

# Abkürzungen und Erläuterungen der Grenzwerte, die in Nachschlagewerken vorkommen können

## Inhalt

1. Referenzwerte für die Gefahrenabwehr („Störfallbeurteilungswerte“)	2
1.1 Die AEGL-Werte (Acute exposure guideline levels) und der ETW (Einsatztoleranzwert)	2
1.2 Die ERPG-Werte (Emergency Response Planning Guidelines)	3
1.3 Die PAC-Werte (Protective Action Criteria)	3
1.4 Die TEEL-Werte (Temporary Emergency Exposure Limits)	4
2. Referenzwerte aus dem Arbeitsschutz	4
2.1 Der AGW (Arbeitsplatzgrenzwert)	5
2.2 Die MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration)	5
2.3 Die TRK (Technische Richtkonzentration)	6
2.4 Die BOELV und die IOLEV (EU-Arbeitsplatzgrenzwerte)	6
2.5 Der DNEL-Wert (Derived No-Effect level)	7
3. Geruchswerte bzw. Geruchsschwellen	8
4. Toxikologische Daten zur Abschätzung der Umweltgefährdung	8
5. Störfall-Beurteilungswerte, die keine Relevanz mehr haben	14
6. Beurteilungswerte aus dem Arbeitsschutz aus den USA	15
6.1 PEL-, STEL-, C-OSHA	16
6.2 TLV-TWA, TLV-STEL, TLV-C	16
6.3 REL NIOSH, STEL NIOSH, C NIOSH	17
Anhang	18

# 1. Referenzwerte für die Gefahrenabwehr („Störfallbeurteilungswerte“)

## 1.1 Die AEGL-Werte (Acute Exposure Guideline Levels) und der ETW (Einsatztoleranzwert)

Die **AEGL** (Acute Exposure Guideline Levels) dienen als Planungswerte für die sicherheitstechnische Auslegung von störfallrelevanten Anlagen (12. BImSchV). Darüber hinaus können die Maßnahmen der Alarm- und Gefahrenabwehrplanung und des Katastrophenschutzes auf Grundlage des AEGL-Orientierungsrasters genauer geplant werden. Die AEGL-Werte gelten heute als die wissenschaftlich bestfundiertesten Toxizitätswerte und **sind** deshalb **die erste Wahl** zur Beurteilung der Gefährdung für Personen bei einem einmaligen kurzzeitigen Kontakt mit einem chemischen Stoff.

Die AEGL sind toxikologisch begründete Spitzenkonzentrationswerte:

- für verschiedene relevante Expositionszeiträume (10 Minuten, 30 Minuten, 1 Stunde, 4 Stunden, 8 Stunden),
- für 3 verschiedene Effekt-Schweregrade, die - je nach planerisch zugrunde gelegtem Aktionsmaßstab - benötigt werden:
  - **AEGL 1:** Schwelle zum spürbaren Unwohlsein;  
⇒ Unterhalb des AEGL-2-Werts können sich Personen unwohl fühlen oder leichte, reversible Gesundheitsbeeinträchtigungen erleiden. Die Fluchtmöglichkeit der Personen wird nicht eingeschränkt.
  - **AEGL 2: Schwelle zu schwerwiegenden, lang andauernden oder fluchtbehindernden Wirkungen;**  
⇒ Unterhalb des AEGL-3-Werts können Personen dauerhafte oder langwierige Gesundheitsschäden erleiden. Personen können nicht mehr selbstständig fliehen (benötigen Hilfe von außen), aber sterben nicht.
  - **AEGL 3:** Schwelle zur tödlichen Wirkung.  
⇒ Oberhalb des AEGL-3-Werts ist bei Überschreiten der Expositionsdauer mit dem Tod zu rechnen.

**In der Gefahrenabwehr findet der AEGL-2-Wert als Schwellenwert für die Grenze zum Gefahrenbereich Verwendung. Welcher AEGL 2 herangezogen wird hängt dabei von der zu erwartenden Einsatzdauer = dem zu erwartenden Expositionszeitraum ab.**

**Der ETW (Einsatztoleranzwert) entspricht dem AEGL-2-Wert! Allerdings wird der ETW nur für die Expositionszeiten von 60 min (1 h) und 4 h angegeben. Die AEGL-Werte für 10 min, 30 min und 8 h werden nicht in die deutsche Liste mit übernommen.**

AEGL und ETW werden in der Regel in der Einheit „ppm“ angegeben.

Zur Information: In der AEGL-Liste kann mit dem englischen Stoffnamen und der CAS-Nummer gesucht werden. In der ETW-Liste mit dem deutschen Stoffnamen, der CAS-Nummer und der UN-Nummer.

## 1.2 Die ERPG-Werte (Emergency Response Planning Guidelines)

Die **ERPG** (Emergency Response Planning Guidelines), **auch ERPG-AIHA abgekürzt** (AIHA steht dabei für American Industrial Hygiene Association) werden in den USA bei Betrieben zur Störfallvorsorge und Notfallplanung verwendet. ERPG-Werte sind eine Art von Vorläufer-Werten der AEGL-Werte und werden von der AIHA nur noch neu herausgegeben wenn keine AEGL-Werte verfügbar sind. Sie werden in der Regel in der Einheit „ppm“ angegeben. **Ist ein AEGL-Wert für den jeweiligen Stoff verfügbar, ist dieser anstelle des ERPG-Werts zu verwenden!**

Die ERPG beziehen sich auf einen Expositionszeitraum von 1 Stunde und betrachten dabei im Gegensatz zu den AEGL (der die Auswirkungen auf normale gesunde Erwachsene betrachtet) die schädlichen Auswirkungen auf einen repräsentativen Schnitt durch die Bevölkerung, der auch Kinder und alte Menschen umfasst. Sie sind wie die AEGL in drei Stufen für 3 verschiedene Effekt-Schweregrade untergliedert:

- **ERPG 1 = ERPG-1 AIHA:** Bei Überschreitung dieses Werts sind leichte und vorübergehende Auswirkungen auf die Gesundheit sind möglich.
- **ERPG 2 = ERPG-2 AIHA:** Irreversible oder schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit sind nicht zu erwarten, jedoch kann es zu Reizungen der Atemwege und der Augen kommen. Die Fähigkeit Schutzmaßnahmen (z. B. die Flucht) zu ergreifen, bleibt uneingeschränkt bestehen.
- **ERPG 3 = ERPG-3 AIHA:** schwerwiegende Auswirkungen auf den Gesundheitszustand sind möglich, jedoch nicht lebensbedrohend.

Hinweise: Eine Schwelle zur tödlichen Wirkung wird bei den ERPG nicht angegeben. In der Bundesrepublik Deutschland besitzen diese Grenzwerte keinen rechtsgültigen Charakter und dienen lediglich einer groben Einschätzung, falls kein AEGL-Wert verfügbar ist.

## 1.3 Die PAC-Werte (Protective Action Criteria)

Die **PAC** (Protective Action Criteria), eingeführt vom U.S. Department of Energy, sind keine neuen Toxizitätswerte sondern nur ein pragmatischer Weg, den wissenschaftlich fundiertesten Toxizitätswert für einen akuten Unfall schnell wählen zu können. Die PAC-1, PAC-2 und PAC-3 Werte sind ausgelegt für den Expositionszeitraum von 1 Stunde. Der PAC-Wert wird in der Regel in mg/m<sup>3</sup> angegeben.

Die Ableitung am Beispiel des PAC-2 ist wie folgt: Der PAC-2 entspricht dem

1. AEGL-2 für 1 Stunde wenn ein AEGL-2 Wert für die Substanz definiert ist, sonst entspricht der PAC-2 Wert dem
2. ERPG-2 für 1 Stunde, wenn ein ERPG-2 Wert für die Substanz definiert ist, sonst entspricht der PAC-2 Wert dem
3. TEEL-2 für 1 Stunde, wenn der TEEL-2 Wert für die Substanz definiert ist.

