine Belastung von 8 Stunden pro Tag an 5 Tagen pro Woche während der Lebensarbeitszeit verstanden. Wie auch bei den MAK-Werten, kann bei Einhaltung der ARW-Werte das gesundheitliche Risiko durch krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe nicht völlig ausgeschlossen werden. Arbeitsplatzrichtwerte werden von Fachleuten der Industrie aufgestellt und vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) nach Überprüfung durch den Beraterkreis „Toxikologie“ des AGS auf Plausibilität zustimmend zur Kenntnis genommen und in das Regelwerk (TRGS 900) eingestellt.

BAT-WERTE: Biological Arbeitsstoff- Toleranz- Werte

Der BAT-Wert ist die beim Menschen höchstzulässige Quantität eines Arbeitsstoffes bzw. Arbeitsstoffmetaboliten oder die dadurch ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von seiner Norm, die nach dem gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Kenntnis im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten auch dann nicht beeinträchtigt, wenn sie durch Einflüsse des Arbeitsplatzes regelhaft erzielt wird. Wie bei den MAK-Werten wird in der Regel eine Arbeitsstoffbelastung von maximal 8 Stunden täglich und 40 Stunden wöchentlich zugrunde gelegt. BAT-Werte können als Konzentrationen, Bildungs- oder Ausscheidungsraten (Menge/Zeiteinheit) definiert sein. Sie werden unter Berücksichtigung der Wirkungscharakteristika der Arbeitsstoffe und einer angemessenen Sicherheitsspanne in der Regel für Blut und/oder Harn aufgestellt. Maßgebend sind dabei arbeitsmedizinisch- toxikologisch fundierte Kriterien des Gesundheitsschutzes.

BAT-Werte können definitionsgemäß nur für solche Arbeitsstoffe angegeben werden, die über die Lunge und/oder andere Körperoberflächen in nennenswertem Maße in den Organismus eintreten. Weitere Voraussetzungen für die Aufstellung eines BAT-Wertes sind ausreichende arbeitsmedizinische und toxikologische Erfahrungen mit dem Arbeitsstoff, wobei sich die Angaben auf Beobachtungen am Menschen stützen sollen.

BEI: Biological Exposure Index, Biologischer Expositionsgrenzwert

BEI-Werte geben wie BAT-Werte die zulässigen maximalen Schadstoffkonzentrationen oder deren Metabolite oder die Abweichungen biologischer Indikatoren von ihrer Norm an, die vom Körper toleriert werden. Sie wurden aufgestellt von der American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) und von der WHO.

Statt BEI findet man auch die Abkürzung BEL (Biological Exposure Level) oder BL (Biological Level).

BEL ---> BEI

BL ---> BEI

Biologischer Expositionsgrenzwert ---> BAT, BEI, BEL, BL

BLV: Binding Limit Value

EU- Arbeitsplatzgrenzwert für krebserzeugende Stoffe

CEEL: amerik. Abk. für Community Emergency Exposure Limits
Notfallexpositionswerte für die Allgemeinbevölkerung

sind identisch mit den AEGL-Werten, werden für die Zeiträume von 1 - 8 Stunden festgelegt

Lit.: EPA-Material 12/11/1996

CEGL ---> EEGL

CEL ---> EEGL

DTL-Werte: Dangerous Toxic Load

übersetzt etwa: Gefährlichkeitsprodukt, Toxisches Wirkungsprodukt, auch als toxische Belastung bezeichnet

DTL-Werte dienen der Quantifizierung des toxisch bedingten Risikos von Störfällen. Sie basieren einerseits auf dem Haberschen (Tödlichkeits-) Produkt und auf einem abgestuften toxischen Wirkungsprofil, das spezifische Schwellen der Schadwirkung umfaßt, die sog. **SLOT** (Specific Level of Toxicity).

In die quantifizierte Risikobetrachtung werden einbezogen:

schwere gesundheitliche Beeinträchtigungen,
der Bedarf an medizinischer Hilfe,
an längerer medizinischer Behandlung und
für besonders empfindliche bzw. anfällige Personen wird auch der Tod in Betracht gezogen.

Neben dem Haberschen Produkt (Toxic Load) werden tierexperimentelle und human-toxikologische Erfahrungen in der Quantifizierung des Risikos berücksichtigt. DTL-Werte werden von der Health and Safety Executive in Großbritannien zur Risikoanalyse von Störfällen und zur toxikologischen Bewertung der Gefährlichkeit verwendet.

Lit.: Fairhurst, S. and M. Turner:

Journal of Hazardous Materials 33, 1993, 215- 227

EEGL: Emergency Exposure Guidance Level

(früher auch EEL: Emergency Exposure Limit)

Konzentrationsleitwert für den plötzlichen Austritt von Schadstoffen im militärischen Bereich und in der Raumfahrt. Sie werden von COT (Committee on Toxicology) erarbeitet und sollen sicherstellen, daß bei unvorhergesehener, kurzfristiger, einmaliger Schadstoff-freisetzung keine gesundheitlichen Schäden bei dem Militärpersonal auftreten. Sie werden aus umfangreichen toxikologischen und medizinischen Erkenntnissen abgeleitet. Es werden u.U. verschiedene Expositionszeiten berücksichtigt, dabei bezieht man sich im einfachen Fall auf das Habersche Produkt (Ct). EEGL sind keine Grenzwerte, denn bei Erreichung der Konzentrationen müssen bestimmte (Notfall-) Maßnahmen ergriffen werden. Man geht allerdings davon aus, daß das Militär- und Raumfahrtpersonal im allgemeinen mit diesen Konzentrationen nicht in Berührung kommt, da im Normalfall dem Betreffenden immer eine persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung steht.

Das Konzept der EEGL erfuhr später eine Erweiterung durch die Festlegung der **CEGL** (Continous Exposure Guidance Level, auch als Continous Exposure Limit (**CEL**) bezeichnet), d.h. von Konzentrationen an schädlichen Stoffen, die über einen längeren Zeitraum einwirken, ohne daß gesundheitliche Beeinträchtigungen eintreten, ebenso bleibt die (Kampf-) Handlungsfähigkeit erhalten und es darf nicht zu Spät- oder Nachwirkungen kommen.

Für die allgemeine Öffentlichkeit wurden für den Notfall ebenfalls Konzentrationsleitwerte festgelegt: die sog. **SPEGL** (Short-term Public Emergency Guidance Levels, früher auch **SPEL**, Short-term Public Emergency Limit, genannt).

Alle diese Werte beruhen auf stoffspezifischen Eigenschaften und auf toxikologisch-arbeitsmedizinischen Erkenntnissen. In der letzten Zeit gehen in diese Betrachtungen auch die möglichen Risiken durch Kanzerogene ein. Man geht dabei von der "VSO" (Virtually safe dose) aus, einem angenommenen akzeptierten Risiko für Krebs mit einer Wahrscheinlichkeit von 1×10^{-6} , d.h. von 1 Mill. Menschen stirbt maximal einer an Krebs durch den betrachteten Schadstoff bei lebenslanger Aufnahme.

---> **Unit risk**

Lit.: Criteria and Method for Preparing Emergency Exposure Guidance Level (EEGL)
Short Term Public Guidance Level (SPEGL) and Continous
Exposure Guidance Level (CEGL) and Continous Exposure
Guidance Level (CEGL) Documents

Committee on Toxicology
Board on Environmental Studies on Toxicology
Commission on Life Sciences
National Research Council
National Academy Press
Washington DC 1986

EEI: Emergency Exposure Index for Industrial Chemicals, Notfallexpositions-Index

abgestufte Schadstoffkonzentrationen, die im Störfall erreicht werden können und die ein der jeweiligen Konzentration und damit dem jeweiligen toxischen Effekt entsprechendes Handeln zwingend erforderlich machen. Dabei werden die Handlungen konkret auf die Konzentrationen zugeschnitten. So beschreibt der **EEI-1** toxisch bedingte Beschwerden, der **EEI-2** geht bereits von Behinderungen der Bevölkerung aus (z.B. eingeschränkte Fluchtmöglichkeit bei narkotisch wirkenden Stoffen) und der **EEI-3** bezieht auch die Möglichkeit von Todesfällen ein. Dabei kann der Tod sofort oder später eintreten.

Die Erarbeitung der EEI ist eine Initiative von ECETOC und damit des Europäischen Chemieverbandes, Brüssel. Die EEI-Werte haben den Charakter von Konzentrationsleitwerten im Störfall. Sie sind wie folgt definiert:

EEI- 1, Notfallexpositions- Index 1: diejenige luftgetragene Konzentration, die bis zu einer bestimmten Zeit andauert und unterhalb der unmittelbare toxische Effekt wahrscheinlich nicht zu Beschwerden in der exponierten Bevölkerung führen werden (und zwar unter Einschluß anfälliger, nicht jedoch extrem anfälliger Gruppen) und oberhalb der sich die Beschwerden mit steigen-der Konzentration immer weiter ausbreiten würden.

EEI-2, Notfallexpositions- Index 2: diejenige luftgetragene Konzentration für Expositionen, die bis zu einer bestimmten Zeit andauert und unterhalb der unmittelbare toxische Effekte wahrscheinlich nicht zu Behinderungen* (der Notwendigkeit von Rettung oder Behandlung) in der exponierten Bevölkerung führen werden (und zwar unter Einschluß anfälliger, nicht jedoch extrem anfälliger Gruppen) und oberhalb der sich die Behinderungen mit steigender Konzentration immer weiter ausbreiten würden.

EEI-3, Notfallexpositions- Index 3: diejenige luftgetragene Konzentration für Expositionen, die bis zu einer bestimmten Zeit andauert und unterhalb der unmittelbare toxische Effekte wahrscheinlich nicht zum Tod in der exponierten Bevölkerung führen werden (und zwar unter Einschluß anfälliger, nicht jedoch extrem anfälliger Gruppen) und oberhalb der es mit steigender Konzentration immer häufiger zum Tod kommen würde.

→ **ERPG**

→ **AEGL**

Lit.: ECETOC, Technical Report No 43
Emergency Exposure Indices for Industrial Chemicals
Brüssel 1991

EEL-WERTE: Emergency Exposure Limit

als Notfall- oder "Maximale Unfallkonzentrationen" ("MUK-Werte") bezeichnet, wurden 1964 von der American Industrial Hygiene Association veröffentlicht. Sie bezeichnen Konzentrationen, die bei chemischen Unfällen maximal von dem Arbeitnehmer ertragen werden können. Dabei ist die Höhe der Konzentrationen über einen zeitlichen Verlauf von 5- 60 min. gestaffelt.

Die EEL-Werte wurden zunächst für drei Stoffe entwickelt, und zwar für

- 1.1.1- Trichlorethan,
Stickstoffdioxid und
Dimethylhydrazin.

So wurden für 1.1.1- Trichlorethan folgende EEL-Werte vorgeschlagen:

5 min:	2500 ppm:	13500 mg/m ³
10 min:	2000 ppm:	10800 mg/m ³
30 min:	2000 ppm:	10800 mg/m ³
60 min:	1000 ppm:	5400 mg/m ³

Das Konzept wurde zunächst nicht weiterverfolgt, weil aus damaliger Sicht bestimmte Unsicherheiten in der Voraussage bestanden:

- welche Konzentrationen treten bei Unfällen tatsächlich auf
- wie lange halten sich derartige Konzentrationen in den Werkhallen
- welche gesundheitlichen Auswirkungen hat eine einmalige hohe Schadstoffinhalation tatsächlich.

Die Hautresorption von Stoffen konnte in dem Konzept nicht berücksichtigt werden.

Lit.: American Industrial Hygiene Association Toxicology
Committee: Emergency Exposure Limits
Am. Ind. Hyg. J. 25, 1964, 578

zitiert nach:

Hofmann, H. Th.: Zur Problematik "unschädlicher"
Grenzkonzentrationen von Arbeitsstoffen
Öffentl. Gesundh.-Wesen 34, 1972, 241- 254

EKA: Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe

Für krebserzeugende Gefahrstoffe kann man keine BAT-Werte aufstellen, da gegenwärtig kein als unbedenklich anzusehender biologischer Wert angegeben werden kann. Für einige krebserzeugende Gefahrstoffe lassen sich jedoch Beziehungen zwischen Stoffkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz und der Stoff- bzw. Metabolitenkonzentration im biologischen Material aufstellen. Diese Beziehung, als EKA bezeichnet, gibt die innere Belastung an, die sich bei ausschließlich inhalativer Stoffaufnahme ergeben würde.

