



# Tox-Info 2



## “Werte“ und ihre Anwendung





Die Schriftenreihe wird in unregelmäßigen Abständen in gedruckter Form erscheinen und aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Toxikologie und der Umweltverwaltung beinhalten.

Das Tox-Info soll Fragestellungen allgemeiner und spezieller Art, aus allen Bereichen und Randbereichen der Toxikologie behandeln. Es soll Ihnen nützliche Hintergrundinformationen liefern. Damit wir die Schriften an Ihre Bedürfnisse anpassen können, sind wir darauf angewiesen, von Ihnen zu erfahren, welche Fragestellungen für Ihr Arbeitsgebiet von besonderem und breiterem Interesse sind. Daher bitten wir Sie, uns formlos und stichpunktartig zu jeder Zeit darüber zu informieren, zu welchen Themen bei Ihnen im Hause Informationsbedarf besteht und welche Themen Sie gerne in Form einer kleinen Broschüre aufgearbeitet hätten. Da die Schriftenreihe „Tox-Info“ allgemeinen Charakter haben soll, werden einzelfallbezogene Fragestellungen von uns in Form von Stellungnahmen bearbeitet werden.

## **Impressum:**

Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht  
Amtsgerichtsplatz 1  
55276 Oppenheim  
Telefon 06133 / 9450-0  
Telefax: 06133 / 9450-155

Ansprechpartner Toxikologie:

Dr. rer. nat. Anja Ramstöck  
(Fachchemikerin für Toxikologie)  
Abt. 6  
Rheinallee 105  
55118 Mainz  
Telefon: 06131 – 967-473  
Telefax: 06131 – 967-483  
E-Mail: [anja.ramstoeck@lfug.rlp.de](mailto:anja.ramstoeck@lfug.rlp.de)

Ansprechpartner Chemikalienrecht:

Dr. rer. nat. Monika Leonhard  
Abt. 2  
Rheinallee 79 - 81  
55118 Mainz  
Telefon: 06131 – 967-440  
Telefax: 06131 – 674920  
E-Mail: [monika.leonhard@lfug.rlp.de](mailto:monika.leonhard@lfug.rlp.de)

Titelbild:

PARACELSUS (1493 – 1541)  
(Phillipus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim)

Mainz, Februar 2004



## Einleitung

Mitarbeiter in der Verwaltung des Umwelt- und Gesundheitsbereiches sehen sich manchmal gezwungen, Einzelfallentscheidungen treffen zu müssen, für die keine eindeutigen Handlungsanweisungen existieren. Ein häufiger Fall ist dabei die Exposition gegenüber chemischen Stoffen und die Beurteilung, ob von der Exposition Gefahren für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt ausgehen.

Im einfachsten Fall findet der Mitarbeiter einen gesetzlich geregelten Grenzwert für den Stoff **und** das Expositionsszenario.

Bei der Überschreitung des Grenzwertes hat der Mitarbeiter alle Möglichkeiten, im Rahmen des jeweiligen Gesetzes, Maßnahmen zu veranlassen. Im schwierigsten Fall liegen dem Mitarbeiter weder Regelungen noch Informationen zu dem Stoff vor.

Am häufigsten ist jedoch der Einzelfall so gelagert, dass der Mitarbeiter zwar regulatorische Werte für den Stoff findet, diese aber nicht für das zu beurteilende Szenario gelten. Der Mitarbeiter, der diese Werte als Bewertungsgrundlage für seine Entscheidung benutzen möchte, muss sich über folgende Fragen Klarheit verschaffen:

- Inwieweit ist das zu beurteilende Szenario mit demjenigen vergleichbar, dem der gefundene Wert zugrunde liegt?
- Inwieweit ist das zu beurteilende Schutzgut mit dem Schutzgut, auf das sich der gefundene Wert bezieht, vergleichbar?
- Sind die Ziele und Hintergründe, die zu dem gefundenen Wert geführt haben, vergleichbar mit den Zielen, die bei der Beurteilung des Einzelfalls angestrebt werden?

Eine Vernachlässigung dieser Fragen und die kritiklose und wahllose Verwendung von „Werten“ führt sehr schnell dazu, dass eine mögliche Gefährdung falsch beurteilt wird, was entweder zu überzogenen oder zu zu kurz greifenden Maßnahmen führen kann.

Im Folgenden soll versucht werden, die wichtigsten regulatorischen Werte und Einstufungen sowie ihre Verbindlichkeiten darzustellen.