Die Definition der PAC-1, PAC-2 und PAC-3 Werte entspricht denjenigen der AEGL-1 (1h), AEGL-2 (1h) und AEGL-3 (1h). Falls keine AEGL-Werte existieren entsprechen die PAC-1, PAC-2 und PAC-3 den ERPG-1, ERPG-2 und ERPG-3 Werten.

Gibt es auch keine ERPG, dann werden andere Grenzwerte (der TEEL, ggf. noch weitere) herangezogen. **Die PAC-Werte sind kritisch zu betrachten, da deren Herkunft nicht immer nachvollzogen werden kann! Stehen für einen Stoff keine AEGL und keine ERPG zur Verfügung, ist eine Fachberatung erforderlich!**

## 1.4 Die TEEL-Werte (Temporary Emergency Exposure Limits)

Da in den USA trotz der relativ großen Anzahl an Beurteilungswerten offensichtlich Bedarf an weiteren Werten bestand, wurde zusätzlich vom US-amerikanischen „Department of Energy“ die Ableitung von TEEL-Werten in Auftrag gegeben. In einem relativ ungenauen Verfahren werden hierbei andere Richt- und Grenzwerte (z.B. STEL und IDLH, aber auch z.B. Arbeitsplatzgrenzwerte für chronische Exposition) sowie teilweise Ergebnisse von Forschungsarbeiten als Anhaltspunkte genutzt, um TEEL-Werte abzuleiten. Sie werden in ppm oder mg/m<sup>3</sup> angegeben. Das Ziel der TEEL-Werte (mehr als 3 000 liegen vor) ist es, eine schnelle Beurteilungsgrundlage zu erhalten, wenn keine anderen Grenzwerte (z.B. AEGL-Werte) existieren. Sie dienen als Beurteilungsgröße für körperliche Auswirkungen bei Chemikalienfreisetzungen und sollen dabei möglichst die gesamte Bevölkerung, also auch empfindliche Personen, für eine potentielle Auswirkung mit einschließen. Die Expositionsdauer ist dabei auf eine Stunde ausgelegt, eine weitere Differenzierung nach der Expositionsdauer erfolgt hier nicht. Sie werden wie z.B. die AEGL-Werte in folgende drei Gruppen unterteilt:

- TEEL-1: Spürsames Unwohlsein und Reizungen, aber keine Behinderung der Fähigkeit zu flüchten. Mit Beendigung der Stofffreisetzung verschwinden die Symptome wieder vollständig.
- TEEL-2: Irreversible oder lang andauernde gesundheitliche Auswirkungen oder fluchtbehindernde Wirkung.
- TEEL-3: Lebensbedrohliche oder tödliche Auswirkungen.

Im System der PAC-Werte werden die TEEL-Werte verwendet, wenn keine AEGL- und keine ERPG-Werte vorliegen (es gilt AEGL- vor ERPG- vor TEEL-Wert).

**Wegen der ungenauen Ermittlungsverfahren der Werte und des damit verbundenen hohen Fehlerpotentials bei der Festlegung der Werte sind die TEEL-Werte sehr kritisch zu betrachten!**

## 2. Referenzwerte aus dem Arbeitsschutz

Bei länger andauernden Einsätzen (mehrere Tage) ist mit fortschreitender Einsatzdauer zu prüfen, ob es sinnvoll oder gar notwendig ist, bei den Referenzwerten von den Grenzwerten der Gefahrenabwehr auf die Grenzwerte aus dem Arbeitsschutz zu wechseln. Auch für diesen Fall wird Fachberatung empfohlen.

Der **wichtigste Grenzwert** in Deutschland ist der **AGW** (Arbeitsplatzgrenzwert). Existiert kein Arbeitsplatzgrenzwert folgt an **zweiter Stelle** die **MAK** (Maximale Arbeitsplatz Konzentration) und bei krebserzeugenden Stoffen die **TRK** (Technische Richtkonzentration). TRK-Werte werden nur für krebserzeugende Stoffe oder solche die in diesem Verdacht stehen angegeben und im Gegensatz zu den MAK-Werten ist bei den TRK-Werten eine Schädigung bei Einhaltung dieses Richtwerts nicht völlig auszuschließen.

Sind keine MAK und keine TRK vorhanden folgen **an dritter Stelle** die **OEL**, auch **EU OEL** genannt (EU Occupational Exposure Limits; auf Deutsch die EU-Arbeitsplatzgrenzwerte).

Hier werden zwei Arten von EU-Arbeitsplatzgrenzwerten unterschieden:

1. die verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwerte, abgekürzt **EU BOELV** oder **BOELV** (Binding Occupational Exposure Limit Values) oder **EU BLV** oder **BLV (EU)** und
2. die Arbeitsplatz-Richtgrenzwerte, abgekürzt **EU IOELV** oder **IOELV** (Indicative Occupational Exposure Limit Values) oder **EU ILV** oder **ILV (EU)**.

Zur Bewertung der Gesundheitsgefahr ist der IOEL besser geeignet als der BOELV!

Gibt es seitens der staatlichen Stellen keine Grenzwerte, so können zu guter Letzt die gemäß REACH-Verordnung vom Hersteller oder Importeur ermittelten Grenzwerte, die sogenannten **DNEL** (Derived No-Effect Level), für eine Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.

## 2.1 Der AGW (Arbeitsplatzgrenzwert)

Im Arbeitsschutz ist in Deutschland der AGW (Arbeitsplatzgrenzwert) der rechtsverbindlich vorgeschriebene Grenzwert. Er gibt an, bei welcher Stoffkonzentration in der Luft keine akuten und chronischen schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit zu erwarten sind. Er bezieht sich auf 8 Stunden Exposition an 5 Tagen pro Woche während der Lebensarbeitszeit. Dieser AGW kann auch als SMW (Schichtmittelwert) bezeichnet sein. Expositionsspitzen während einer Schicht werden dabei mit KZW (Kurzzeitwerten) mit beurteilt (je nach Stoff ist eine kurzzeitige Überschreitung des Grenzwerts bis zum 8-fachen des Grenzwerts zulässig über einen bestimmten Zeitraum). Die Arbeitsplatzgrenzwerte sind in der TRGS 900 (Technische Regel für Gefahrstoffe 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte") veröffentlicht. Der AGW wird in ppm oder ml/m<sup>3</sup> (bei Gasen entspricht 1 ppm = 1 ml/m<sup>3</sup>) und in mg/m<sup>3</sup> angegeben. Bei Kurzzeitwerten sind Angaben zur Expositionsdauer dabei. Der AGW ersetzt die MAK und die TRK. Wenn noch kein AGW existiert, sind die bisherigen MAK-Werte und TRK-Werte für die Beurteilung der Langzeit-Gefährdung heranzuziehen. Bei krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffen (die Stoffliste ist in der TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe“ zu finden) kann eine Schädigung auch bei Einhaltung des AGW nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bei diesen Stoffen gilt im Arbeitsschutz das Minimierungsgebot (so wenig Exposition wie möglich).

## 2.2 Die MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration)

Die MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) ist die Konzentration eines Arbeitsstoffes, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger Exposition (8 Stunden pro Tag, 5 Tage die Woche, 40 – 42 Stunden pro Woche während der Lebensarbeitszeit) im Allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt (z. B. durch einen ekelregenden Geruch). Dabei gelten die MAK-Werte für Personen, die gesund und im erwerbsfähigen Alter sind. Bei der Aufstellung der MAK-Werte werden in erster Linie die toxikologischen Wirkungscharakteristika der Arbeitsstoffe berücksichtigt.