(Die perkutane Aufnahme wird dabei nicht erfaßt.)

Entwarnungswerte / Entwarnungsrichtwerte: basieren auf der sog. „Besonderen Richtlinie zur Abwehr von Gefahren durch gefährliche Schadstoffkonzentrationen in der Atmosphäre (Giftgasrichtlinie) der Katastrophenschutzverordnung für die Freie und Hansestadt Hamburg (vom 15. Sept. 1984)

Dort heißt es:

„Gefährliche Schadstoffkonzentrationen im Sinne dieser Richtlinie sind solche, die sich als Folge des Freiwerdens oder der Entwicklung von giftigen Gasen, Dämpfen, Aerosolen oder Stäuben in der Atmosphäre ausbreiten und

- das Leben oder die Gesundheit gefährden

oder

- die Umwelt, insbesondere Tiere und Pflanzen, schädigen können.

Eine Gefahr für das Leben oder die Gesundheit von Menschen **ist nicht mehr gegeben**, wenn die Schadstoffkonzentrationen die Entwarnungsrichtwerte unterschreiten (**Anlage**). Bei Schadstoffkonzentrationen, für die keine Entwarnungsrichtwerte festgelegt wurden, ist der einfache **MAK-Wert** (**M**aximale-**A**rbeitsplatz-**K**onzentration) als Entwarnungsrichtwert zugrunde zu legen“.

Entwarnungsrichtwerte wurden für folgende Gase festgelegt:

Ammoniak
 Blausäure, Cyanwasserstoff
 Chlor
 Kohlenmonoxid
 Kohlenwasserstoffe (Propan und Butan)
 Phosgen
 Schwefeldioxid
 Schwefelkohlenstoff
 Schwefelwasserstoff
 Stickstoffdioxid

EPA-LOC :

basieren auf 1/10 des NIOSH- IDLH

→ **LOC**

EPEL: niederländische Abk. für Eenmalige Populatie Expositie Limit

In den Niederlanden von der Arbeitsgruppe „Toxizität“ in der Zeit von 1971 - 1974 aufgestellte „maximale Konzentrationen toxischer Substanzen in der Luft“ für kurzfristige Expositionen der Bevölkerung. Das Konzept der EPEL-Werte sieht Expositionsgrenzkonzentrationen für 30, 60 und 120-minütige Expositionen vor.

Es handelt sich bei den EPEL-Werten um maximale Konzentrationen toxischer Substanzen (in der Luft), die von der allgemeinen Bevölkerung bei kurzzeitiger Einwirkung toleriert werden. Die Exposition kann gelegentlich ernstes Unwohlsein oder andere schnell abklingende reversible Effekte bewirken.

EPEL-Werte wurden für folgende Stoffe aufgestellt:

- Acetonitril
- Acrylnitril
- Allylchlorid
- Ammoniak
- Chlor
- Ethylenoxid
- Phosgen

Nach Abschluß dieser Liste wurde die Arbeit an den EPEL-Werten eingestellt (1974). Bei der Aufstellung der EPEL-Werte wurde ein Sicherheitsfaktor von 2 berücksichtigt, um sowohl interindividuelle Unterschiede (z. B. zwischen gesunden Erwachsenen und empfindlichen Personen) als auch Speziesunterschiede (z. B. von tierexperimentellen Daten auf den Menschen zu erfassen. Bei einer Überschreitung der EPEL-Werte um das 2 bis 4 fache muß mit ernsthaften Schäden der exponierten Personen gerechnet werden.

ERPG-Werte: Emergency Response Planning Guidelines

Konzentrationsleitwerte, die für die Notfallplanung im Störfall dienen. Sie sind keine Grenzwerte für routinemäßige Arbeiten, sie können auch nicht als Grundlage einer quantitativen stofflichen Risikobewertung dienen. Die nachfolgende Definition ist wörtlich den amerikanischen Unterlagen entnommen:

ERPG-1:

"Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, daß innerhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne daß sie unter mehr als leichten, vorübergehend nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen leiden bzw. ohne daß sie einen eindeutigen definierten unangenehmen Geruch wahrnehmen."

ERPG-2:

"Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, daß innerhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne daß sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen."

ERPG-3:

"Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, daß unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne daß sie unter lebensbedrohenden gesundheitlichen Auswirkungen leiden bzw. solche entwickeln."

Das für die Begründung der ERPG- Werte gewählte Modell bezieht sich auf eine Expositionszeit von einer Stunde. Die Bevorzugung eines Zeitraumes von einer Stunde beruht auf folgenden Erfahrungen bei Störfällen:

- "- nur wenige Expositionen dauern länger als eine Stunde, so daß Konzentrationsleitwerte, die für diese Zeitdauer erstellt werden, die Gesundheitsrisiken im allgemeinen überschätzen;
- Schätzwerte für akute gesundheitliche Folgen nach einer einstündigen Exposition stehen aus praktischen Untersuchungen mit Tieren und Menschen für viele Stoffe zur Verfügung;
- die von der American Industrial Hygiene Association (AIHA) erstellten Planungsrichtlinien für Notfallreaktionen (ERPGs) beziehen sich auf eine maximale Expositions-dauer von einer Stunde, und Kompatibilität mit diesem Programm ist erwünscht."

Aus der Abstufung der Werte, die stoffspezifisch nach dem toxikologischen Gesamtbild festgelegt werden, kann auf die Gefährlichkeit des betrachteten Stoffes geschlossen werden.

Die ERPG-Werte orientieren sich bisher vorrangig am akuten Vergiftungsverlauf unter besonderer Berücksichtigung von Reizschwellen. Kanzerogene und mutagene Wirkungen bleiben weitgehend außer Betracht, da man von der Annahme ausgeht, daß die kurzzeitigen (erhöhten) Konzentrationen bei Störfällen diese Spätfolgen nicht verursachen.

Ab 1996 ist das Konzept der ERPG-Werte eingeflossen in das Konzept der → **AEGL-Werte**.

Lit.: Bericht der Störfall- Kommission, SFK- GS- 02

"Kriterien zur Beurteilung akzeptabler Schadstoffkonzentrationen"

Erträglichkeitsgrenzen von Kampfstoffen

Die Erträglichkeitsgrenze ist diejenige Konzentration eines Kampfstoffes, die vom Organismus gerade noch ohne bleibende Schädigung ertragen werden kann. Sie wird in mg l^{-1} oder mg m^{-3} angegeben. Die Erträglichkeitsgrenze von Augenreizstoffen ist dann erreicht, wenn die Augen nicht mehr geöffnet werden können.

Bei der Erträglichkeitsgrenzen von Nasen- und Rachenreizstoffen tritt ein nicht zu unterdrückender Nies- und Hustenreiz auf.

Bei der Erreichung der Erträglichkeitsgrenze tritt bereits eine vorübergehende Handlungs- bzw. Gefechtsunfähigkeit auf.

Erträglichkeitsgrenzen von Reizstoffen

(in der älteren Literatur auch als Unerträglichkeitsgrenzen bezeichnet):

Diese Schwellenwerte geben diejenige Konzentration an, bei der für einen normalen (gesunden) Menschen bei Normalklima der Aufenthalt für länger als eine Minute unmöglich ist.

Lit.: Auer- Technikum, 1967

Reizschwellen

Reizschwellen werden hauptsächlich für Augenreizstoffe angegeben. Dabei ist neben der Konzentration auch die Angabe der Zeit bis zum Auftreten des Augenreizes erforderlich. Aufgrund der individuell unterschiedlichen Empfindlichkeit können diese Werte daher nur ein Anhaltspunkt für zu erwartende Unverträglichkeitsreaktionen sein. Sie sind keine Grenzwerte.

ETL: engl. Abk. für Emergency Tolerance Limits

(von der US-Luftfahrtindustrie festgelegte Werte)

Konzentrationen, die sensorisch wahrgenommen werden, jedoch keine intolerable Wirkung auf das Atmungssystem ausüben, noch zu Hautreizungen, pathologischen Veränderungen oder zu Residualsymptomen bei 95% der gesunden erwachsenen Bevölkerung am oder in der Umgebung des Arbeitsplatzes führen.

Der Wert sollte nicht überschritten werden während des normalen Arbeitsablaufs und selten erreicht werden.

ETS: USA-amerikanische Abk. für Emergency Temporary Standard

für Arbeitsstoffe mit krebserzeugenden Eigenschaften empfohlener vorläufiger Richtwert der USA, der in einen → **PEL** überführt werden soll, mit dem Ziel ihn so niedrig als möglich zu halten.

ETW: Einsatztoleranzwerte

für Einsatzmaßnahmen der Feuerwehr festgelegte Schadstoffkonzentrationen. Die ETW sind so festgelegt worden, daß unterhalb des Einsatztoleranzwertes die Leistungsfähigkeit der Einsatzkräfte ohne Atemschutz bei etwa 4- stündiger Exposition während des Einsatzes und in der Folge nicht beeinträchtigt wird. Sie basieren auf toxikologischen und/oder arbeitsmedizinischen Erfahrungen. Gehen von Stoffen neben toxischen auch Explosionsgefahren aus, so ist dies bei der Festsetzung zu berücksichtigen. Im Regelfall liegt der ETW deutlich unterhalb der 20%- UEG-Schwelle (untere Explosionsgrenze).

Lit.: Richtlinie zur Messung und Bewertung von Schadstoffkonzentrationen im Feuerwehr-Einsatz
vfdb- Richtlinie 4/92

Buff, K. und H.Greim: Abschätzung der gesundheitlichen Folgen von Großbränden
(Literaturstudie, Teilbereich Toxikologie)
Zivilschutzforschung, Schriftenreihe der Schutzkommission des Bundesministers des Innern
Hrsg: Bundesamt für Zivilschutz, Neue Folge Band 25, 1997

EW (AGS): Empfehlungswert

Empfehlungswerte werden vom Ausschuß für Gefahrstoffe für krebserzeugende und krebserdächtige Gefahrstoffe ausgesprochen, wenn kein Umgang mit diesen Stoffen bekannt ist sowie keine Meßergebnisse vorliegen. Der Empfehlungswert wird in einem Erläuterungspapier zum Gefahrstoff im Anhang zur TRGS 102 veröffentlicht. Beim Umgang mit diesem Gefahrstoff ist umgehend durch eine Arbeitsbereichsanalyse zu prüfen, ob der Empfehlungswert eingehalten wird. Die Ergebnisse der Arbeitsbereichsanalyse sind dem Ausschuß für Gefahrstoffe mitzuteilen.

---> **MAK-Wert (BRD)**

FEL: frank effect level

minimale Konzentrationen oder Dosen schädigender Stoffe, die zu schweren nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen führen. Dazu zählen Nekrosen, Atrophie, Hypertrophie oder Metaplasie mit Beeinträchtigung der Organfunktionen. Ferner werden einbezogen Neuropathien mit Verlust der sensorischen, motorischen und verhaltensmäßigen Kontrolle, weiterhin Beeinträchtigungen der Reproduktion und maternalen Toxizität. Als schwerste Stufe werden die ausgeprägte Verkürzung des Lebens bzw. der Tod oder teratogene Effekte angesehen.

Lit.: Wichmann, H. E.: Grundsätze zur Ableitung umweltbezogener Grenzwerte aus epidemiologischen und toxikologischen Untersuchungen

Gefährlichkeit

einer Substanz im Sinne der Industrie- oder Gewerbetoxikologie ist definiert als die Wahrscheinlichkeit der Entstehung und Entwicklung einer Vergiftung unter realen Bedingungen. Die Gefährlichkeit einer Substanz kann durch unterschiedliche Eigenschaften bedingt sein. Tabelle 1 gibt die Klassifizierung der Sowjetunion wieder. Diese Klassifizierung fand auch Eingang in die MAK-Wert-Listen, sowohl der UdSSR als auch der früheren DDR. So waren die MAK-Werte mit einer Gefährlichkeitsklasse versehen (G1 - G4), um zu verdeutlichen, daß die MAK-Wert-Überschreitungen bei verschiedenen Stoffen unterschiedlich zu bewerten sind. Diese Klassifizierung wurde bis ca 1987 vorgenommen, dann endete das Unifizierungsprogramm der MAK-Werte im Rahmen des RGW (Rat der gegenseitigen Wirtschaftshilfe).