## Verbindlichkeit von Werten

### **Gesetzlich geregelte Werte**

Gesetzlich geregelte Werte (z. B. Grenzwerte) sind rechtsverbindlich. Sie werden in den ausführenden Verordnungen zu den jeweiligen Gesetzen veröffentlicht. Auch wenn eine Überschreitung eines gesetzlich geregelten Wertes nicht unbedingt zu einer gesundheitlichen Gefährdung führt, so stellt es doch einen Verstoß gegen eine Rechtsnorm dar und erfordert somit Handlungsbedarf. Bei diesen Werten ist der Geltungsbereich klar definiert.

### **Richtwerte**

Richtwerte stellen Empfehlungen dar und sind nicht verbindlich. Sie werden in der Regel von Fachbehörden und Fachgremien entwickelt und sind toxikologisch begründet. Sie haben den Charakter eines vorausgenommenen Gutachtens. Die Überschreitung eines Richtwertes ist zwar an sich ein strafloses Vergehen, die Beweislast kehrt sich aber um. Bei Überschreiten eines Richtwertes liegt die Beweislast **nicht** mehr bei der geschädigten Person.

Richtwerte können zu unterschiedlichen Zwecken konzipiert werden. Es kann sich um Vorsorgewerte zum vorsorglichen Schutz handeln, aber auch um Eingreifwerte zur Gefahrenabwehr, die ein sofortiges Handeln erfordern.

Ein technischer Richtwert beschreibt eine gerätetechnische Nachweisgrenze.

### **Referenzwerte**

Referenzwerte haben die geringste Verbindlichkeit. Sie stellen Hintergrundwerte, Vergleichswerte oder Normalwerte bei durchschnittlicher und ubiquitärer Belastung dar. Sie dienen dazu, sich einen Überblick über die allgemeine Belastung zu machen. Ein Überschreiten dieser Werte zeigt in der Regel eine Zusatzbelastung an, ist aber meistens ohne toxikologische Relevanz.

Sind Referenzwerte auf der Basis toxikologischer oder regulatorischer Erwägungen festgelegt worden, spricht man meistens von Beurteilungswerten oder Orientierungswerten. Charakteristische Beispiele von Referenzwerten sind in den Berichten von Umweltsurveys enthalten.

## Anwendungsbereiche von Werten

Für eine Substanz können in unterschiedlichen Rechtsbereichen und in unterschiedlichen ausführenden Verordnungen gesetzliche Regelungen gefunden werden. Daraus resultieren die möglicherweise vielfältigen Werte und Einstufungen.

**In der folgenden Tabelle sind exemplarisch einige ausgewählte Werte und Einstufungen am Beispiel von DDT dargestellt, die humantoxikologisch relevant sind.**

ChemG	R 25: Giftig beim Verschlucken R 48/25: Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken R 40: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung	Rechtsnorm
GefStoffV	„Null-Wert“ (Herstellungs- und Verwendungsverbot)*	Rechtsnorm
ChemVerbotsV	„Null-Wert“ (Verbot des Inverkehrbringens)*	Rechtsnorm
TRGS 900	MAK-Wert: 1 mg / m <sup>3</sup> der einatembaren Fraktion	Rechtsnorm
LMBG	„Null-Wert“ (Verwendungsverbot in Bedarfsgegenständen)	Rechtsnorm
RHmV	10 mg/kg - Tabak 5 mg/kg - Fische, Krebs- und Weichtiere (+ Erzeugnisse) 1 mg/kg - Gewürze, Rohkaffee 1 mg/kg - Fleisch, Milch (+ Erzeugnisse) 0,5 mg/kg - teeähnliche Erzeugnisse 0,5 mg/kg - Eier 0,2 mg/kg - Tee 0,1 mg/kg - Kakaokerne 0,05 mg/kg - andere pflanzliche Lebensmittel 0,05 mg/kg - Honig	Rechtsnorm
BBodSchV	<i>Direktpfad Boden-Mensch:</i> 40 mg/kg TS - Kinderspielflächen 80 mg/kg TS - Wohngebiete 200 mg/kg TS - Park- und Freizeitflächen — - Industrie- und Gewerbegebiete <i>Pfad Boden - Grundwasser:</i> 0,1 µg/L - im Sickerwasser	Rechtsnorm
TrinkWV	0,1 µg/L	Rechtsnorm
ADI (WHO)	20 µg/kg KG	Richtwert
TRD (UBA)	1 µg/kg KG	Richtwert
HBM (UBA)	0,9 mg/kg Fett in der Muttermilch	Referenzwert

(TS: Trockensubstanz; KG: Körpergewicht)

\*Möglichkeiten der Ausnahme sind vorgesehen zu Forschungs- und Analysezwecken sowie zur Synthese anderer Stoffe.