Sie stellen den wissenschaftlichen Stand der Erkenntnis dar ohne Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Möglichkeiten, ob der Grenzwert in der Praxis realisierbar ist. Dabei orientiert sich die MAK-Kommission bei der Ableitung von MAK-Werten an dem NOAEL (siehe Kapitel 3.4) für den empfindlichsten Endpunkt mit gesundheitlicher Relevanz eines Arbeitsstoffes. Der Ausschuss für Gefahrstoffe überprüft die MAK-Werte (auch auf deren Umsetzbarkeit hin) und übernimmt diese gegebenenfalls als AGW.

### 2.3 Die TRK (Technische Richtkonzentration)

Die TRK (Technische Richtkonzentration) gibt die maximal zulässige Konzentration für krebserzeugende Stoffe oder solche, die in diesem Verdacht stehen, für eine Exposition von 8 Stunden pro Tag an 5 Tagen je Woche bei 40 – 42 Stunden pro Woche während der Lebensarbeitszeit, an. Im Gegensatz zu den MAK-Werten ist bei den TRK-Werten eine Schädigung nicht völlig auszuschließen. Die TRK-Werte sind im Zuge der Neufassung der Gefahrstoffverordnung im Jahr 2005 mittlerweile in den AGWs aufgegangen. Bis die TRK-Werte aber vollständig in die AGW überführt sind, oder bei nicht ganz aktuellen Nachschlagewerken, kann der TRK-Wert noch gefunden werden. Zusätzlich wurden Akzeptanz- und Risikokonzentrationen für die Langzeitexposition für krebserzeugende Stoffe eingeführt. Dieses Konzept und die zugehörigen Grenzwerte sind in der TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ veröffentlicht.

### 2.4 Die BOELV und die IOELV (EU-Arbeitsplatzgrenzwerte)

In der EU gibt es zwei Arten der **EU OEL** bzw. **OEL** (EU Occupational Exposure Limits = EU-Arbeitsplatzgrenzwerte):

1. Die **EU BOELV** bzw. **BOELV** (EU Binding Occupational Exposure Limit Values), das ist der verbindliche Arbeitsplatzgrenzwert und
2. Die **EU IOELV** bzw. **IOELV** (EU Indicative Occupational Exposure Limit Values), das ist der Arbeitsplatz-Richtgrenzwert.

Der **BOELV**, der verbindliche Arbeitsplatzgrenzwert der EU, ist der Mindestgrenzwert, der von allen Mitgliedstaaten übernommen werden muss. Der nationale Grenzwert für einen Arbeitsstoff darf niedriger (d. h. strenger) sein, aber er darf nicht höher sein als dieser. Achtung: Die verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwerte der EU basieren nicht ausschließlich auf wissenschaftlichen Daten zum Gesundheitsschutz, sondern berücksichtigen auch sozioökonomische Aspekte und die technische Machbarkeit. Sie entsprechen somit nicht der Definition des deutschen Arbeitsplatzgrenzwerts und eignen sich deshalb auch nur bedingt zur Beurteilung des Expositionsrisikos von Gefahrstoffen!

Der **IOELV**, der Arbeitsplatz-Richtgrenzwert der EU, muss von den zuständigen nationalen Behörden der Mitgliedstaaten bei der Erlassung ihrer rechtlich bindenden Arbeitsplatzgrenzwerte berücksichtigt werden. Es besteht jedoch keine ausdrückliche Verpflichtung, diesen Grenzwert exakt in der von der EU-Kommission empfohlenen Höhe zu übernehmen. Im Gegensatz zum BOELV basieren die IOELV ausschließlich auf wissenschaftlichen Daten zur Gesundheitsgefährdung durch einen bestimmten Arbeitsstoff.

Falls in Deutschland für einen Stoff kein AGW, keine MAK und keine TRK festgelegt ist, kann der IOELV zur Bewertung der Exposition herangezogen werden.

## 2.5 Der DNEL-Wert (Derived No-Effect Level)

Gibt es seitens der staatlichen Stellen keine Grenzwerte, so können zu guter Letzt die gemäß REACH-Verordnung vom Hersteller oder Importeur ermittelten Grenzwerte, die sogenannten **DNEL** (Derived No-Effect Level), für eine Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden. Der DNEL ist die Expositionskonzentration eines Stoffes, bei der keine gesundheitsschädliche Wirkung für den Menschen besteht. Der Wert berechnet sich aus dem niedrigsten validen Wirkwert in Kombination mit bestimmten Sicherheitsfaktoren. DNEL-Werte werden in der Regel von den Herstellern und Importeuren in die EU für die wahrscheinlichsten Expositionswege (inhalativ, dermal und oral) angegeben. Für jede relevante Bevölkerungsgruppe (z. B. Arbeitnehmer, Konsumenten, Schwangere, Jugendliche, Menschen die indirekt über die Umwelt einer Exposition ausgesetzt sein könnten) ist ein eigener Wert erforderlich. Das gilt auch gegebenenfalls für bestimmte schutzbedürftige Bevölkerungsuntergruppen (z. B. Kinder, Schwangere) (Anhang I Nr. 1.4.1 der REACH-Verordnung). Somit werden für ein- und denselben Stoff mehrere DNEL-Arten aufgestellt. Deren unterschiedliche Bedeutung dürfte für Laien nicht immer einfach zu durchschauen sein. Die ECHA (European Chemicals Agency) empfiehlt in ihren „Leitlinien zu Informationsanforderungen und Stoffsicherheitsbeurteilung“ folgende Varianten, jeweils für den Arbeitsplatz und die Allgemeinbevölkerung:

- akut – inhalativ, systemische Wirkungen
- akut – inhalativ, lokale Wirkungen
- akut – dermal, lokale Wirkungen
- Langzeit – inhalativ, systemische Wirkungen
- Langzeit – inhalativ, lokale Wirkungen
- Langzeit – dermal, systemische Wirkungen
- Langzeit – dermal, lokale Wirkungen
- Langzeit – oral, systemische Wirkungen (am Arbeitsplatz nicht relevant!)

Lokale Wirkung bedeutet, dass der gesundheitliche Effekt unmittelbar am Kontaktort bzw. der Eintrittspforte beobachtet werden kann (z. B. Reizungen an Hautpartien, auf die Spritzer des Arbeitsstoffs gelangt sind). Systemische Effekte dagegen treten an weiter entfernten Organen auf (z. B. Leberschäden nach Einatmen eines Stoffes).

Am Arbeitsplatz kann neben der Inhalation auch die Hautexposition eine bedeutende Rolle spielen. Da zur Ermittlung von Grenzwerten für die dermale Belastung erst spärliche Erfahrungen vorliegen, standardisierte Messverfahren und Messstrategien fehlen und nur auf wenige Referenzmesswerte zurückgegriffen werden kann, beschränkt sich die GESTIS-DNEL-Datenbank auf arbeitsplatzrelevante DNEL-Werte für die Langzeit**inhalation**.

### 3. Geruchswerte bzw. Geruchsschwellen

Der Geruchsgrenzwert (in Englisch: „(Odor) Detection Threshold“ oder „Threshold Value“), die Geruchsschwelle (GS) oder der Geruchsschwellenwert (GSW) werden teilweise in Nachschlagewerken angegeben. Sie bezeichnen alle drei die minimale Konzentration eines Stoffes, die gerade noch mit dem menschlichen Geruchssinn wahrnehmbar ist.

Der Geruchswert (GW), der Erkennungsschwellenwert und der Wahrnehmungsschwellenwert sind als geringste Konzentration, bei der ein Stoff über seinen Geruch identifiziert werden kann, definiert.