Die Gefährlichkeit von Substanzen wird bedingt durch die (hohe) Toxizität, Flüchtigkeit, Wasserdampflichkeit, Löslichkeit, Persistenz und Akkumulationstendenzen, durch Metabolismus zu möglicherweise noch schädlicheren Stoffen als der Ausgangsstoff, Hautresorption, irritative und korrosive Eigenschaften, um nur einige zu nennen.

Tabelle 1: Klassifizierung der Gefährlichkeit chemischer Stoffe nach dem Grad ihrer Wirkung auf den Organismus

Parameter	Gefährlichkeitsklassen			
	I	II	III	IV
MAK von Schadstoffen in der Luft der Arbeitszone in mg/m ³	< 0,1	0,1 - 1,0	1,1 - 10,0	>10,0
LD ₅₀ ;oral in mg/	< 15	15 - 150	151 - 5000	>5000
LD ₅₀ ;dermal in mg/kg	<100	100 - 500	501 - 2500	>2500
LC ₅₀ ;inhalativ in mg/m ³	<500	500-5000	5001 - 50000	>50000
Koeffizient der Wahrscheinlichkeit der inhalativen Vergiftung (KWIV)	>300	300 - 30	29,3	<3
Zone der akuten Wirkung; Z _{ac}	< 6,0	6,0 - 18,0	18,1 - 54,0	>54,0
Zone der chronischen Wirkung; Z _{ch}	>10,0	10,0 - 5,0	4,9 - 2,5	< 2,5

Geruchsschwellenwert

Als Geruchsschwellenwert bezeichnet man diejenige Konzentration eines Stoffes in der Luft als Gas oder Dampf, die vom Menschen gerade noch wahrgenommen werden kann. Die Geruchsschwelle kann nur von Testpersonen bestimmt werden, die sich in reiner, d.h. absolut geruchloser Atmosphäre aufhalten. Auch der zu beurteilende Stoff muß in reiner Form vorliegen, da bereits geringste Verunreinigungen den Geruch erheblich verändern können. Die Angaben über den Geruch weichen sowohl nach Qualität als auch nach Quantität erheblich von Testperson zu Testperson infolge subjektiver Wahrnehmung voneinander ab. Die Wahrnehmung des Geruchs bzw. der Geruchsschwelle kann auch bei derselben Person von Tag zu Tag unterschiedlich sein.

Die Geruchsschwelle wird entsprechend VDI Richtlinie 3881 durch ein 8-15 Personen umfassendes Probandenkollektiv bestimmt. Die Geruchsschwelle ist danach diejenige Konzentration des Geruchsstoffes, die bei 50% der Probanden zu einem Geruchseindruck führt.

Der Mensch kann nur wenige Intensitätsstufen der Gerüche unterscheiden:

- 0 - kein Geruch
- 1 - kaum wahrnehmbarer Geruch
- 2 - schwacher Geruch
- 3 - deutlicher Geruch
- 4 - starker Geruch
- 5 - sehr starker, unerträglicher Geruch

Durch Gewöhnung, Ermüdung der Geruchsnerve ist es möglich, daß bestimmte Geruchsintensitäten schwächer oder gar nicht mehr empfunden werden.

Einige Stoffe lähmen die Geruchsnerve, so Schwefelwasserstoff in höheren Konzentrationen, andere werden von vornherein von einem Teil der Bevölkerung nicht geruchlich wahrgenommen, z.B. Blausäure (5- 10% der Normalbevölkerung). Durch diese Einschränkungen geht durch den Geruch von Substanzen keine sichere Warnwirkung aus. Dazu kommt, daß einige hochgiftige Stoffe völlig geruchlos sind, z.B. Kohlenmonoxid.

Trotz dieser Einschränkungen hat es nicht daran gefehlt, Gerüche zu klassifizieren und damit eine geruchliche Qualität auszudrücken:

1. Ätherische Gerüche (Ethylacetat, Aceton)
2. Aromatische Gerüche (Mandelgeruch, Campfergeruch, Zitronengeruch)
3. Balsamgerüche (Blütengeruch, Lilienger)
4. Moschusgerüche

5. Lauchgerüche
6. Kakodylgerüche
7. Empyreumatische Gerüche (Benzol, Kresol, Anilin)
8. Ranzige Gerüche
9. Narkotische Gerüche
10. Ekelerregende Gerüche

Es gibt auch andere Einteilungen, z.B:

scharf, süßlich, stechend, brenzlich ...

Trotz der subjektiven Wahrnehmung der Gerüche und der damit verbundenen Probleme, fehlt es nicht an Bemühungen, den Geruchsschwellenwert zur Klassifizierung der Gefährlichkeit von Substanzen zu verwenden.

Lit.: Auer- Technikum, 1967

Amoore, J.E. and E. Hautala: Odor as an Aid to Chemical Safety
 J. of applied Toxicology 3(6), 1983,
 272- 290

Grenzwert

Oberbegriff, bezeichnet die generell festgelegten zahlenmäßig höchsten Stoffmengen, die von einem bestimmten Personenkreis noch akzeptiert werden. Sie werden auch als Standards (z.T. auch als Norm) bezeichnet. Bindende Grenzwerte (im engeren Sinn) sind nur die nach einem gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren zustande gekommenen und in förmlichen Gesetzen oder in Rechtsvorschriften enthaltenen Werten.

Die von staatlichen Stellen in Verwaltungsvorschriften oder die von privaten Stellen (z.B. VDI, DIN) festgesetzten Werte sind als bloße Richtwerte (auch als Orientierungs- oder Schwellenwerte bezeichnet) nicht verbindlich. Auch Richtwerte können Grenzwertfunktion erlangen, wenn sie von Gerichten übernommen und nicht im einzelnen nachgeprüft werden.

Lit.: Schrader, Chr.: Altlasten und Grenzwerte
 Natur und Recht Heft 7,
 1989, 289- 293

GWP: Greenhouse Warming Potential

Treibhauspotential; Der GWP- Wert gibt an, wieviel mal effektiver ein Spurengas zur Temperaturerhöhung beiträgt als dieselbe Menge an CO₂.

Literatur: zitiert nach: Heintz, A. und G.A. Reinhardt,
Chemie und Umwelt, 3. Auflage, Vieweg-Verlag
Braunschweig 1993

Hazard Index, HI Gefährdungszahl

Der HI stellt eine Möglichkeit zur Abschätzung der Gefährlichkeit flüchtiger Stoffe dar. Er wird gebildet als Quotient der Sättigungskonzentration bei 25 °C und dem LC₅₀- Wert, erhalten für Mäuse bei 7- stündiger Beatmung. Der HI unterscheidet sich vom KWIV nur durch die Abweichung in den Parametern Temperatur der Sättigungskonzentration und Expositionszeit des Inhalationsversuches

$$\text{HI} = \frac{\text{SC}_{25}}{\text{LC}_{50}}$$

Der HI wie auch der KWIV sind als Vergleichsgrößen konzipiert und damit dimensionslos.

→ KWIV

Lit.: Jacobson, K.H. et al.: Am. Ass. Ind. Health 12

HGW: Havarie- Grenzwerte

für den Zivilschutz der Bevölkerung der ehem. DDR vorgeschlagene Schadstoffkonzentrationen, die bei einer Einwirkung von 60 Minuten im Havariefall nicht zu Schäden bei der Bevölkerung führen. Die Werte sollten die Grundlage für Ausbreitungsberechnungen bilden, um im Havariefall die Abstände zu Wohngebieten zu ermitteln, deren Bevölkerung evakuiert werden müßte.

IDLH-Wert: ImmEDIATELY Dangerous to Life or Health

Der IDLH-Wert wird definiert durch das SCP (NIOSH OSHA Standard Completion Program) nur für den Zweck hinsichtlich der Auswahl von Atemschutzgeräten. Er gibt diejenige maximale Konzentration an, die für den Fall, daß das Atemschutzgerät ausfällt, die Flucht innerhalb von 30 Minuten ermöglicht, ohne irgendwelche fluchtbehindernden oder irreversiblen gesundheitlichen Effekte zu verursachen.

Aus den IDLH-Werten wurden die → **LOC** bzw. → **EPA-LOC- Werte** (Besorgniswerte) abgeleitet.

Lit.: Alexeeff, G.V. et al.: Problems Associated with of Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH) Values for Estimating the Hazard of Accidental Chemical Release

Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 50, 1989, 598- 605

ILV: Indicative Limit Value

Bezeichnung für den EU- Arbeitsplatzrichtwert

Immissionswerte

Höchstwerte der Immissionskonzentrationen der außerhalb der Arbeitswelt auf den Menschen sowie auf die Umwelt einwirkenden Luftverunreinigungen (TA Luft= Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). Es wird zwischen dem zulässigen Jahresmittel (IW 1) und dem zulässigen Kurzzeitwert (IW 2) unterschieden.

Der IW 1 charakterisiert die Langzeitbelastung. Er ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der gemessenen Einzelwerte über 24 Stunden.

Der Immissionsgrenzwert IW 2 charakterisiert die Kurzzeitbelastung. Er entspricht der Konzentration, die von 98% der Einzelwerte unterschritten wird (98%- Wert der Summenhäufigkeitsverteilung).

Immissionswerte wurden festgelegt für Schwefeldioxid, Schwebstaub, Blei und Stickstoffdioxid. Zur Bewertung der Luftverschmutzung durch Ozon wurden →**Schwellenwerte** festgelegt. Die Festlegung erfolgt differenziert:

- zum Schutz der menschlichen Gesundheit (im Fall länger andauernder Verschmutzungsfälle)
- für den Schutz der Vegetation
- für die Unterrichtung der Bevölkerung und
- für die Auslösung des Warnsystem zum Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit.

Lit.: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, TA Luft vom 27.02.1986)

22. BISchV vom 26. Okt. 1993 (27.Mai 1994)

Konzentrationsleitwerte

Bezeichnung für luftgetragene Schadstoffkonzentrationen im Störfall,

deren Erreichung Notfallmaßnahmen - meist als abgestuftes Konzept- erforderlich machen. Die Konzentrationsleitwerte basieren auf Schwellenwerten der Schädwirkung. Am besten begründet sind z. Zt. die AEGL-Werte, die aus dem Konzept der ERPG-Werte hervorgegangen sind.

- AEGL
- EEGL
- ERPG
- EEI
- LOC

Konzentrationswerte für Luftverunreinigungen

Für bestimmte Straßen oder Gebiete, in denen besonders hohe, vom Verkehr verursachte Immissionen zu erwarten sind, festgelegte Schadstoffkonzentrationen, bei deren Überschreitung bestimmte Maßnahmen nach § 40 Abs. 2 Satz 1 des BImSchG zu prüfen sind. Die Konzentrationswerte sind festgelegt für Stickstoffdioxid, Ruß und Benzol.

Lit.: 23. BImSchV vom 16. Dez. 1996

Kumulationskoeffizient, K_{cum}

Der Kumulationskoeffizient dient der Abschätzung der oralen Gefährlichkeit chemischer Substanzen hinsichtlich ihres kumulativen Verhaltens. Verabfolgt man eine Substanz wiederholt in Dosen (oder Konzentrationen), die z.B. Bruchteile der LD_{50} (oder LC_{50}) bei einmaliger Gabe darstellen, dann tritt in Abhängigkeit von der Dauer der Applikation und der Höhe der Dosis der Tod (oder im Fall der effektiven Dosis/ Konzentration ED_{50} / EC_{50}) oder ein anderer verabreiteter Effekt ein.

$$K_{cum} = \frac{LD_{50} (1)}{LD_{50} (n)}$$

oder je nach Konvention

$$K_{\text{cum}} = \frac{\text{LD}_{50} (n)}{\text{LD}_{50} (1)}$$

Lit.: Schmidt, P.: Ermittlung und Klassifikation der Gefährlichkeit chemischer Substanzen
Z. ges. Hygiene 1977, 23 (5), 269- 273

Kurzzeitinhalationswerte (Short- Term Inhalation Limits) → STEL

KWIV

Der Koeffizient der Wahrscheinlichkeit einer inhalativen Vergiftung ist der Quotient aus maximal erreichbarer Konzentration eines Schadstoffes in der Luft bei 20 °C zur mittleren letalen Konzentration der Substanz für Mäuse (Ratten).

$$\text{KWIV} = \frac{C_{\text{max}}}{\text{LC}_{50}}$$

Der KWIV diente in der sowjetischen Industrietoxikologie zur Klassifizierung der Gefährlichkeit chemischer Substanzen; er ist dem → **Hazard-Index** vergleichbar.