## **Chemikalienrecht:**

Ziel des Chemikalienrechts ist der Schutz des Menschen und der Umwelt vor gefährlichen Stoffen. Die formale Einstufung nach relativ einfachen Kriterien bewirkt, dass dafür sensibilisiert wird, vorsichtig mit dieser Substanz umzugehen. Des Weiteren wird ermöglicht, solcherart eingestufte Substanzen einer strengeren Kontrolle und Überwachung zu unterziehen, was in jedem Fall einen Sicherheitsgewinn bietet.

### **Chemikaliengesetz (ChemG)**

Das Chemikaliengesetz legt Kriterien fest, nach denen es „gefährliche Stoffe“ definiert. DDT wird als „giftig beim Verschlucken“, als „giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken“ und als „umweltgefährlich“ eingestuft. Zudem besteht ein Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. Daraus ergibt sich die Kennzeichnung mit den Gefahrensymbolen T und N und die Zuordnung der R-Sätze R25-40-48/25-50/53. Der R-Satz 50/53 bezieht sich auf die ökotoxikologischen Wirkungen von DDT und soll im Folgenden nicht weiter diskutiert werden.

Eine Substanz kann unter Umständen auch alleine mit R 25, giftig beim Verschlucken, und dem Gefahrensymbol des Totenkopfes gekennzeichnet sein. Die Einstufung „giftig“ erhalten Substanzen, bei denen die LD<sub>50</sub>, Ratte, oral zwischen 25 und 200 mg/kg Körpergewicht liegt. Die LD<sub>50</sub> ist ein Maß für die akute Toxizität. Es ist diejenige Dosis, bei der 50 % der Versuchstiere sterben. Die Substanz wird in einer einmaligen Gabe oral verabreicht, d. h. meistens per Schlundsonde in den Magen eingegeben. Nach maximal 14 Tagen der Beobachtung werden die überlebenden Tiere gezählt.

Die Aussagekraft der LD<sub>50</sub> (Ratte, oral) für das Risiko eines exponierten Menschen ist quasi gleich Null. Eine akute Vergiftung über den Magen-Darm-Trakt mit größeren Mengen einer Umweltchemikalie gibt es eigentlich nur in seltenen Suizid- oder Mordfällen. In der Regel ist die Bevölkerung kleinen Mengen über längere Zeiträume ausgesetzt, also einer längerfristigen Exposition gegenüber sehr kleinen Dosen.



R 48 wird vergeben, wenn es Hinweise auf eine chronische Toxizität der Substanz gibt. Für diese Einstufung werden Toxizitätsprüfungen an Tieren, in der Regel Ratten, vorgenommen. Dabei können sowohl der 28-Tage-Test (subakut), oder der 90-Tage-Test (subchronisch) verwendet werden. Aus wirtschaftlichen Gründen wird, wegen der kürzeren Dauer, der 28-Tage-Test bevorzugt, wenn keine rechtlichen Gründe dagegen sprechen. Bei diesem Test wird die Substanz ebenfalls oral verabreicht. Es werden drei (ggf. vier) Dosisgruppen und eine unbehandelte Kontrollgruppe verwendet. Die verabreichten Dosen erstrecken sich von der maximal tolerablen Dosis (MTD), bei der zwar toxische Reaktionen beobachtet werden aber kein Tier stirbt oder stark siecht, bis hin zur unwirksamen Schwellendosis des NOAEL (no observed adverse effect level). Bei der Auswertung dieser Tests werden viele toxikologische Endpunkte erhoben wie Blutwerte, Enzymstatus, ZNS-Wirkungen (Reaktionsverhalten etc.) und Organveränderungen.

Das darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich um einen reinen Tierversuch handelt. Die Übertragbarkeit auf die Verhältnisse beim Menschen wird nicht weiter diskutiert und auch nicht geprüft, auch wenn bekannte speziesspezifische Toxizitätsmechanismen nicht in die Beurteilung mit eingehen. Am Ende dieses regulatorischen Vorganges stehen auch nicht die Konzentrationsbereiche, innerhalb derer die Wirkungen in dem Beobachtungszeitraum von 28 Tagen beobachtet wurden, sondern die formale Einstufung und Kennzeichnung mit R 48.

Die formale Einstufung liefert keine Information für eine Risikoabschätzung für das Szenario im Einzelfall. Ein Einzelfall mit exponierten Menschen lässt sich mit den Ergebnissen dieser Tests nicht so ohne weiteres bewerten, zumal die verwendeten Testkonzentrationen nicht öffentlich zugänglich sind.