Zusätzlich nennt man die kleinsten Konzentrationen, ab der zwei Gerüche voneinander unterschieden werden können (wenn mehrere Gerüche vorhanden sind), als sogenannten Differenzschwellenwert (in Englisch: Threshold Difference).

In der Regel werden die Grenzwerte von Testpersonen „erschnüffelt“. Dementsprechend können die Grenzwerte für den Geruch in der Literatur sehr stark voneinander abweichen. Im Einsatzfall spielen die Geruchswerte keine Rolle! In der Gefahrenabwehr muss gemessen werden, ob von den ausgetretenen Schadstoffen eine Gefahr für Mensch und Umwelt ausgeht. Im Immissionsschutz sind die Geruchsimmissionen dagegen ein großes Thema.

### 4. Toxikologische Daten zur Abschätzung der Umweltgefährdung

**Achtung, die toxikologischen Daten zur Abschätzung der Umweltgefährdung, die von einem Stoff ausgeht, dienen nicht der Information von Laien!**

Die Toxizität beschreibt schädigende Wirkungen, die durch den Kontakt mit einem Gefahrstoff ausgelöst werden. Die Daten werden an unterschiedlichen Lebewesen i.d.R. im Rahmen praktischer Versuche ermittelt. **Sie lassen sich nicht ohne weiteres auf andere Lebewesen (Menschen, andere Tierarten) übertragen. Sie sind Fachinformationen für Fachleute! Zur Bewertung toxikologischer Effekte auf Lebewesen und die Umwelt (z.B. Boden, Gewässer) sind fachlich geeignete Stellen bzw. Personen hinzuzuziehen!**

Die Toxizitätswerte werden auf das Lebewesen und den Aufnahmeweg des Stoffes in den Körper des Lebewesens bezogen (der Aufnahmeweg und die zur Ermittlung des Werts verwendete Spezies, z.B. Ratten, wird deshalb bei der Angabe des Werts mit angegeben):

- Oral: Aufnahme über die Nahrung,
- Dermal: Aufnahme über die Haut,
- Inhalativ: Aufnahme über die Atmung.

Offensichtliche Toxizität = evidente Toxizität ist ein allgemeiner Begriff zur Beschreibung deutlicher Toxizitätszeichen nach Verabreichung einer Prüfsubstanz. Diese Zeichen sollten für eine Bewertung der Gefährdung ausreichen und so schwerwiegend sein, dass bei einer Steigerung der verabreichten Dosis die Entwicklung schwerer Toxizitätszeichen und der wahrscheinliche Tod zu erwarten wären.

**Embryotoxizität** bezeichnet toxische Wirkungen auf das Embryo innerhalb der ersten 12 Wochen nach der Befruchtung. Teratogenität als Teil der Embryotoxizität bezeichnet nur die Missbildungen von Embryonen innerhalb der ersten 12 Wochen nach der Befruchtung.



**Fetotoxizität** bezeichnet Schädigungen auf die Fetalentwicklung von der 12. Woche bis zur Geburt nach der Befruchtung. Es sind überwiegend Funktionsstörungen bestimmter Organe wie z.B. Verhaltensstörungen der Gehirnentwicklung oder Wachstumshemmung. Grobstrukturellen Veränderungen (Missbildungen) sind nicht mehr möglich.

**Neurotoxizität** beinhaltet die schädliche Veränderung der Struktur oder Funktion des Nervensystems.

**Gentoxizität** bzw. Gentoxische Wirkungen sind Schädigungen der DNS.

Zusätzlich kann die Aufnahmedauer als Unterscheidungskriterium angegeben sein:

- **Akute Toxizität** umfasst die schädigenden Wirkungen, die nach Verabreichung
  - einer Einzeldosis einer Substanz,
  - mehrerer Dosen innerhalb 24 Stunden dermal oder oral
  - eines Gases oder Dampfes 4 Stunden lang (inhalative Aufnahme)auftreten.
- **Subakute Toxizität:** Die chemische Substanz wird wiederholt täglich verabreicht, die Versuchsdauer beträgt 28 Tage.
- **Subchronische Toxizität:** Die chemische Substanz wird wiederholt täglich verabreicht, die Versuchsdauer beträgt in der Regel 90 Tage. Die subchronische Toxizität zählt zu den langfristigen Toxizitäten. Die 90-Tage-Studien liefern Informationen über die wichtigsten toxischen Wirkungen, zeigen die Zielorgane und eine mögliche Akkumulation auf und können zur Ableitung einer NOAEL beitragen.
- **Chronische Toxizität:** Die chemische Substanz wird wiederholt täglich verabreicht, die Versuchsdauer beträgt abhängig von der Tierspezies 1 – 2 Jahre. Die Versuchsdauer beträgt den größeren Teil der Lebensdauer der Versuchstiere. Die Versuchstiere werden täglich auf Vergiftungserscheinungen beobachtet.

Es gibt verschiedene Toxizitätswerte in Abhängigkeit der Schwere der Wirkung:

- **LC<sub>50</sub> (Lethal Concentration 50): mittlere Letalkonzentration 50**

Die LC<sub>50</sub> (übersetzt die tödliche Konzentration 50 %) gibt die Konzentration eines Stoffes in der Umgebung eines Lebewesens an, bei der die Hälfte der beobachteten exponierten Individuen (z.B. 50 % der beobachteten Tiere) innerhalb des Versuchszeitraums sterben. Sie wird beim Expositionsweg Inhalation ermittelt und in Masse der Prüfsubstanz bezogen auf das Luftvolumen in mg/l (i.d.R. mit der Angabe der Expositionsdauer in Stunden) angegeben. Hinweis: Die Letalkonzentration kann auch mit einer anderen Sterblichkeitsrate angegeben werden. **LC<sub>10</sub>** entspricht dann beispielsweise einer Sterblichkeitsrate von 10 %.

- **LC<sub>Lo</sub> (Lethal Concentration Low): niedrigste Letalkonzentration**

Die LC<sub>Lo</sub> (übersetzt die niedrigste tödliche Konzentration) gibt die niedrigste Konzentration eines Stoffes in der Umgebung eines Lebewesens an, bei der eines der beobachteten bzw. das erste aller beobachteten Individuen stirbt.

- **LD<sub>50</sub> (Lethal Dose 50): mittlere Letaldosis 50**

Die mittlere Letaldosis wird auch Median-Letaldosis genannt. Die mittlere Letaldosis LD<sub>50</sub> ist die in den Körper aufgenommene Menge einer Substanz, die voraussichtlich bei 50 % der exponierten Tiere beim angegebenen Expositionsweg (oral oder dermal) innerhalb des Untersuchungszeitraums zum Tode führt. Sie wird in Masse der Prüfsubstanz bezogen auf die Masse des Versuchstieres in [mg/kg Körpergewicht] angegeben.

- **EC50** (Effective Concentration 50): **mittlere effektive Konzentration**  
= **ED50** (Effective Dose 50): **mittlere effektive Dosis**

Bei der Toxizitätsbestimmung entspricht die  $EC_{50}$  einer Konzentration, die über den angegebenen Expositionszeitraum bei 50 % einer Versuchspopulation eine andere definierte Wirkung als den Tod auslöst (bei Letalität würde man vom  $LC_{50}$  sprechen). In der Ökotoxikologie beziehen sich  $EbC_{50}$  und  $ErC_{50}$  auf die Reduktion der Biomasse bzw. auf die Inhibition des Wachstums von Pflanzen oder Algen.

Hinweis: Die effektive Konzentration kann auch mit einer anderen Sterblichkeitsrate angegeben werden. **EC10** entspricht dann beispielsweise einer Sterblichkeitsrate von 10 %.