LC₅₀ - Wert (engl. Abk. für Lethal Concentration fifty)

mittlere letale Konzentration, bei der unter standardisierten Versuchsbedingungen 50% der Versuchstiere nach inhalativer Applikation eines Giftes oder Schadstoffes sterben. Die Angabe erfolgt in mg/ l, mg(g)/ m³ oder in ppm. Neben Tierart und -geschlecht muß unbedingt die Expositionsdauer angegeben werden. Sie beträgt z.B. für Mäuse 2 h , für Ratten 4 h . LC₅₀- Werte gehören zu den Toxizitätswerten, die zur Klassifikation der Giftigkeit von Substanzen herangezogen werden, sind allerdings- wie auch die LD₅₀-Werte- keine Stoffkonstanten, sondern haben biologisch bedingte Schwankungsbreiten. Bei der Toxizitätsbestimmung von Schadstoffen gegenüber aquatischen Lebewesen erfolgt die Angabe der mittleren letalen Dosis nur als LC₅₀ - Wert, da zwischen oraler und inhalativer Aufnahme nicht unterschieden werden kann.
(Angabe in mg/kg KG)

LD₅₀ - Wert (engl. Abk. für Lethal Dose fifty)

mittlere letale Dosis, bei der unter standardisierten Versuchsbedingungen 50% der Versuchstiere nach Gabe eines Giftes oder Schadstoffes sterben. Es sind die Applikationsart (oral, dermal, intravenös u.a.), Tierart und -geschlecht sowie die Zeitdauer der Applikation anzugeben. LD₅₀- Werte gehören zu den Toxizitätswerten, die der Klassifizierung der Giftigkeit und damit dem Vergleich von Substanzen aus toxikologischer Sicht dienen, sie sind jedoch keine Konstanten, sondern haben biologisch bedingte Schwankungsbreiten. Die Angabe erfolgt in mg/ kg KG, seltener in ppm.

Letale Dosis

Die letale (tödliche) Dosis gibt die Menge eines Giftes oder Kampfstoffes an, die nach ihrer Aufnahme in den Organismus zu einer tödlichen Vergiftung führt. Die Angaben der letalen Dosis erfolgt in mg je kg Körpermasse (mgkg⁻¹). Da die letale Dosis schwierig zu ermitteln ist, gibt man der mittleren letalen Dosis, bei der 50% der Versuchstiere sterben, den Vorzug. Sie wird als LD₅₀ bezeichnet, auch als LD-50-Wert oder LD50-Wert. Die absolute tödliche Dosis wird als LD-Wert oder LD100 bezeichnet. Die Verwendung dieses Begriffes ist verhältnismäßig selten.

Für den Menschen sind die letalen Dosen von einer Reihe chemischer Stoffe bekannt. Sie werden meist nur als LD-Werte geführt.

Der Begriff "Dosis" im Störfall ist zu modifizieren. Hier können kurzfristig hohe Dosen wirken, die im allgemeinen verhältnismäßig schnell wieder absinken. Sie werden am besten durch ein Integral oder durch die Wirkungsprodukte beschrieben.

-->AEGL, DTL, Tödlichkeitsprodukt

Letale Konzentration

Durch die letalen Konzentrationen werden Gifte, aber auch Kampfstoffe, charakterisiert, die durch Inhalation in den Organismus gelangen wie Gase, Dämpfe, Stäube, Rauche, Nebel. Man bezeichnet als letale Konzentration diejenige Konzentration eines Gases, Dampfes oder Aerosols in der Luft, deren Einwirkung auf den Organismus zur tödlichen Vergiftung führt. Die Konzentrationsangabe erfolgt in mgm⁻³. Dabei ist auch immer die Einwirkungszeit anzugeben.

--> Tödlichkeitsprodukt

LOAEL → NOEL

LOC-Wert, Level of Concern

Besorgniswert

ist die Grenzkonzentration einer extrem gefährlichen Substanz (EHS: extremely hazardous substance) in der Luft, oberhalb der mit irreversiblen Gesundheitsschäden oder mit dem Tod auch bei kurzzeitiger Exposition zu rechnen ist. Erarbeitet von der US-Umwelt-schutzbehörde (EPA), bezieht sich dieser Wert nicht mehr auf die Beschäftigten in der Anlage. Der LOC-Wert wurde für ausgewählte Substanzen, sogenannte EHSs (extremely

hazardous substances), auf 1/10 des NIOSH-IDLH-Wertes bzw. des aus Tiertoxizitätsdaten approximierten IDLH-Wertes festgelegt.

Dabei existiert für etwa ¼ der EHSs ein IDLH-Wert. Für Substanzen ohne IDLH-Wert wurde ein sogenannter „estimated IDLH“ (geschätzter IDLH-Wert) aus akuten Tiertoxizitätsdaten bestimmt:

- 1) estimated IDLH = $LC_{50} \times 0,1$
- 2) estimated IDLH = LCL_0
- 3) estimated IDLH = $LC_{50} \times 0,01$
- 4) estimated IDLH = $LCL_0 \times 0,1$

Inhalative Werte wurden, falls vorhanden, gegenüber anderen Daten bevorzugt verwendet und mittlere letale Werte erhielten den Vorrang vor anderen Daten. Anzahl der Stoffe: 402.

EPA-LOC: 0,1 des NIOSH-IDLH

Lit. Chemical Emergency Preparedness Program
Site Specific Technical Guidance for Hazards Analysis
Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances
EPA, 1987

LQL: Luftqualitätsleitlinien (WHO)

Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wurde für einige wichtige Gefahrstoffe Luftqualitätsleitlinien (LQL) für Innenräume und für die Außenluft festgelegt. Die Luftqualitätsleitlinien basieren auf den gleichen toxikologischen Erkenntnissen auf denen auch die Beurteilung der arbeitshygienischen Werte beruht und die damit zur Ableitung von MAK-Werten herangezogen werden.

Dabei wurden zum Schutz empfindlicher Bevölkerungsgruppen (Risikogruppen) und unter Beachtung der längeren Aufenthaltsdauer in der Zeit außerhalb der Arbeitswelt Sicherheitsfaktoren eingebracht. In dem System der LQL werden Leitwerte für toxische Verunreinigungen, Leitwerte für geruchsintensive Verunreinigungen, Wahrnehmungs- und Erkennungsschwellen(werte), Leitwerte zum Schutz der Vegetation und Risikowerte für krebserzeugende Verunreinigungen ausgewiesen. Dabei wird die Empfehlung gegeben, die bisher aufgestellten Leitwerte nur in Verbindung mit den vorliegenden wissenschaftlichen Begründungen anzuwenden.

Lit.: World Health Organisation, Regional Office for Europe Copenhagen:
Air Quality Guidelines for Europe, 1987

Lt₅₀: Letalzeit

Ein tierexperimentell ermittelter Wert zum Vergleich der Gefährlichkeit von Substanzen. Die Lt₅₀ gibt den Zeitraum an von der Verabreichung einer für alle Tiere tödlichen Schadstoffmenge und dem Eintritt des Todes bei 50% der behandelten Individuen. Die Substanzen sind umso gefährlicher, je kleiner die Lt₅₀-Werte ausfallen.

Luftgrenzwerte

Oberbegriff für Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz; → **MAK-Werte** und → **TRK-Werte** gem. TRGS 900. Luftgrenzwerte werden festgelegt für Gase, Dämpfe und Schwebstoffe (Stäube, Rauche, Nebel).

MAC: Maximum Allowable Concentration

Maximal erträgliche oder zumutbare Höchstkonzentration von Arbeitsstoffen am Arbeitsplatz bei 8-stündiger täglicher Arbeit.

In den USA wurden die ersten derartigen Schwellenkonzentrationen 1939 von der American Standard Association herausgegeben und als "MAC" bezeichnet. Sie sind die Vorläufer der Threshold Limit Values (TLV), die 1947 von der American Conference of Governmental Industrial Hygienist für 112 Gase und Dämpfe, für 27 Staub-, Rauch- und Nebel- sowie für 13 Mineralstaubarten zusammengestellt wurden.

Für Deutschland wurden die "MAC" von Oettel in "MAK" umbenannt. Durch den Begriff "Maximale Arbeitsplatzkonzentration" sollte zum Ausdruck gebracht werden, daß es sich nicht um erlaubte Schadstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz handelt, sondern um solche, die am Arbeitsplatz möglichst nicht überschritten werden sollen, weil die Überschreitungen zu Belästigungen oder zu Gesundheitsschädigungen führen können.

Lit.: Hofmann, H.Th.: Zur Problematik "unschädlicher" Grenzkonzentrationen von Arbeitsstoffen
Öffentl. Gesundheitswesen 34 (1972), 241- 254

MAK-Werte: Maximale Arbeitsplatzkonzentration (BRD)

Der MAK-Wert ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich 8-stündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden (in Vierschichtbetrieben 42 Stunden je Woche im Durchschnitt von vier aufeinanderfolgenden Wochen) im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt. In der Regel wird der MAK-Wert als Durchschnittswert über Zeiträume bis zu einem Arbeitstag oder einer Arbeitsschicht integriert. Bei der Aufstellung von MAK-Werten sind in erster Linie die Wirkungscharakteristika der Stoffe berücksichtigt, daneben aber auch - soweit möglich - praktische Gegebenheiten der Arbeitsprozesse bzw. der durch diese bestimmten Expositionsmuster. Maßgebend sind dabei wissenschaftlich fundierte Kriterien des Gesundheitsschutzes, nicht die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Realisierung in der Praxis.

Man unterscheidet:

Gesundheitsbasierte MAK- Werte: aufgestellt von der MAK Kommission, nach Überprüfung durch den "Beraterkreis Toxikologie" des AGS auf Plausibilität und nach AGS-Beschluß Aufnahme in das Regelwerk (TRGS 900).

Technisch basierte MAK-Werte: aufgestellt in der Regel durch UA 5 des AGS; nach Überprüfung durch den "Beraterkreis Toxikologie" des AGS auf Plausibilität und nach AGS-Beschluß Aufnahme in das Regelwerk (TRGS 900).

Spitzenbegrenzung

Für die Begrenzung der Exposition am Arbeitsplatz nach oben wurden Kurzzeitwertregelungen getroffen. Dabei ist in jedem Falle der 8-Stunden-Mittelwert einzuhalten. Es gelten die Regelungen nach Tabelle 2.

Tabelle 2: Spitzenbegrenzung für Stoffe mit TRK- und MAK-Wert

Kategorie	Kurzzeit- werthöhe	Kurzzeit- wertdauer	Häufigkeit pro Schicht
I lokal reizende Stoffe	2 x MAK	5 min (Momentanwert)	8
II resorptiv wirksame Stoffe Wirkungseintritt innerhalb 2 h			
II,1: Halbwertszeit < 2h	2 x MAK	30 min., Mittelwert	4
II,2: Halbwertszeit 2h bis Schichtlänge	5 x MAK	30 min., Mittelwert	2
III resorptiv wirksame Stoffe Wirkungseintritt > 2h Halbwertszeit > Schichtlänge (stark kumulierend)	10 x MAK	30 min., Mittelwert	1
IV sehr schwaches Wirkungspotential MAK > 500 ml/m ³	2 x MAK	60 min., Momentanwert	3
V geruchsintensive Stoffe	2 x MAK	10 min., Momentanwert	4
VI Stoffe mit TRK - Wert	5 x TRK	15 min., Mittelwert	5

Der Momentanwert ist ein Wert, der von der Konzentration zu keiner Zeit überschritten werden darf. Er ist damit eine Zielvorgabe für eine technische Gestaltung des Arbeitsplatzes, die analytische Überprüfung kann über den Mittelwert geschehen.