R 40 wird vergeben, wenn ein Stoff gemäß Gefahrstoffverordnung als krebserzeugend der Kategorie 3 eingestuft wurde. In Kategorie 3 werden Stoffe eingestuft, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus Tierversuchen liegen zwar Anhaltspunkte vor, jedoch reichen diese nicht aus, den Stoff in Kategorie 2 (krebserzeugend für den Menschen) einzustufen. Stoffe, bei denen man sicher ist, dass sie keine krebserzeugende Wirkung haben, werden nicht kategorisiert.

## **Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV)**

Für DDT besteht in Deutschland ein allgemeines Herstellungs-, Verwendungs- und Inverkehrbringungsverbot. Der Grund dafür ist nicht die akute oder chronische Toxizität. DDT hat keine so hohe toxische Potenz, die es verbieten würde, mit dieser Substanz umzugehen. Es sind ökologische Gründe, die zu dem Verbot geführt haben. Die Substanzen reichern sich in der Umwelt an und persistieren dort mehrere Jahre oder Jahrzehnte.

### **TRGS 900, Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)**

In der TRGS 900 (Technische Regeln für Gefahrstoffe) sind unter anderem die MAK-Werte aufgelistet. MAK-Werte existieren für Stoffe, die eine toxische Wirkung haben können. Krebserregende Stoffe werden nicht mit MAK-Werten belegt, sondern sind über die TRK-Werte (Technische Richtkonzentrationen) geregelt. Mit den ebenfalls rechtlich verbindlichen TRK-Werten wird die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach Stand der Technik erreicht werden kann, definiert. Hier greift im Wesentlichen das „Minimierungsgebot“, das Toxikologen für Kanzerogene fordern.

MAK-Werte sind gesetzlich geregelte Grenzwerte aus dem Bereich des Arbeitsschutzes. U.a. werden von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe toxikologisch abgeleitete Werte vom Bundesarbeitsminister in den Rang dieses gesetzlichen Grenzwertes erhoben. Die Messung erfolgt in der Luft. Zur Bestimmung des MAK-Wertes wird der inhalative Pfad berücksichtigt, auf die Möglichkeit der Aufnahme der Substanz über die Haut (Hautresorption) wird hingewiesen.

Der Geltungsbereich ist daher wie folgt definiert:

- auf den Arbeitsplatz beschränkt
- auf die Aufnahme über den Luftpfad beschränkt
- Exposition für nicht mehr als acht Stunden pro Tag
- durchschnittliche Wochenarbeitszeit von 40 Stunden

Bei Einhaltung der MAK-Werte soll unter diesen Bedingungen im Allgemeinen die Gesundheit des Arbeitnehmers nicht beeinträchtigt werden.

Für eine Gefährdungsabschätzung im Rahmen einer Einzelfallentscheidung ist der MAK-Wert nur sehr bedingt geeignet. Die normale Bevölkerung setzt sich nicht nur aus Arbeitnehmern zusammen, es gibt auch empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Schwangere, Kinder, chronisch Kranke und alte Menschen. Üblicherweise ist die Exposition gegenüber Umweltchemikalien über 24 Stunden am Tag, 7 Tage in der Woche und über ein ganzes Leben (70 Jahre) anzunehmen. Die Exposition gegenüber DDT beispielsweise verläuft in der Normalbevölkerung in erster Linie über den oralen Pfad.

### **Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG)**

Das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz regelt den Gehalt von Schadstoffen, Gefahrstoffen und Umweltchemikalien in Lebensmitteln und Bedarfs- oder Dekorationsgegenständen. Ziel ist der Schutz der Verbraucher vor gefährlichen Stoffen. Nach dem Gesetz dürfen in Dekorationsgegenständen keine Stoffe enthalten sein, die nach ChemG als gefährliche Stoffe eingestuft wurden. Darunter fällt beispielsweise auch DDT.

### **Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV)**

Die Rückstandshöchstmengenverordnung ist eine ausführende Verordnung des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes. Sie regelt den maximal zulässigen Gehalt an Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln, von dem keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei durchschnittlichen Verzehrgewohnheiten über die gesamte Lebenszeit zu erwarten sind. Der maximal zulässige Gehalt von Umweltchemikalien in Lebensmitteln, die keine Pflanzenschutzmittel sind, werden analog dazu in der Schadstoffhöchstmengenverordnung (SchHmV) geregelt.