- **IC50** (Inhibitory Concentration 50): **mittlere Hemmkonzentration**  
(**Inhibitionskonzentration**)

Die mittlere Hemmkonzentration  $IC_{50}$  ist die statistisch errechnete Konzentration einer Substanz, die bei 50 % der exponierten Pflanzen innerhalb des Untersuchungszeitraums das Wachstum oder die Wachstumsrate hemmt. Dabei kann auch unterschieden werden in

- $ErC_{50}$  = mittlere Hemmkonzentration der Wachstumsrate.
- $EbC_{50}$  = mittlere Hemmkonzentration des Wachstums.

- **LOEC** (Lowest Observed Effect Concentration)

LOEC ist die niedrigste Prüfkonzentration, bei der innerhalb eines angegebenen Expositionszeitraums eine statistisch signifikante Wirkung vorliegt. Alle Testkonzentrationen, die die LOEC übersteigen, müssen verglichen mit dieser eine ebenso große oder größere Schadwirkung haben.

- **PNEC** (Predicted No-Effect Concentration)

PNEC ist die vorausgesagte auswirkungslose Konzentration eines bedenklichen Stoffes in der Umwelt. Der PNEC ist die Konzentration, unterhalb derer höchstwahrscheinlich kein negativer Effekt an dem jeweiligen Ökosystem auftritt. Im Prinzip kann für jedes Umweltmedium (Wasser, Boden, Sediment, Luft) ein PNEC ermittelt werden. Für die Zulassung von Bioziden muss gemäß Biozidgesetz und für die Registrierung von Stoffen muss gemäß REACH-Verordnung der PNEC bestimmt werden.

Üblicherweise werden die PNEC-Werte für Süßwasser (freshwater), Meerwasser (marine water), intermittierende Gewässer (intermittent releases; Gewässer, das zeitweise trocken fällt), Erdboden (terrestrial compartment-soil) und Abwasserbehandlungsanlage = Kläranlage (sewage treatment plant) angegeben. Oftmals sind die Werte zudem für Süßwassersediment (sediment in freshwater) und Meeressediment (sediment in marine water) angegeben.

- **PEC** (Predicted Environmental Concentration)

PEC ist die vorausgesagte wahrscheinliche Konzentration eines bedenklichen Stoffes in der Umwelt. Für die Bestimmung des PEC wird die Mobilität, der Abbau, die Persistenz, die Bioakkumulation der Substanz unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Eigenschaften und der biologischen Abbaubarkeit betrachtet. Aus diesen Daten wird der PEC abgeschätzt. Die Abschätzungen des PEC und PNEC sind in den ECHA "Leitlinien zu Informationsanforderungen und Stoffsicherheitsbeurteilung, Teil B: Ermittlung schädliche Wirkungen" beschrieben. In bestimmten Fällen kann es jedoch unmöglich sein, eine PEC zu bestimmen. In diesem Fall ist eine qualitative Expositionsbeurteilung erforderlich.

Für die Zulassung von Bioziden muss gemäß Biozidgesetz und für die Registrierung von Stoffen gemäß REACH-Verordnung die zu erwartende Exposition in der Umwelt ermittelt

werden. Es muss die auf den betreffenden Umweltbereich auswirkungslose Konzentration (PNEC) und die wahrscheinlichste Konzentration der Substanz in der Umwelt (PEC) abgeschätzt werden. Aus dem Verhältnis von PEC zu PNEC können die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt vorausgesagt werden. Ist das Verhältnis PEC/PNEC >1, dann ist die Substanz als kritisch für die Umwelt zu betrachten.

- **ATE (Acute Toxicity Estimates): Schätzwert „Akute Toxizität“**

Der Schätzwert Akute Toxizität ATE ist ein Begriff aus der CLP-Verordnung. Er wird verwendet, um einen Stoff oder ein Gemisch in die entsprechende Gefahrenkategorie der Gefahrenklasse „Akute Toxizität“ einzuordnen. Bei Stoffen entspricht der ATE-Wert vorhandenen LD50 /LC50-Konzentration. Liegen keine LD50 /LC50-Konzentrationen vor, dann müssen die ATE gemäß den Vorgaben der CLP-Verordnung abgeschätzt werden.

- **NOAEL (No Observed Adverse Effect Level)**  
= **NOAEC (No Observed Adverse Effect Concentration)**

Der NOAEL = NOAEC ist die höchste Dosis (Expositionskonzentration), bei der keine schädlichen (toxischen) Befunde beobachtet werden.

Adverse Effekte sind die Veränderungen in Morphologie, Physiologie, Wachstum, Entwicklung oder Lebenserwartung eines Organismus, die zu einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit oder zu einer Beeinträchtigung der Kompensationsfähigkeit gegenüber zusätzlichen Belastungen führen oder die Empfindlichkeit gegenüber schädlichen Wirkungen anderer Umwelteinflüsse erhöhen (WHO-Definition, 1994). Dazu gehören z.B. gravierende Körpergewichtsreduktionen, enzymatische Veränderungen, falls diese indikativ für pathologische Prozesse sind, Verhaltensveränderungen und neurophysiologisch erfassbare Abweichungen. Der NOAEL wird als Dosierung für Untersuchungen der chronischen Toxizität und zur Festlegung von Sicherheitskriterien für die Humanexposition herangezogen. Er dient als Richtwert für die Festlegung von duldbaren Expositionen des Menschen, dem sog. ADI-Wert(ADI = „Admissible Daily Intake“).

- **LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)**

Der LOAEL ist die niedrigste Dosis eines verabreichten chemischen Stoffes, bei der eine toxische Wirkung im Tierexperiment nachgewiesen wurde. Kann der NOAEL nicht aus Toxizitätsstudien ermittelt werden, wird die niedrigste geprüfte Konzentration/Dosis angegeben, bei der noch schädliche Wirkungen beobachtet werden.

- **NOEL (No Observed Effect Level) = NOEC (No Observed Effect Concentration)**

Der NOEL = NOEC ist die Höchste Dosis (Expositionskonzentration), bei der keine signifikanten Effekte (keine Abweichungen von der biologischen Norm) beobachtet wurden. Es ist die maximale nicht wirksame Dosis. Die Werte werden mit längerfristigen Prüfverfahren ermittelt. Signifikante Effekte sind Veränderungen, die als Hinweis auf eine Störung der Lebensabläufe zu werten sind wie z.B. leichte, nicht unbedingt toxische Veränderungen des Blutbildes.

- **NEL (No Effect Level)**

Der NEL ist die maximale Konzentration oder Dosis eines Stoffes, die Tieren verabreicht werden kann, ohne toxische Wirkungen hervorzurufen. Der NEL wurde durch den NOAEL bzw. NOEL ersetzt.

- **DMEL** (Derived Minimal Effect Level)

Der DMEL ist die abgeleitete Expositionshöhe, die einem geringen theoretisch möglichen Risiko, das es zu einer Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit kommt, entspricht. Er spiegelt ein niedriges, tolerierbares Risiko wider. Der DMEL wird für Stoffe, für die kein Schwellenwert angegeben werden kann, beispielsweise krebserzeugende Stoffe, abgeleitet.

- **PBT** (Persistent, Bioaccumulative, Toxic)

Ein PBT-Stoff zeichnet sich durch drei Eigenschaften aus: Er ist persistent (P), bioakkumulierbar (B) und toxisch (T) gemäß den Kriterien in REACH Anhang XIII. Persistent bedeutet, dass der Stoff schlecht bis minimal abbaubar ist und dadurch langfristig fortbesteht. Hier kann auch die Halbwertszeit in einem Medium oder mehreren Medien (z.B. Süßwasser, Meerwasser, Sediment, Boden) mit angegeben sein. Bioakkumulierbar bedeutet, ein Stoff wird in einem lebenden Organismus über die Nahrung oder über das umgebende Medium (etwa Wasser, Boden, Luft) aufgenommen und darin angereichert. Ein Parameter zur Abschätzung des Bioakkumulationspotenzials ist der BCF. Toxisch bedeutet, der Stoff kann ernsthafte Gesundheitsschäden bei längerer Exposition (neben Vergiftungserscheinungen auch bleibende Schäden wie krebserregend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend) verursachen.