Halbwertszeit= Zeitdauer, bis eine zur Zeit bestehende Konzentration auf die Hälfte abgesunken ist.

MAK-Wert (DDR)

Die Definition des MAK-Wertes der DDR orientierte sich am sowjetischen MAK-Wert (PDK). Die DDR- MAK-Werte wurden veröffentlicht im DDR- Standard TGL 32600/01 und TGL 32610:

"Maximal zulässige Konzentrationen gesundheitsgefährdender Stoffe in der Luft der Atemzone".

Die MAK-Werte wurden konzipiert als Dauergrenzwerte (Durchschnittswerte über eine Arbeitsschicht von $8,75 \pm 0,75$ h = MAK_D) und als Kurzzeitwert (über einen Zeitraum von 30 Minuten = MAK_K).

Zur Begrenzung von Konzentrationsspitzen war ein Momentwert in Höhe des dreifachen MAK_K -Wertes festgelegt worden. Er löste die früher übliche Bezeichnung der zulässigen Spitzenkonzentration (ZSK- Wert) ab.

Den MAK-Werten wurden Gefährlichkeitsklassen zugeordnet:

Gefährlichkeitsklasse 1 - außerordentlich gefährlich

Gefährlichkeitsklasse 2 - sehr gefährlich

Gefährlichkeitsklasse 3 - mäßig gefährlich

Gefährlichkeitsklasse 4 - wenig gefährlich

Krebserzeugende, allergene und hautgängige Stoffe wurden durch entsprechende Indices kenntlich gemacht.

MEK-Werte

MEK-Werte kennzeichnen maximale Emissionen von Gasen (Dämpfen) oder Schwebstoffen, die Schornsteine oder andere Emissionsquellen verlassen dürfen. Es gibt keine allgemeingültigen MEK-Werte, sondern sie werden in Abhängigkeit von den sie beeinflussenden Faktoren für bestimmte Gebiete nach hygienischen und wirtschaftlichen Erfordernissen so festgelegt, daß die geltenden MIK-Werte nicht überschritten werden.

MEAL → NOEL

MEL: Abk. für Maximum Exposure Limit,

maximaler Expositionsgrenzwert (am Arbeitsplatz), umgangssprachliche (nicht offizielle) Abkürzung für Arbeitsplatzgrenzwert.

Der MEL hat die Bedeutung des → TLV, gelegentlich auch des → PEL, er wird umgangssprachlich auch verwendet in kombinierten Abkürzungen wie MEL - TWA, dies entspricht dann dem TLV Durchschnittswert: MEL - TWA = TLV - TWA.

MEL ist keine offizielle Bezeichnung; die Abk. MEL in der Bedeutung TLV resultiert meist aus Übersetzungen, häufig aus dem osteuropäischen Sprachraum in die englische Sprache.

MIK-Werte: Maximale Immissionskonzentration, auch MI-Werte genannt

Diese Werte werden von der VDI- Kommission "Reinhaltung der Luft" aufgestellt und in den VDI- Richtlinien (2309 + 2310) veröffentlicht. Sie bezeichnen diejenigen Konzentrationen, Dosen (bei Staubbiederschlägen Immissionsraten) an luftverunreinigenden Stoffen in bodennahen Schichten der freien Atmosphäre, die nach derzeitigem Erkenntnisstand im allgemeinen für Mensch, Tier, Pflanze und Sachgüter bei Einwirkung von bestimmter Dauer und Häufigkeit als unbedenklich anzusehen sind.

Erarbeitet werden MIK-Werte für dauernde (MIK_D) und kurzzeitige (MIK_K) Einwirkung. So darf der Grenzwert für Dauereinwirkung (MIK_D) nach dem derzeitigen Stand der Kenntnis bis zur Höhe des Grenzwertes für kurzfristige Einwirkung (MIK_K) innerhalb von vier Stunden für 30 Minuten überschritten werden.

Lit.: VDI-Richtlinie 2310 Zielsetzung und Bedeutung der Richtlinien "Maximale Immissionswerte"

VDI-Richtlinie 2309 Maximale Immissionskonzentrationen "Organische Verbindungen"

MIK-Werte (DDR)

Sie wurden festgelegt gemäß Dritter Durchführungsbestimmung zur Fünften Durchführungsverordnung zum Landeskultugesetz der DDR (Reinhaltung der Luft).

MIK_K- Werte begrenzen Schadstoffkonzentrationen für den Einwirkungszeitraum von 30 min. (Kurzzeitwert). Bei Einhaltung der MIK_K- Werte werden akute Reaktionen des menschlichen Organismus gegenüber Luftverunreinigungen weitestgehend verhindert.

MIK_D-Werte begrenzen Schadstoffkonzentrationen bei dauernder Einwirkung (Dauerwert). Bei Einhaltung des MIK_D- Werte werden chronische Reaktionen des menschlichen Organismus gegenüber Luftverunreinigungen weitestgehend verhindert.

Der MIK_{NK}- Wert ist der Grenzwert des Staubniederschlages (Sedimentationsstaub) für die Dauer eines Monats (30 Tage).

Der MIK_{ND}- Wert ist der Grenzwert des Staubniederschlages bei dauernder Einwirkung (Dauerwert).

Für Gerüche, deren Komponenten unbekannt, nicht zu ermitteln oder gegenwärtig in ihren Konzentrationen nicht meßbar sind, wird die Belastung auf der Grundlage der Art, Intensität und Häufigkeit des Auftretens begrenzt.

TIB-Werte: Technische Immissionsbegrenzungswerte (DDR) für kanzerogene Stoffe (für die MIK-Werte nicht festgelegt werden können)

Sie waren wie folgt definiert:

Für Schadstoffe mit kanzerogener Wirkung, für die gegenwärtig nach dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand MIK-Werte nicht festgelegt werden können, werden zur weitgehenden Risikoeinschränkung Werte der technischen Immissionsbegrenzung (TIB- Werte) auf der Grundlage technisch- progressiver Lösungen festgelegt.

TIB- Werte sind hinsichtlich der Emissionsbegrenzung wie MIK- Werte anzuwenden.

MOK- Werte: Maximale Organ- Konzentrationen (an Fremdstoffen oder Metaboliten), deren Überschreitung bzw. Änderung Gesundheitsgefahren anzeigt und einige Rückschlüsse auf die vorherige Einwirkung gesundheitsgefährlicher Arbeitsstoffe erlaubt. Sie sind als Vorläufer der heutigen BAT-Werte zu verstehen. Die Konzentrationsangabe in Körperflüssigkeiten und Geweben erfolgte in mg/l, in ppm oder in %. Im Fall der organischen Phosphorsäureester wurde die Cholinesterase gemessen, im Fall von Benzol das organische Gesamtsulfat.

Neben dem MOK- Wert wurde der jeweilige Normalwert (normaler Grenzwert) angegeben, der in einigen Fällen den Wert Null hatte.

Es existierten MOK- Werte für 33 Stoffe.

Lit.: (keine Originalliteratur, zitiert nach Auer-Technikum, 1967, dort Angabe: nach Elkins, ohne Literaturzitat).

MPC: engl. Abk. für Maximum Permissible Concentration
maximaler Expositionsgrenzwert (am Arbeitsplatz)

Die Abkürzung folgt häufig aus Übersetzungen aus dem osteuropäischen Sprachraum in die englische Sprache für Arbeitsplatzgrenzwert bzw. → **TLV**.

MRK: Maximale Raumluftkonzentration

Das (frühere) Bundesgesundheitsamt hat für einige Stoffe maximale Raumlufkonzentrationen für Innenräume festgelegt. Diese Werte sind Empfehlungen für Wohnungen, öffentliche Gebäude und für Arbeitsplätze ohne Gefahrstoffumgang, z.B. Büroarbeitsplätze.

Beispiele:

Formaldehyd : 0,1 ml/m³

Pentachlorphenol : 0,1 ug/m³

Tetrachlorethylen : 0,1 ml/m³ (Bezugszeit: 7 Tage)
(Perchlorethylen)

Lit.: Bekanntmachung des Bundesgesundheitsamtes: Bewertung der Luftqualität in
Innenräumen
Bundesgesundheitsblatt 3 (1993), 117

MUK -Werte: Maximale Unfallkonzentrationen

---> EEL-Werte

MUK- Werte: Maximale Umweltkonzentrationen

sind diejenigen höchstzulässigen Konzentrationen von Umweltschadstoffen, bei deren Einhaltung (bzw. Nichtüberschreitung) die Beschaffenheit des Naturhaushaltes, von Wasser, Boden, Luft, Klima, Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen und die Gesundheit des Menschen sofort oder später, vorübergehend oder bleibend, nicht beeinträchtigt wird.

Die Überschreitung derartiger Grenzwerte erfordert besondere Schutzmaßnahmen gegenüber den Schutzgütern und Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, die unzulässig hohen Konzentrationen abzusenken.

Als Beispiel wäre die Grenzwertsetzung für Ozon zu sehen.

NEL (früher n.e.l.): no effect level, heute ersetzt durch → **NOAEL** bzw. dem → **NOEL**

NOEL : no observed effect level

bezeichnet diejenige höchste Dosis oder Konzentration (NOEC) eines chemischen Schadstoffes, bei der in einem Organismus keine Abweichung von der biologischen Norm (im Stoffwechsel, im Verhalten...) festgestellt werden kann.

Es ist die maximale nicht wirksame Dosis.

Da der Begriff NOEL keine Wertung trifft, sondern nur aussagt, daß bei der betrachteten Dosis/ Konzentration kein Effekt (oder keine Wirkung) erzielt wird und man vermeiden wollte, daß nebensächliche Effekte erfaßt werden, wurde eine Spezifizierung auf schädigende/schädliche Effekte vorgenommen.

Man hat sich wieder der englischen Begriffsbildung bedient und bezeichnet derartige Effekte als adverse Effekte. Die zunächst verwendete Bezeichnung NAL für no-adverse-effect level hat sich nicht durchgesetzt, man verwendet statt dessen die Abkürzung: NOAEL oder NOAEC.

Der **NOAEL/NOAEC** (no- observed- adverse effect level/ concentration) gibt die maximale Dosis oder Konzentration eines schädlichen chemischen Stoffes/ Gefahrstoffes an, bei der gerade noch kein schädlicher Effekt beobachtet werden kann.

Der **MEAL** (minimal-adverse effect level) als diejenige Dosis oder Konzentration, bei der gerade ein geringer schädlicher Effekt zu beobachten ist, hat sich ebenfalls nicht durchgesetzt. Er ist durch den Begriff

LOAEL (lowest observed adverse effect level) ersetzt worden, der die niedrigste Dosis/Konzentration angibt, bei der gerade ein schädigender Effekt zu beobachten ist.

Die Begriffe **NOAEL/LOAEL** oder **NOAEC/LOAEC** bezeichnen Schwellenwerte der Schadwirkung, entweder als maximale Dosis, bei der gerade noch kein Effekt beobachtet werden kann oder als minimale Dosis, bei der gerade ein Effekt beobachtet wird. Daraus folgt, daß der LOAEL nur gering über dem NOAEL liegen wird. Man geht davon aus, daß der LOAEL nicht größer sein kann als das 2-4 fache des NOAEL.

Verglichen werden können natürlich nur Werte, die unter gleichen Bedingungen erhalten werden. So kann zur Charakterisierung der experimentellen Arbeiten noch der Zusatz folgen:

NOAEL-ST (short time, Kurzzeitexperiment) entsprechend

NOAEL-LT (long time, Langzeitexperiment).

Der akute oder der chronische Versuch können auch durch entsprechende Indices kenntlich gemacht werden.

Unter adversen (schädlichen) Effekten werden verstanden:

- gravierende Körpergewichtsreduktion,
- enzymatische Veränderungen, falls diese indikativ für pathologische Prozesse sind
- Verhaltensveränderungen und neurophysiologisch erfaßbare Abweichungen.

Lit.: Zielhuis, R.L. und F.W. van der Kreek

"The Use of a Safety Factor in Setting Health Based Permissible Levels for Occupational Exposure"

Int. Arch. Occup. Environ. Health 42, 191-201, 1979

Forschungsbericht 102 03 443/01 ,UBA- Texte Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten

Erich Schmitt Verlag

ODP- Wert: Ozone Depletion Potential

Maß für die ozonschädigende Wirksamkeit von Spurengasen, der ODP-Wert gibt an, um ein Wievielfaches stärker als FCKW 11 (Trichlorfluormethan, CCl₃F) ein Spurengas zum Abbau der Ozonschicht beiträgt.