- **vPvB** (very Persistent, very Bioaccumulative)

Ein vPvB-Stoff ist nur persistent (P) und bioakkumulierbar (B) ohne toxische Wirkung.

- **MTD** (Maximum Tolerated Dose): **Maximal verträgliche Dosis**

Höchste Dosis, die bei Tieren Anzeichen einer Toxizität verursacht, ohne jedoch wesentliche Auswirkungen auf die Überlebenszeit der Tiere während der jeweiligen Testdauer zu zeigen. Die maximal verträgliche Dosis ist gekennzeichnet durch toxische Wirkungen, die zwar noch nicht die Lebenserwartung verringern, aber mit physischen Veränderungen wie z. B. einer etwa 10%igen Verringerung der Gewichtszunahme einhergehen. Sie wird als Dosis in chronischen Toxizitätsstudien eingesetzt.

- **STOT** (Specific Target Organ Toxicity): **Spezifische Zielorgan-Toxizität**

Die Spezifische Zielorgan-Toxizität bezeichnet alle eindeutigen Auswirkungen auf die Gesundheit, die Körperfunktionen beeinträchtigen können, unabhängig davon, ob sie reversibel oder irreversibel sind, unmittelbar und/oder verzögert auftreten, sofern sie nicht ausdrücklich von den anderen toxikologischen Parametern abgedeckt werden. Zu den Auswirkungen zählen nicht die tödlich wirksamen. Dazu gehören z.B. eindeutige Veränderungen in einem oder mehreren Organen und im Nervensystem oder Veränderungen im Blutbild. Geringfügige Veränderungen, die nicht toxikologisch bedeutsam sind, werden nicht berücksichtigt bzw. angegeben. Es wird zwischen einmaliger und wiederholter (mehrmaliger) Exposition unterschieden, wobei alle Expositionswege auftreten können.

Bei der einmaligen Exposition treten die Auswirkungen aufgrund einer Einzeldosis/-konzentration auf. Dazu gehören z.B. auch narkotisierende Wirkungen oder Atemwegsreizungen als reversible Wirkungen.

Bei wiederholter Exposition treten die Auswirkungen aufgrund mehrmaliger Dosen/Konzentrationen auf.

Bei der STOT wird das Hauptzielorgan der toxischen Wirkung angegeben und die Auswirkungen mit dem oder den relevanten Expositionswegen beschrieben.

- **Koc (Adsorption Coefficient): Adsorptionskoeffizient**

Die Adsorptions- und Desorptionseigenschaften von Stoffen in der Umwelt werden durch die Bestimmung des Adsorptionskoeffizienten Koc angegeben. Adsorption ist die Ansammlung/Anreicherung von Substanzen an Bodenoberflächen, Desorption ist das Lösen/Entfernen von Substanzen von Bodenoberflächen. Im Boden adsorbiert der Stoff an den enthaltenen organischen Kohlenstoffverbindungen.

$Koc = c(\text{Boden}) / c(\text{Wasser})$ : Der Adsorptionskoeffizient Koc gibt das Verhältnis der Konzentration des Stoffes im Boden ( $c(\text{Boden})$ ) zu der Konzentration des Stoffes in der wässrigen Phase ( $c(\text{Wasser})$ ) im Adsorptionsgleichgewicht bezüglich des Anteils an organischem Kohlenstoff im Boden an.

Der Adsorptionskoeffizient Koc wird ohne Einheit unter Angabe der Prüfmethode / des Berechnungsverfahrens angegeben.

Wenn möglich sollten Aussagen zur Verteilung des Stoffes oder der Bestandteile des Gemisches im Boden oder in Abwasserreinigungsanlagen getroffen werden.

Für Abwasserreinigungsanlagen gibt er Auskunft, ob ein Stoff sich im Klärschlamm anlagert ( $c(\text{Klärschlamm})$ ) oder sich in der wässrigen Phase befindet ( $c(\text{Wasser})$ ).

$Koc = c(\text{Klärschlamm}) / c(\text{Wasser})$

Der Adsorptionskoeffizient ist stoffspezifisch und kann daher nicht für das Gemisch angegeben werden. Deshalb sollte diese Eigenschaft, soweit verfügbar und relevant, für jeden Bestandteil des Gemisches angegeben werden.

Der Adsorptionskoeffizient Koc kann z.B. bei der Vorhersage bzw. Abschätzung der Verfügbarkeit einer Chemikalie für den Abbau, die Umwandlung und die Aufnahme durch Organismen, für die Auswaschung aus dem Boden, für das oberflächliche Abfließen in natürliche Gewässer herangezogen werden.

- **pOW = KOW (Partition Coefficient): Verteilungskoeffizient**

Der Verteilungskoeffizient bezeichnet das Verhältnis der Gleichgewichtskonzentrationen einer gelösten Substanz in einem Zweiphasensystem aus zwei weitgehend unmischbaren Lösungsmitteln. Der Verteilungskoeffizient pOW gibt das Verhältnis der Konzentration eines Stoffes gelöst in n-Oktanol zu der Konzentration des Stoffes gelöst in Wasser an:

$pOW = c(\text{Stoff (n-Octanol)}) / c(\text{Stoff (Wasser)})$ .

Der Verteilungskoeffizient (p) wird gewöhnlich in Form seines Zehnerlogarithmus ( $\log pOW$ ) ohne Einheit unter Angabe der Prüfmethode/Berechnungsverfahren angegeben.

Aus dem Verteilungskoeffizient pOW können Aussagen über die Polarität des Stoffes und somit über seine Löslichkeit in Wasser und n-Oktanol getroffen werden. Je größer der Verteilungskoeffizient pOW ist, desto lipophiler bzw. hydrophober ist der Stoff oder das Gemisch. Aus dem Verteilungskoeffizient pOW kann auch auf das Potenzial einer chemischen Substanz zur Biokonzentration in Organismen geschlossen werden. Je größer der  $\log pOW$  einer Substanz ist, desto unlöslicher ist die Substanz in Wasser und desto löslicher in Fettgewebe, d.h. desto bioakkumulativer. Bei sehr hohen  $\log pOW$  ( $\log pOW > 6,5$ ) wird häufig eine Abnahme der Bioakkumulationstendenz beobachtet.

- **BAF bzw. BCF (Bio Concentration Factor): Bioakkumulationskoeffizient**

Der Bioakkumulationskoeffizient BAF gibt das Verhältnis der Konzentration eines Stoffes im Organismus zu der Konzentration des Stoffes in der umgebenden Matrix an:

$BAF = C(\text{Stoff (Organismus)}) / C(\text{Stoff (Umgebung)})$

Ist die umgebende Matrix Wasser, dann wird er als Biokonzentrationsfaktor BCF bezeichnet:

$BCF = C(\text{Stoff (Organismus)}) / C(\text{Stoff (Wasser)})$

Der Biokonzentrationsfaktor BCF wird ohne Einheit unter Angabe der Prüfmethode angegeben. Der Biokonzentrationsfaktor BCF ist bei Gemischen nur sinnvoll, wenn er bezogen auf die einzelnen Inhaltsstoffe angegeben wird. Für aquatische Lebewesen beschreibt der BCF nur die Stoffaufnahme über durchlässige Körperoberflächen. Gemäß CLP-Verordnung hat ein Stoff ein Akkumulationspotential, wenn der BCF-Wert >500 beträgt. Zwischen dem Verteilungskoeffizienten und dem Biokonzentrationsfaktor besteht für viele Stoffe ein linearer Zusammenhang. Der  $\log pOW = 4$  entspricht dann ungefähr dem  $BCF = 500$ . Allerdings zeigen Stoffe mit einem hohen  $\log pOW > 6$  oder einem Moleküldurchmesser von mindestens 0,95 nm im Fischtest keine Bioakkumulation. Nicht oberflächenaktive Substanzen mit  $\log pOW < 3$  und schwacher Adsorption sind nicht bioakkumulierbar. Es gilt als grobe Einschätzung:  $BCF < 1$ : nicht bioakkumulativ,  $BCF 1-10$ : schwach bioakkumulativ,  $BCF 10-100$ : mäßig bioakkumulativ,  $BCF 100-1000$ : bioakkumulativ,  $BCF 1000-5000$ : hoch bioakkumulativ,  $BCF > 5000$ : sehr hoch bioakkumulativ. Ist ein  $\log pOW$  und ein BCF vorhanden, dann gilt der experimentell bestimmte Biokonzentrationswert (er ist höherwertiger als ein berechneter Wert).