Literatur: zitiert nach :Heintz, A. und G.A. Reinhardt
Chemie und Umwelt, 3. Auflage, Vieweg-Verlag
Braunschweig 1993

OEL-Werte: Occupational Exposure Limit

Oberbegriff für berufliche Expositionsgrenzwerte wie **TLV**, **MAK**, **PDK** oder **OES**.

"OEL- CL": "Occupational exposure limit- control limit"
es handelt sich hierbei um Grenzwerte, bei deren Einhaltung ein gewisses Restrisiko nicht auszuschließen ist. Sie werden daher in Abständen revidiert.

"OEL- RL": "Occupational exposure limit- recommended limit"
bei Einhaltung dieser Werte gibt es (bisher) keinen Hinweis auf ein gesundheitliches Risiko.

Für die gleiche Substanz gibt es sowohl OEL-CL als auch OEL- RL- Werte, hier spielen sozio-ökonomische Faktoren eine Rolle, die eine alleinige Anwendung der OEL-RL nicht erlauben.

OEL- Werte werden als TWA-OEL (im allgemeinen für 8 Stunden) und als Short- term- Wert (im allgemeinen für 15 min.) begründet. Für Vinylchlorid gilt ein Durchschnittswert gemittelt über ein Jahr, für Asbest und Blei gelten gesonderte Vorschriften.

Lit.: Republic of South Africa
Government Gazette, Regulation Gazette No 5549
Vol. 362, 25. August 1995, Nr. 16596
Occupational Health and Safety Act, 1993 (Act No 85)

Department of Labour No R 1179,
25. August 1995

OES: Occupational Exposure Standard

Maximale Arbeitsplatzkonzentration gewöhnlich als OES-HSE (UK) bezeichnet,

bedeutet: MAK-Wert, der von der Health and Safety Executive des Vereinigten Königreichs von Großbritannien festgesetzt ist. Der OES kann als Durchschnittswert oder als Kurzzeitwert konzipiert sein.

---> TLV

OGEN: Orientierendes gefährdungsfreies Einwirkungsniveau

Das orientierende gefährdungsfreie Einwirkungs-niveau ist ein zeitlich befristeter sanitärer Standard (bis zu zwei Jahren), der für die der Projektierung vorangehenden Periode bestimmt ist und auf der Grundlage von Berechnungen anhand physikalisch- chemischer Eigenschaften mittels Inter- und Extrapolation in Reihen strukturell nahestehender Verbindungen und nach Parametern der akuten Gefährlichkeit festgelegt wird.

Nach Ablauf der Gültigkeitsfrist der OGEN sollen diese überprüft oder durch PDK-Werte ersetzt werden, die die akkumulierten Daten über die Relationen zwischen Gesundheitszustand der Arbeiter und Arbeitsbedingungen berücksichtigen.

OGEN dürfen nicht bei der Projektierung von Produktionsstätten angewandt werden.

(Material, Jerewan- UdSSR)

Orientierungswert

sind rechtlich nicht verbindliche Werte für Schadstoffe oder Schadstoffgruppen in Umweltmedien, bei deren Überschreitung weder rechtliche noch ökonomische Konsequenzen zu ziehen sind. Sie stellen als Vergleichsmaßstab eine Hilfe bei der Beurteilung eines Verunreinigungsgrades, einer Belastung oder einer Sanierungsschwelle mit Bezug auf Schutzgüter und Nutzungsarten dar.

OSHA PEL → PEL

OSHA PEL-STEL → PEL

OSHA PEL-TWA → PEL

PDK-Werte: predelno dopustimaja koncentracija (UdSSR)
 übersetzt: zulässige Höchstkonzentration, meist als maximal zulässige
 Konzentration oder auch als Grenzkonzentration bezeichnet

Definition nach GOST 12.0.003-74

Maximal zulässige Konzentration gesundheitsgefährdender Stoffe in der Luft der Arbeitszone (MAK):

Konzentrationen, die bei täglicher Arbeit (außer Urlaub, Sonn- und Feiertage) im Laufe von 8 Stunden oder anderer Dauer, aber nicht mehr als 41 Stunden in der Woche, im Laufe eines ganzen Berufslebens keine mit modernen Untersuchungsmethoden nachweisbaren Erkrankungen oder Veränderungen im Gesundheitszustand während der Arbeit oder in späteren Lebensabschnitten der heutigen und folgenden Generationen hervorrufen können. Bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer Schadstoffe mit gleichgerichteter Wirkung in der Luft der Atemzone darf die Summe der Quotienten aus aktuell in der Raumluft vorhandenen Konzentrationen (C_1, C_2, C_3, \dots) und entsprechenden PDK ($PDK_1, PDK_2, PDK_3, \dots$) den Wert 1 nicht übersteigen:

$$\frac{C_1}{PDK_1} + \frac{C_2}{PDK_2} + \frac{C_n}{PDK_n} \leq 1$$

Bei gleichzeitigen Auftreten mehrerer Schadstoffe in der Luft der Atemzone, die nicht über eine gleichgerichtete Wirkung verfügen, werden die PDK einzeln betrachtet wie auch bei isolierter Einwirkung. Hervorzuheben ist, daß die PDK-Werte, von wenigen Ausnahmen abgesehen, Kurzzeitwerte sind, d.h. Höchstwerte, die nicht überschritten werden dürfen.

Arbeitszone:

Raum von einer Höhe bis zu 2 m über dem Niveau des Fußbodens oder der Fläche, auf der sich die zeitweiligen oder ständigen Aufenthaltsorte der Werkstätige befinden.

Atemzone:

Raum im Umkreis von 50 cm vom Gesicht des Arbeitenden.

Lit.: GOST 12.1.005-76, Gruppe T 58 Verbindlichkeitstermin 1.1.1977
 (Die Nichteinhaltung dieses Standards wird gesetzlich verfolgt)

PEL-Werte: Permissible Exposure Level

In den USA werden die Grenzwerte - Threshold limit values, TLV - von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists ACGIH ausgearbeitet und dann später durch die offizielle Occupational Safety and Health Administration (OSHA), die dem Arbeitsministerium untersteht, als offizielle Grenzwerte (PEL) veröffentlicht.

Um ihre Herkunft deutlich zu machen, werden die PEL auch als OSHA PEL bezeichnet. Der OSHA PEL-TWA ist bezogen auf eine Expositionszeit von 8 Stunden pro Tag und 40 Stunden pro Woche, der OSHA PEL- STEL ist bezogen auf eine Expositionszeit nicht über 15 Minuten pro Tag und 40 Stunden pro Woche.

„PEL“ : Public Emergency Level
(ähnlich den SPEL und SPEGL)

---> **EEGL**

Notfallkonzentrationsleitwerte für die Allgemeinheit (Öffentlichkeit). Die Werte basieren auf der Vorstellung, daß den Arbeitnehmern in der Produktion in der Regel höhere Konzentrationen zugemutet werden können als der allgemeinen Bevölkerung, daß aber aufgrund der kurzzeitigen und in der Regel einmaligen Belastung eine erhebliche Überschreitung der TLV Werte zulässig ist. Daher wurde vorgeschlagen, daß für den Störfall/Notfall "PEL" für Normalpersonen auf drei TLV und für Rettungsmannschaften kurzzeitig auf 15 TLV festzusetzen sind.

Auf der Basis derartiger Werte wurden einfache Ausbreitungsrechnungen vorgenommen aus denen Abstände aus einer Emissionsquelle und dem Wohngebiet bzw. der Evakuierungsgrenze unter Berücksichtigung der Temperatur, der Luftbewegung und dem Dampfdruck des betrachteten Stoffes abgeleitet.

Lit.: Amooore, J.E. and E. Hautala:

"Odor as an Aid to Chemical Safety"
J. Appl. Toxicol. 3 (1983), 272

Thompson, E.S.:

"Evacuation distances for spills of hazardous chemicals"
Hazard Mater. Spills Conf. Proc. Prev. Behav.,
Control Champ Spills Waste Siter, Nashnitte,
USA, 1984, 315 ff.

zitiert nach:

Heberer, H.: " Zur Begr• ndung der Havariegrenzwerte"
Interner Forschungsbericht des Ministeriums für Gesundheitswesen der DDR (AHZ,
17.03.1987)

PIEL-Werte: Permissible Internal Exposure Levels

PIEL-Werte sind konzerninterne Höchstkonzentrationen von Schadstoffen am Arbeitsplatz, für die noch keine TLV- Werte, festgelegt wurden. Die PIEL entsprechen im wesentlichen den TLV-Werten. Sie wurden erarbeitet von der Ciba- Geigy durch eine konzerninterne Arbeitsgruppe. Es werden für jedes Erzeugnis , das konzernintern verwendet wird, Art und Ausmaß der Toxizität bestimmt, die Menge, die Zahl der Exponierten, die Zahl der Anlagen und Verfahren, in denen mit dem Erzeugnis umgegangen wird, ferner werden Raumlufmessungen und arbeitshygienische bzw.-medizinische Untersuchungen zu jedem dieser Stoffe durchgeführt. Die konzerninternen Arbeitsplatzkonzentrationen werden dann von dem betriebsinternen Team festgelegt. Die PIEL entsprechen etwa den deutschen ARW- Werten.

Lit.: nach: A Comprehensive approach to occupational safety and health
 Gelburd, R.M.: Chemical Engineering 11, 1977
 (lag nur als Übersetzung vor)

PNOC: engl. Abk. für particulates, not otherwise classified;

Bezeichnung für inerten, belästigenden Staub.

**POC: engl Abk. für Purgeable Organic Compound
 → VOC**

POP: engl. Abkürzung für Persistent Organic Pollutants

Oberbegriff für persistente Stoffe. Einheitliche Kriterien für die Charakterisierung dieser Stoffe gibt es noch nicht.

PTI - Werte: Potentieller Toxizitäts-Index

Dieser Wert ist störfallorientiert, er basiert auf ähnlichen Überlegungen, die zum ---> **VHI-Wert** geführt haben. In das Konzept ist aber nicht allein die Gefährlichkeit (charakterisiert durch den Dampfdruck und damit durch die Flüchtigkeit) bei Normaltemperatur einbezogen, sondern auch die Gefährlichkeit bei Erreichung des Siedepunktes der Substanz.

$$\text{PTI} = \frac{\text{Dampfdruck (Siedepunkt)} - \text{Dampfdruck (bei 20 °C)}}{\text{MAK- Wert}}$$

MAK- Wert in ppm
 Dampfdruck in mbar
 Dampfdruck bei Siedepunkt: 1013 mbar

Durch die Differenzbildung der Dampfdrücke wird auf versteckte Gefahrenpotentiale aufmerksam gemacht, die bei vergleichender Betrachtung von Substanzen bei Normaltemperatur nicht deutlich werden.

Große PTI-Werte - unabhängig davon, ob sie positive oder negative Vorzeichen haben - weisen auf große Gefahrenpotentiale am Siedepunkt, der bei Bränden oder exothermen Reaktionen durchaus erreicht werden kann, hin. Negative PTI-Werte treten bei Stoffen auf, die bei Raumtemperatur gasförmig sind.

Auch bei den PTI-Werten, ähnlich wie bei den VHI- oder ACI-Werten wird das zu bestimmende Gefahrenpotential mit dem MAK-Wert verknüpft. Die Begründung für die Heranziehung des MAK-Wertes wird darin gesehen, daß Stoffe mit kleinem MAK-Wert mit einem größerem Risiko behaftet sind als Stoffe mit einem größerem MAK-Wert. Auf den LC₅₀- Wert wird bewußt verzichtet, weil dem Praktiker der MAK-Wert besser bekannt und geläufiger ist als der LC₅₀- Wert.

Lit.: Bützer; P.: "Umgang mit toxischen Stoffen- Erfahrungen und Gefahrenpotential"
 Ein störfallorientierter Index für Stoffe im gasförmigen Zustand
 Swiss. Chem. 7, (9), 1985, 25-27

Pitt, M. J.: "A vapour hazard index for volatile chemicals"
 Chemistry and Industry, 1982, 804 ff

RD₅₀: Respiratory Dose

Die Dosis kennzeichnet diejenige Konzentration eines flüchtigen Stoffes, dessen Inhalation innerhalb von 10 Minuten zu 50% iger Senkung des Atemvolumens bei Mäusen führt, verlängerte Exposition beim RD₅₀- Wert ruft meist Lungenschäden hervor.

Der RD₅₀- Wert gibt vor allem Hinweise auf reizende Stoffe. Er spielt eine Rolle bei der experimentellen Ableitung von Spitzenkonzentrationen oder störfallorientierten Gefährdungsabschätzungen.

REL: Recommendation Exposure Limit

vom National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, USA)

entwickelte und periodisch revidierte Empfehlungen für Begrenzungen der Exposition für potentiell gefährliche Stoffe oder Bedingungen am Arbeitsplatz. Es werden auch Präventivmaßnahmen empfohlen, um schädigende Effekte für die Gesundheit zu eliminieren oder auszuschließen. Die REL werden dann publiziert und der OSHA (Occupational Safety and Health Administration) zugeleitet, die diese Empfehlungen letztlich in legale Standards (---> **PEL**) überführt.

Die REL des NIOSH werden in unterschiedlichen NIOSH- Publikationen veröffentlicht. Zu beachten ist, daß sich der NIOSH- TWA- Wert meist auf eine 10- stündige Exposition bezieht.

Die REL des NIOSH werden auch als NIOSH REL-STEL bzw. NIOSH REL-TWA bezeichnet.

Lit.: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances,
RTECS, Edited by Doris V. Sweet,
NIOSH, 1987

Richtwerte

sind Empfehlungen, die keinen Gesetzescharakter haben. Sie bilden lediglich eine Grundlage, an der sich der Gesetzgeber bei der Festsetzung von gesetzlichen Grenzwerten orientieren kann. Richtwerte oder Richtkonzentrationen dienen der Minimierung der Belastung durch Schadstoffe.

Sättigungskonzentration, Flüchtigkeit

Flüchtigkeit: Fähigkeit einer Substanz vom kondensierten (flüssigen) Zustand in die Gasphase überzugehen. Die Sättigungskonzentration ist ein Maß für die Flüchtigkeit.

Sättigungskonzentration C_S ist die Masse einer Substanz in g, die bei 20 °C und 101,3 kPa maximal in 1 m³ Luft verdampfen kann.

$$C_S = 0,41 \times M \times p \text{ (g/m}^3\text{)}$$

M = molare Masse der Substanz in Gramm

p = Dampfdruck der Substanz bei 20 °C in kPa

oder

$$C_S = 54,5 \times M \times p_{20} \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

bei Angabe von p in Torr.

Als Faustregeln gelten:

- in der Nähe der Raumtemperatur verdoppelt die Flüchtigkeit etwa ihren Wert bei einer Temperaturerhöhung von 10 °C
- bei einem Siedepunkt zwischen 230 und 300 °C entspricht einer Verminderung des Siedepunktes um 10 °C eine Verdopplung der Flüchtigkeit
- bei Siedepunkten unter 230 °C entspricht einer Verminderung des Siedepunktes um 10 °C einer Vergrößerung der Flüchtigkeit um das 1,5 bis 1,6-fache.

Die Flüchtigkeit trägt sehr entscheidend zur Gefährlichkeit von chemischen Stoffen bei. So ist das Risiko sich durch inhalative Aufnahme zu vergiften bei leichtflüchtigen Stoffen höher als bei schwerflüchtigen.

Schwelle der schädlichen Wirkung

einer Substanz (akut oder chronisch) ist eine solche minimale Konzentration (Dosis) derselben im Umweltbereich, bei deren Einwirkung auf den Organismus (unter konkreten Aufnahmebedingungen der Substanz und adäquatem Stichprobenumfang der Tiere) Veränderungen auftreten, die über die Grenzen der physiologischen Anpassungsreaktionen hinausgehen oder latent (zeitweilig kompensiert) pathologisch sind.

Die Schwelle der schädlichen Wirkung kann folgendermaßen charakterisiert werden:

- die Veränderungen unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$) von der Kontrolle und gehen über die Grenzen der physiologischen Schwankungen des Parameters für die entsprechenden Tierspezies und für die entsprechende Jahreszeit hinaus;
- im Vergleich zur Kontrolle liegen signifikante Veränderungen ($p < 0,05$) nicht vor, wenn z.B. latente Störungen des Gleichgewichtes mit dem äußeren Milieu zu beobachten sind (eingesenkte Adaptationsmöglichkeiten), die insbesondere mittels funktioneller und extremer Belastungen nachweisbar sind;
- die Veränderungen unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$) von der Kontrolle, liegen in den Grenzen der physiologischen Norm, sind aber stabil (im chronischen Tierversuch mehr als einen Monat).

Adaptation ist eine Anpassung des Organismus an die sich verändernden Bedingungen der Umwelt (insbesondere chemische), die ohne irgendwelche irreversiblen Störungen des gegebenen biologischen Systems und ohne Überschreitung seiner homöostatischen Fähigkeiten des Reagierens vonstatten geht, d.h. daß nach einer bestimmten Einwirkungsperiode die Reaktion auf die toxischen Substanzen (die gewöhnlich in niedrigen Konzentrationen vorliegen) vollständig und für immer verschwindet und nicht durch verschiedene funktionelle Belastungen oder umfangreiche zusätzliche Untersuchungen aufgedeckt werden kann.

Kompensation ist die Anpassung des Organismus an sich verändernde Umweltbedingungen (besonders chemische), verursacht durch das Auftreten von Stressreaktionen in biologischen Systemen, die die Grenzen der allgemeinen (homöostatischen) Möglichkeiten überschreiten. Kompensation ist eine temporär latente Pathologie, die mit der Zeit in Form deutlicher pathologischer Veränderungen erkennbar wird (Dekompensation).

Die Schwellendosen der schädlichen Wirkung dienen z. B. der Beurteilung der Gefährlichkeit chemischer Substanzen, der Beurteilung von Grenzwertüberschreitungen, und sie bilden die Grundlage für die Ableitung von Konzentrationsleitwerten im Störfall.

Schwellenkonzentrationen von Kampfstoffen

Die Schwellenkonzentration wird auch als Schwellwert bezeichnet. Es ist die Konzentration eines Kampfstoffes, die bei der Einwirkung auf den Teil des Organismus, auf den der Stoff hauptsächlich wirkt, einen eben merklichen Reiz oder ein typisches Symptom hervorruft. Bei Augenreizstoffen beginnt der Schwellwert beim Tränenfluß, bei Nasen- und Rachenreizstoffen wird ein Nies- oder Brechreiz verursacht.

Bei hautschädigenden Kampfstoffen kommt es bei Erreichung des Schwellwertes zur Hautrötung oder zu einem Juckreiz, ohne daß eine Schädigung der Haut auftritt. Bei den organischen Phosphorsäureestern ist der Schwellwert bei beginnender Pupillenverengung (Miosis) erreicht.

Schwellenwerte für Ozon → Immissionswerte

SLOT → DTL

SPEGL: Abk. für Short- term public emergency guidance level

→ EEGL

SPEL: engl. Abk. für Short- term public emergency limit

→ EEGL

STIL: engl. Abk. für Short Term Inhalation Limits

Kurzzeitinhalationswerte

Sie geben die maximal erlaubten Durchschnittswerte für die Aufnahme einer Substanz über die Atemwege, bezogen auf einen bestimmten Zeitraum, an.

Die Konzentrationsangabe erfolgt in ppm oder mg/m³.

Ihren Ursprung haben diese Werte Werte im Commonwealth of Pennsylvania, Department of Environmental Resources, Title 25, Article IV, Chapter 201 (1971).

Lit.: zitiert nach

Uelpenich, G.: Grenzwerte und Richtwerte - Werte ohne Grenzen?

Brnadschutz, Deutsche Feuerwehr-Zeitung 8 , 570 - 574, 1993

Störfallbeurteilungswerte des VCI

Von der chemischen Industrie ausgearbeitete Planungsgröße (auf toxikologischen Überlegungen beruhende Schadstoffkonzentration) für die Auslegung von Betriebsanlagen, für die zu treffenden störfallbegrenzenden Maßnahmen sowie als Hilfsgröße für Katastrophenschutzmaßnahmen.

Der Störfallbeurteilungswert ist definiert als diejenige Konzentration eines Stoffes, die nach einer Einwirkungszeit von bis zu 60 Minuten in der Regel nicht das Leben von Menschen bedroht oder zu schwerwiegenden insbesondere irreversiblen Gesundheitsschäden führt.

Sie sind keine Grenzwerte.

Sie sind Konzentrationsleitwerte, bei deren Erreichen die für die Notfallplanung festgelegten Maßnahmen ergriffen werden müssen. Sie sind quasi die Auslöseschwelle im Störfall. Sie lehnen sich methodisch an die in den USA verwendete Konzeption der ERPG-Werte an.

SVOC → VOC

T.E.L. → Toxic Effect Level

TIB -Werte ---> MIK-Werte (DDR)

TLV-Wert (USA): Threshold Limit Value, ursprünglich MAC

Der TLV-Wert gibt eine von der ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) empfohlene Konzentration eines Stoffes an, bei der für die überwiegende Mehrzahl von Arbeitern keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten sind.

Es werden unterschieden:

1. TLV-TWA: Time weighted Average zeitgewichteter Mittelwert, Durchschnittswert für einen 8-stündigen Arbeitstag und eine 40-stündige Wochenarbeitszeit (entspricht dem deutschen MAK- Wert).

2. TLV-STEL: Short-Term Exposure Level

Kurzzeitwert, maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration, der ein Arbeiter für einen Zeitraum von 15 Minuten ausgesetzt sein kann, ohne daß er an

1. Reizerscheinungen leidet,
2. chronische oder irreversible Gewebeschädigungen erleidet oder
3. narkotische Beschwerden

hat, die die Unfallträchtigkeit erhöhen, die Selbstrettung verhindern oder einschränken bzw. seine Arbeitsleistung herabsetzen. Der STEL ist als Höchstwert zu betrachten, der innerhalb der 15 Minuten nicht überschritten werden darf.

Der TLV-STEL ist nur im Zusammenhang mit dem TLV-TWA zu sehen. Die Konzentration des STEL darf maximal viermal pro Arbeitstag erreicht werden, zwischen diesen hohen Expositionen müssen mindestens 60 Minuten Zeitabstand liegen.

3. TLV-C (Ceiling)

Spitzenbegrenzung, Höchstwert, Konzentration, die keinesfalls, auch nicht kurzfristig überschritten werden darf.

"T" : Tentative

Erprobungswert für Substanzen, die entweder erstmalig einen Grenzwert erhalten sollen oder für deren Grenzwerte eine Änderung vorgeschlagen wird.

Die TLV-Werte, die die ACGIH empfiehlt, werden auch als ACGIH-TLV bezeichnet.
Dabei bedeuten: ACGIH-TLV-TWA = TLV-TWA und der
ACGIH-TLV-STEL = TLV-STEL.

Tödlichkeitsprodukt, Habersches Produkt oder Habersches Tödlichkeitsprodukt genannt, da es von Haber in die (Militär-) Toxikologie eingeführt wurde.

Das Tödlichkeitsprodukt T (oder W) ist das Produkt aus der Konzentration eines Giftes (Kampfstoffes) in der Luft als Gas, Dampf oder Aerosol und der Einwirkungszeit t:

$$T = C \times t$$

Ein Kampfstoff ist umso giftiger, je kleiner das Produkt aus C und t ist. Das Tödlichkeitsprodukt ist damit der Toxizität umgekehrt proportional.

Die Werte des Tödlichkeitsproduktes gelten jedoch nur für relativ kleine Einwirkungszeiten. Bei sehr geringen Konzentrationen und langen Einwirkungszeiten ergeben sich höhere Werte des Tödlichkeitsproduktes, da ein Teil des aufgenommenen Giftes/ Kampfstoffes vom Organismus eliminiert wird (auf dieser Elimination und damit auf der Existenz der durch die Eliminierung bedingten Schwellendosis beruhte ursprünglich das MAK-Konzept).