## 5. Störfall-Beurteilungswerte, die keine Relevanz mehr haben

Die in diesem Kapitel aufgelisteten Beurteilungswerte für die Gefahrenabwehr bei Schadstofffreisetzungen bzw. Störfällen haben in Deutschland keine Relevanz (mehr), aber können in der Literatur oder in Nachschlagewerken noch auftauchen. Aus diesem Grund werden die Werte rein zur Information nachfolgend kurz erläutert.

- **SBW: Störfallbeurteilungswerte**

Anfang der 90er Jahre hat der deutsche Verband der Chemischen Industrie (VCI) ein - bislang unveröffentlichtes - "Konzept zur Festlegung von Störfallbeurteilungswerten" vorgelegt. Diese Werte beziehen sich auf eine Einwirkzeit von 60 Minuten. Das Gefährdungsniveau sieht vor, dass in der Regel das Leben von Menschen nicht bedroht ist oder keine schwerwiegenden, insbesondere irreversiblen Gesundheitsschäden resultieren. Mit Einführung der AEGL- und der ERPG-Werte wurde das Konzept verworfen. Die SBW, von denen zurzeit 37 vorliegen, müssten vor dem Hintergrund der aktuellen Datenlage und der Fortentwicklungen in der Methodik erst einer Überprüfung unterzogen werden. Da es für alle 37 Stoffe bereits besser validierte Grenzwerte gibt, **sind die SBW nicht mehr zu verwenden.**

- **IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health (in der Literatur auch als "IDHL: Immediately Dangerous to Health and Safety" bezeichnet)**

Die US-amerikanische Arbeitsschutzbehörde (OSHA) und das Arbeitsschutzinstitut (NIOSH) entwickelten Mitte der siebziger Jahre ein Konzept von Störfallreferenzwerten. Hierbei soll den Einsatzkräften im Gefahrenbereich auch bei Ausfall des Atemschutzgerätes eine Flucht aus dem Gefahrenbereich möglich sein und Schadstoffbelastungen von bis zu 30 Minuten sollen nicht zu lebensbedrohlichen oder sonstigen schweren Gesundheitseffekten führen. Entsprechende IDLH-Werte wurden für 85 Stoffe berechnet. Problembereiche sind u.a., dass die Definition des Schutzziels nur ungenaue Kennzeichnungen des Schweregrads von tolerierten Effekten umfasst und die Werte zum Teil extrapoliert berechnet wurden. Dies führt dazu, dass manche IDLH-Werte mit AEGL-2 vergleichbar sind, während andere eher AEGL-3-Werten entsprechen. Als dritter Punkt ist zu beachten, dass eine Auswertung der Daten

nur auf der Ebene von Sekundärliteratur erfolgt und die Begründungen der Werte entsprechend ungenau sind. Sind AEGL- oder ERPG-Werte vorhanden, sind diese zu verwenden. **Die IDLH- bzw. IDHL-Werte sind wie die TEEL-Werte kritisch zu betrachten.**

- **EEL: Emergency Exposure Indices**

Mit seinem „Technical Report No. 43“ („Emergency Exposure Indices for Industrial Chemicals“ hat das „European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals“ (ECETOC) der europäischen Chemischen Industrie einen Beitrag zur Ableitung von Störfallgrenzwerten geliefert. Außer zwei im Rahmen der Methodik behandelten Beispielstoffen wurden bislang allerdings keine weiteren Werte abgeleitet. Mit Ausnahme einiger Abweichungen in der Definition der Schweregrade (EEL-3 umfasst nicht nur tödliche oder lebensbedrohliche Situationen, sondern soll auch bleibende Schädigungen („permanent incapacity“) ausschließen, ähnelt das Vorgehen dem AEGL-Konzept. Im Gegensatz zur letzterer bleibt die EEL-Methodik hinsichtlich des Umgangs mit Sicherheitsfaktoren jedoch unklarer. Wiederum in Analogie zu den AEGL-Werten könnten nach der EEL-Methodik auch Werte für unterschiedliche Zeithorizonte (z.B. 15, 30 und 60 Minuten) benannt werden.

- **ARE: Acute Reference Exposure**

Die US-amerikanischen Umweltbehörde EPA hat 1998 einen Entwurf für die Methodik zur Ableitung von akuten Referenzwerten vorgelegt. Primäres Ziel ist hierbei die Ableitung einer Konzentration oder Dosis ohne nachteilige Effekte. Anhand der vorgeschlagenen Methodik ist aber auch eine Abstufung von Effekt-Konzentrationen mit unterschiedlichem Schweregrad möglich. Diese werden als „Adverse Effect Level“ (AEL1 und AEL2) und „Franc Effect Level“ (FEL) bezeichnet. Die Kriterien dieser Werte stimmen nicht direkt mit denen der entsprechenden AEGL-Werte überein. So wird etwa die Frage der „Fähigkeit zur Flucht“ im AEL2 nicht berücksichtigt. Der FEL hingegen dürfte oftmals niedriger sein als die Schwelle zu lebensbedrohlichen oder tödlichen Effekten. Die vorgeschlagene ARE-Methodik wendet moderne mathematische Extrapolationstechniken (z.B. „Benchmark-Methode“ und „Kategorische Regression“) an, was jedoch eine gute Datenlage erfordert, die bei vielen Stoffen nicht gegeben ist. Ebenso wie in der AEGL-Methodik und unter gleichen Annahmen ist die Ableitung für verschiedene Zeiträume vorgesehen. ARE-Werte wurden bislang nur für einige wenige Beispielsstoffe berechnet. Die EPA ist im AEGL-Komitee vertreten.

## 6. Beurteilungswerte aus dem Arbeitsschutz aus den USA

Obwohl die Werte in Deutschland nicht relevant sind, sind in einigen Nachschlagewerken und Datenbanken auch die Beurteilungswerte aus dem Arbeitsschutz aus den USA angegeben. Aus diesem Grund werden die in der Literatur und in Datenbanken gelisteten Grenzwerte im Folgenden erläutert.

In den USA sind drei staatliche Stellen an der Erarbeitung und Festlegung von Grenzwerten beteiligt. Die oberste Stelle ist die OSHA (Occupational Safety and Health Administration = die Arbeitssicherheits- und Gesundheitsschutzbehörde). Deren Grenzwerte sind rechtsverbindlich von allen Arbeitgebern einzuhalten und die Behörde überwacht die Einhaltung ihrer drei OSHA-Grenzwerte (PEL OSHA, TEL OSHA, C OSHA). An zweiter Stelle kommt die ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Die ACGIH erarbeitet Empfehlungen für die Arbeitsplatzgrenzwerte, die

sogenannten TLVs (Threshold Limit Values). TLV ist ein geschützter Begriff der ACGIH. Die Einstufung ist die gleiche wie bei der OSHA. Die TLV-Werte werden in der Regel von der OSHA übernommen und sind deshalb meistens identisch mit den OSHA-Werten.

Zu guter Letzt betreibt das NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health = das nationale Institut für Arbeitssicherheit und Gesundheit), die Forschung im Bereich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes und erlässt basierend auf den aktuellen Forschungsergebnissen empfohlene Grenzwerte, die jedoch zum Teil anders definiert sind als die der OSHA und der ACGIH.

Zusammengefasst: die NIOSH empfiehlt anhand aktueller Forschungsergebnisse Grenzwerte (jedoch oftmals mit anderem Bezugszeitraum als ACGIH und OSHA), die ACGIH überprüft die Empfehlungen der NIOSH auch im Hinblick auf die Machbarkeit und erlässt in Zusammenarbeit mit den Praktikern Grenzwertempfehlungen, die OSHA legt zu guter Letzt fest, welche Grenzwerte politisch gewollt und rechtsverbindlich einzuhalten sind.

## 6.1 PEL-, STEL-, C-OSHA

**Die drei rechtsverbindlichen OSHA-Grenzwerte in den USA sind:**

- **PEL = PEL OSHA: Permible Exposure Limit of the OSHA**

Der PEL bzw. OSHA PEL Wert ist der gesetzlich vorgeschriebene Arbeitsplatzgrenzwert der USA für die durchschnittliche Exposition auf Basis eines 8 Stunden Arbeitstages bei einer 40 Stunden Woche (wie der AGW in Deutschland).

- **STEL = STEL OSHA: Short Time Exposure Limit of the OSHA**

Der STEL bzw. OSHA STEL Wert ist die gesetzlich zulässige kurzzeitige Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes für eine Dauer von 15 Minuten, die nicht mehr als 4 mal pro Arbeitstag (bei 8 h / Tag und 40 h / Woche Arbeitszeit) vorkommen darf und bei der immer mindestens 60 Minuten zwischen den Expositionszeiten mit Überschreitung des PEL liegen muss in den USA (im Gegensatz zum ähnlichen Momentanwert in Deutschland ist hier die Anzahl der zulässigen Überschreitungen pro Arbeitstag für jeden Stoff gleich festgelegt).

- **C = C OSHA: Ceiling Limit of the OSHA**

Der C bzw. OSHA C Wert ist der gesetzlich vorgeschriebene maximale Arbeitsplatzgrenzwert der USA. Dieser Wert darf zu keinem Zeitpunkt während einer Arbeitsschicht (bei 8 h / Tag und 40 h / Woche Arbeitszeit) überschritten werden in Bereichen, in denen Mitarbeiter ohne besondere persönliche Schutzausrüstung arbeiten.

## 6.2 TLV-TWA, TLV-STEL, TLV-C

**Die TLV (Threshold Limit Value of the ACGIH) der ACGIH sind wie folgt definiert:**

- **TLV-TWA = TLV TWA ACGIH: Threshold Limit Value - Time Weighted Average**

Der TLV-TWA bzw. TLV-TWA ACGIH ist analog dem PEL Wert die Empfehlung für den zeitgewichteten Mittelwert für die durchschnittliche Exposition auf Basis eines 8 Stunden Arbeitstages bei einer 40 Stunden Woche (wie der Arbeitsplatzgrenzwert in Deutschland).



- **TLV-STEL = TLV STEL ACGIH: Threshold limit value – Short-term exposure limit**

Der TLV-STEL bzw. TLV-STEL ACGIH ist analog dem STEL Wert die Empfehlung für die zulässige kurzzeitige Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes für eine Dauer von 15 Minuten, die nicht mehr als 4 mal pro Arbeitstag (bei 8 h / Tag und 40 h / Woche Arbeitszeit) vorkommen darf und bei der immer mindestens 60 Minuten zwischen den Expositionszeiten mit Überschreitung des TVL TWA liegen muss in den USA.

- **TLV-C = TLV C ACGIH: Threshold limit value – Ceiling limit**

Der TLV-C bzw. TLV-C ACGIH ist analog dem C Wert die Empfehlung für den maximal zulässigen Grenzwert, der auf keinen Fall während einer Arbeitsschicht (bei 8 h / Tag und 40 h / Woche Arbeitszeit) überschritten werden darf.

### 6.3 REL NIOSH, STEL NIOSH, C NIOSH

**Die Grenzwertempfehlungen der NIOSH werden wie folgt bezeichnet:**

- **REL NIOSH: Recommended Exposure Limit of the NIOSH**

Der REL NIOSH ist ähnlich dem PEL Wert die Empfehlung für den zeitgewichteten Mittelwert für die durchschnittliche Exposition auf Basis eines bis zu 10 Stunden Arbeitstages bei einer 40 Stunden Woche (die Wochenstunden sind gleich den anderen Werten, statt 8 werden hier jedoch auch bis zu 10 Stunden Arbeitstage mit betrachtet).

- **STEL NIOSH: Short-Term Exposure Limit of the NIOSH**

Der STEL NIOSH ist die Empfehlung für die zulässige kurzzeitige Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes für eine Dauer von 15 Minuten, die nur 1-mal pro Arbeitstag (bei 8 - 10 h / Tag und 40 h / Woche Arbeitszeit) vorkommen darf.

- **C NIOSH: Ceiling Limit of the NIOSH**

Der C NIOSH ist analog dem C Wert die Empfehlung für den maximal zulässigen Grenzwert, der auf keinen Fall während einer Arbeitsschicht (bei 8 - 10 h / Tag und 40 h / Woche Arbeitszeit) überschritten werden darf.

## Anhang

### Anhang I Definitionen PBT- und vPvB-Stoffe

#### Definition PBT-Stoffe:

Erfüllt ein Stoff die im Folgenden aufgeführten Kriterien für Persistenz, Bioakkumulation und Toxizität, dann wird er gemäß REACH-Verordnung als PBT-Stoff identifiziert:

persistent: Halbwertszeit in Meerwasser >60 Tage oder  
Halbwertszeit in Süßwasser oder Flussmündungen >40 Tage oder  
Halbwertszeit in Meeressediment > 180Tage oder  
Halbwertszeit in Süßwasser- od. Flussmündungssediment > 120 Tage oder  
Halbwertszeit im Boden > 120 Tage

bioakkumulierbar: BCF > 2000

toxisch: NOEC (Meeres- oder Süßwasserlebewesen) < 0,01 mg/l oder  
krebserzeugend (Kategorie 1, 2 bzw. 1A, 1B),  
mutagen (Kategorie 1, 2 bzw. 1A, 1B) oder  
fortpflanzungsgefährdend (Kategorie 1,2,3 bzw. 1A, 1B, 2) oder  
andere chronische Toxizitäten mit Einstufung T, R48  
oder Xn, R48 bzw. STOT RE, Kategorie 1, 2

#### Definition vPvB-Stoffe:

Erfüllt ein Stoff die im Folgenden aufgeführten Kriterien für hohe Persistenz und hohe Bioakkumulation, dann wird er gemäß REACH als vPvB-Stoff identifiziert:

sehr persistent: Halbwertszeit in Meerwasser od. Süßwasser oder  
Flussmündungen >60 Tage oder  
Halbwertszeit in Meeressediment oder Süßwasser- oder  
Flussmündungssediment > 180Tage oder  
Halbwertszeit im Boden > 180 Tage

sehr bioakkumulierbar: BCF > 5000

### Anhang II Quellen:

GISBAU – Gefahrstoffinformationssystem der BG Bau (<http://www.bgbau.de/gisbau>)

REACH-Infoportal Umweltbundesamt (<http://www.reach-info.de/>)

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ([www.baua.de](http://www.baua.de))