Prinzipiell hat das Tödlichkeitsprodukt bzw. das Wirkungsprodukt (wenn statt des Todes eine Vergiftung als Erkrankung gesetzt wird) in einigen Ländern auch bei der Betrachtung der Auswirkung von Störfällen Bedeutung ---> **DTL-Wert**

Toxic Effect Level: T.E.L.

Dosis oder Konzentration, bei der ein bestimmter „kritischer“, d.h. ungünstiger Effekt auftritt. Er wird zum Interspeziesvergleich herangezogen, so können Aussagen zur Extrapolation von am Versuchstier gewonnenen Daten auf den Menschen ermöglicht werden.

Toxodosis von Kampfstoffen

Die Toxodosis wird zur Charakterisierung chemischer Kampfstoffe herangezogen, sie ist dem Haberschen Tödlichkeitsprodukt ähnlich, gibt aber die zu erwartenden prozentualen Schädigungen oder Todesfälle an.

Die Toxodosis ist das Produkt aus der Konzentration eines gasförmigen, dampfförmigen oder aerolisierten Kampfstoffs in der Luft und der Zeit der Einwirkung auf den Organismus.

Die Konzentrationsangabe erfolgt in mg l^{-1} oder in mgm^{-3} .

Man unterscheidet:

$L(\text{Ct})_{90-100}$: Toxodosis, bei der 90- 100% der Vergiftungen zum Tode führen

$L(\text{Ct})_{50}$: Toxodosis, bei der 50% der Vergiftungen zum Tode führen

$I(\text{Ct})_{50}$: Toxodosis, bei der 50% der Betroffenen mittlere Vergiftungen davon tragen, so daß sie nicht mehr in der Lage sind, die Gefechtsaufgaben zu erfüllen (kampfunfähig machende Dosis)

I: incapacitate (engl.): unfähig machen

Schwelldosis: Toxodosis, bei der erste Anzeichen einer Vergiftung auftreten

ungefährliche Dosis: Toxodosis, die keine Vergiftungserscheinungen bewirkt

TRD-Wert: (Abk. für tolerierbare resorbierte Dosis)

Gesamtkörperdosen eines Gefahrstoffes, bei denen bei Einzelstoffbetrachtung nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis keine nachteiligen Effekte auf die Gesundheit erwartet werden. Die TRD-Werte werden in mg/kg. D angegeben.

→ **ADI-Werte**

TRK-Wert: Technische Richtkonzentration

Lufthygienischer Grenzwert für kanzerogene und mutagene Stoffe für die keine Schwellendosen abgeleitet werden können.

Unter der Technischen Richtkonzentration (TRK) eines gefährlichen Stoffes versteht man diejenige Konzentration als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann (§ 3 GefStoffV) und die als Anhalt für die zu treffenden Schutzmaßnahmen und die meßtechnische Überwachung am Arbeitsplatz heranzuziehen ist. Technische Richtkonzentrationen werden nur für solche gefährlichen Stoffe benannt, für die z.Z. keine toxikologisch- arbeitsmedizinisch begründeten maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) aufgestellt werden können.

Die Einhaltung der technischen Richtkonzentration am Arbeitsplatz soll das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit vermindern, vermag dieses jedoch nicht vollständig auszuschließen.

Erfahrungen im Umgang Die technische Richtkonzentration orientiert sich an den technischen Gegebenheiten und den Möglichkeiten der technischen Prophylaxe unter Heranziehung arbeitsmedizinischer mit dem gefährlichen Stoff und toxikologischer Erkenntnisse.

TRK-Werte sind Schichtmittelwerte bei in der Regel täglich 8-stündiger Exposition und bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden (in Vierschichtbetrieben 42 Stunden je Woche im Durchschnitt von vier aufeinanderfolgenden Wochen). Bei der Anwendung ist die TRGS 402 "Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen " heranzuziehen.

Der Schichtmittelwert ist in jedem Fall einzuhalten. Für die Begrenzung der Expositionen nach oben gilt folgende Regelung:

Kurzzeitwerthöhe:	5 x TRK
Kurzzeitwertdauer:	15 min/Mittelwert
Häufigkeit pro Schicht:	5
Zeitabstand:	1h .

TRK-Werte werden vom UA 5 des AGS aufgestellt und nach Bestätigung durch den AGS in das Regelwerk (TRGS 900) übernommen.

TVOC → VOC

Unit risk

Unter dem "Unit risk" versteht man das zusätzliche Krebsrisiko bei lebenslanger Exposition gegenüber einem Mikrogramm (eines krebserzeugenden Stoffes) pro Kubikmeter.

"Lebenslang" wird dabei mit 70 Jahren angesetzt.

Dem "Unit risk" liegt somit ein lineares Extrapolationsmodell zugrunde (im Vergleich: jährliches Lungenkrebsrisiko insgesamt (alle Risikofaktoren) = jährliche Mortalitätsrate:

männliche Bevölkerung:	90×10^{-5}
weibliche Bevölkerung:	15×10^{-5}

VHI-Wert: Vapor Hazard Index

$$\text{VHI} = \frac{P_{\text{max}} \times 106}{\text{MAK} \times 760}$$

Der VHI- Wert stellt eine Möglichkeit dar, chemische Substanzen nach ihrer Gefährlichkeit zu klassifizieren. Er berücksichtigt die Flüchtigkeit der Substanz und ihren MAK-Wert. Dabei gibt P_{max} den Dampfdruck bei einer vereinbarten Temperatur in mm Hg an, der MAK- Wert wird in ppm angegeben.

Der VHI-Wert ist temperaturabhängig; er wird größer mit steigender Umgebungstemperatur und bringt die höhere Gefährlichkeit bei steigender Temperatur zum Ausdruck.

Der VHI- Wert wurde entwickelt, um vor allem im vorbeugenden Unfallschutz- auch im Störgeschehen- die unterschiedliche Gefährlichkeit von chemischen Stoffen zu berücksichtigen. Daß sich dieses Konzept international nicht durchgesetzt hat, liegt offenbar daran, die potentielle Gefährlichkeit chemischer Substanzen bei akuter Einwirkung nicht an Hand des MAK- Wertes, und damit an Hand des chronischen Geschehens, betrachtet werden kann.

VIC: engl. Abk. für Volatile Inorganic Compounds (Chemicals)

Oberbegriff für leichtflüchtige anorganische Gase wie Ammoniak, Phosphorwasserstoff, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid.

VOC: engl. Abk. für Volatile Organic Compounds (Chemicals)
flüchtige organische Verbindungen

Oberbegriff für Stoffe, die organisch gebundenen Kohlenstoff in leichtflüchtiger Form enthalten. Zu den VOC zählen viele organische Lösungsmittel wie Alkohole, BTXE-Aromaten, Ketone, Ester, Glykole). Die gesundheitliche Gefährdung resultiert hauptsächlich aus der inhalativen Aufnahme, die auch zur Schädigung der Atemwege führen kann. Ursprünglich hatte man den VOC alle flüchtigen organischen Stoffe zugeordnet, deren Siedebeginn (- punkt) bei 250 °C lag. Inzwischen werden von den VOC als den leichtflüchtigen organischen Verbindungen die **SVOC**, engl. Abk. für Semi Volatile Organic Compounds, schwerflüchtige organische Verbindungen unterschieden. Der Siedebereich der SVOC liegt bei 240 - 260 °C. Zu den SVOC zählen Phthalate, höhere Fettsäuren u. ä. Stoffe. Sie sind meist adsorptiv an Staub oder an Oberflächen gebunden, und sie werden hauptsächlich dermal oder oral vom menschlichen Organismus aufgenommen.

Die VOC werden sowohl bei der Innenraumbelastung des Menschen als auch hinsichtlich ihrer Umwelteinflüsse (-schäden) diskutiert. So gibt es internationale Bemühungen, die VOC-Emissionen weltweit zu senken. Das erste Protokoll hierzu wurde im November 1991 von 23 Staaten unterzeichnet.

Für die Beurteilung der Innenraumbelastung hat das **TVOC-Konzept** Bedeutung (Total Volatile Organic Compounds = sämtliche flüchtige organische Verbindungen).

Die VOC und SVOC werden hierbei nach Siedebereichen unterschieden.

Die VOC stören die Trinkwasseraufbereitung. Sie werden z. T. auch als POC (engl. Abk. für purgeable organic carbon = ausblasbare organische Verbindungen) bezeichnet, da sie beim Durchleiten von Luft weitestgehend ausgetrieben werden.

Lit.: 3. WaBoLu-Innenraumtage

„Organische Verbindungen im Innenraum“ 8. - 10. Mai 1996

Umwelt und Forschg. Prax. 1 (2), 117 - 118, 1996

Weel: Workplace Environmental Exposure Level auch als AIHA WEEL bezeichnet

Expositionsgrenzwerte für den Arbeitsplatz, die von der American Industrial Hygiene Association abgeleitet und empfohlen werden.

YL- Faktoren yrkeshygienisk luftbehov = berufshygienischer Luftbedarf

Die YL- Faktoren geben an, wieviel m³ Luft erforderlich sind, um 10 g Lösungsmittel (Gewichtsprozent) bis zur Konzentration des MAK- Wertes zu verdünnen:

$$YL = \frac{10\ 000}{MAK}$$

Dieser Klassifizierung war die Abschätzung der Gefährlichkeit aus MAK- Wert und Verdunstungszahl (Ether= 1) vorausgegangen. Dabei ergab das Produkt aus MAK in ppm und Verdunstungszahl einen sog. Schädlichkeitsfaktor. Dieser wurde einer Risikoklasse zugeordnet:

0- 100	A
100- 500	B
500- 1000	C
1000- 2500	D
2500- 5000	E
> 5000	F

In dieser Betrachtung nimmt die Gefährlichkeit von A nach F ab.

Lit.: Walter, A.H. : Deutsche Farbenzeitschrift 22 (6),
1968, 235- 237

Farbe und Lacke 77 (10), 1971,
1009- 1011

Z_{ac}: Zone der akuten Wirkung

Die Zone der akuten Wirkung ist das Verhältnis von mittlerer letaler Konzentration (Dosis) des Schadstoffs zur minimalen (Schwellen-) Konzentration (Dosis) bei einmaliger Einwirkung unter Standardbedingungen.

$$Z_{ac} = \frac{LC_{50}}{Lim_{ac}}, \frac{LD_{50}}{Lim_{ac}}$$

Z_{biol} : Zone der biologischen Wirkung

Sie gibt das Verhältnis an von mittlerer letaler Dosis (Konzentration) zur Schwellenkonzentration der schädlichen Wirkung bei chronischer Einwirkung unter Standardbedingungen. Dieser Wert kennzeichnet damit den Gesamtbereich der schädigenden Wirkung von chemischen Stoffen.

$$Z_{biol} = \frac{LC_{50}}{Lim_{ch}}, \frac{LD_{50}}{Lim_{ch}}$$

Z_{ch} = Zone der chronischen Wirkung

Die Zone der chronischen Wirkung ist das Verhältnis von Schwelle der Schädwirkung bei einmaliger Einwirkung zur Schwelle der Wirkung bei chronischer Einwirkung unter Standardbedingungen.

Z_{ch} ist ein Ausdruck für die Gefahr des Auftretens einer chronischen Vergiftung. Je größer der Zahlenwert für Z_{ch} , umso größer sind die kumulativen Eigenschaften des Stoffes und umso unmerklicher verläuft die Vergiftung.

Andererseits drückt der Wert von Z_{ch} auch die kompensatorischen Fähigkeiten des Organismus aus, bei wiederholter Einwirkung kleiner überschwelliger Dosen zu reagieren.

$$Z_{ch} = \frac{Lim_{ac}}{Lim_{ch}}$$

Z_{sp} = Zone der spezifischen Wirkung

Die Zone der spezifischen Wirkung gibt das Verhältnis der Schwellendosis (Konzentration) der akuten spezifischen Wirkung zur akuten integralen Wirkung an. Je größer Z_{sp} ist, umso ausgeprägter sind die spezifischen Effekte der Vergiftung und um so näher liegt $Lim_{ac\ sp}$ am Grenzwert der chronischen Einwirkung.

$$Z_{sp} = \frac{Lim_{ac\ sp}}{Lim_{ac\ int}}$$