Die Mengen, die zulässig sind, sind einerseits toxikologisch begründet, berücksichtigen aber auch die durchschnittliche Verbrauchsmenge des jeweiligen Nahrungsmittels durch den Durchschnittsbürger. Tabak, der nicht gegessen und vor Verbrauch meistens verbrannt wird (Ausnahme Kautabak), hat damit einen relativ hohen Grenzwert. Gewürze und Rohkaffee, die man normalerweise nicht in größeren Mengen konsumiert, haben daher auch einen höheren Grenzwert als andere Lebensmittel pflanzlicher Herkunft. Diese Werte geben durchaus einen Hinweis auf die Menge, die bei oraler Aufnahme (Lebensmittel) oder inhalativer Aufnahme (Tabak) unbedenklich für den Menschen ist, jedoch ergeben sich zwangsläufig andere Konsequenzen, wenn ein Szenario analog „Tabak“, „Fisch“ oder „Honig“ bewertet wird.

## **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)**

Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung nennt für den Direktpfad Boden-Mensch und die orale Boden- und Substanzaufnahme Prüfwerte. Diese Prüfwerte gelten abhängig von der jeweiligen Nutzung der Fläche. Für die Nutzung Industrie- und Gewerbegebiete wird nur der inhalative Pfad als relevant angesehen, so dass Stoffe ohne relevante inhalative Toxizität für diese Nutzung keine Prüfwerte aufweisen. Die Prüfwerte sind toxikologisch abgeleitet, berücksichtigen die ubiquitäre Hintergrundbelastung und beinhalten einen Gefahrenbezug. Bei Überschreiten des Prüfwertes soll eine hinreichende Wahrscheinlichkeit auf eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei weiter andauernder Exposition wahrscheinlich sein. Ein Unterschreiten der Prüfwerte entlässt die Fläche aus dem Altlastverdacht.

Dem Sickerwasserprüfwert liegt als Schutzgut das Grundwasser zugrunde. Der Prüfwert für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser kann für eine Gefährdungsabschätzung der Exposition für den Menschen in erster Näherung nicht verwendet werden.

## **Trinkwasserverordnung (TrinkWV)**

Die Trinkwasserverordnung ist eine nachgeordnete Verordnung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Das WHG legt sehr strenge Schutzkriterien an das Wasser, insbesondere an das Grundwasser, an, da es sich dabei um eine absolut lebensnotwendige und nicht unbegrenzt zur Verfügung stehende Ressource für den Menschen handelt. Ziel ist, das Grundwasser, umfassend und unabhängig von seiner Nutzung, vor anthropogenen Verunreinigungen zu schützen und in seiner natürlichen Beschaffenheit zu bewahren. Das gesamte Wasserrecht ist vom Gedanken der Vorsorge, weniger der Gefahrenabwehr, geprägt.

Die Werte der Trinkwasserverordnung gelten zwar ab Wasserwerk, es ist jedoch Inhalt des Wasserrechtes, dass Grundwasser/Quellwasser ohne weitere Aufbereitung auch trinkbar sein soll.

Die Werte der TrinkWV haben unterschiedliche Herkunft:

- Bei Werten für Pflanzenschutzmittel/Biozide handelt es sich um reine Vorsorgewerte. Man legte fest, dass diese Substanzen im Grundwasser/Trinkwasser per se nichts zu suchen haben und wählte die technisch erreichbare Bestimmungsgrenze als Grenzwert aus. Für einige dieser Substanzen (Aldrin, Dieldrin, Heptachlor, Heptachlorepoxyd) gelten mittlerweile auch Werte deutlich unterhalb des allgemeinen Grenzwertes.
- Andere Parameter werden toxikologisch begründet. Von lebenslangem Genuss des Wassers mit durchschnittlich 2 Litern am Tag soll keine Gesundheitsbeeinträchtigung erwartet werden.
- Wieder andere Parameter sind über ihre Geruchs- und Geschmacksschwelle, nicht über ihre Toxizität, geregelt.
- Es gibt Werte, die aufbereitungstechnisch bedingt sind. Stoffe, die zur Desinfektion und Aufbereitung des Wassers eingesetzt werden, dürfen nach der Aufbereitung nicht mehr in wesentlichem Umfang im Wasser enthalten sein.
- Andere Trinkwassergrenzwerte beruhen auf geogen bedingten Hintergrundbelastungen, die zwar nicht vermeidbar sind, durch anthropogene Einflüsse jedoch nicht erhöht werden sollen.

Für eine Gefährdungsabschätzung eines zu beurteilenden Expositionsszenarios eignen sich daher die Werte der TrinkWV nur sehr bedingt.

### **Acceptable daily intake (ADI)**

Für viele Stoffe werden von der WHO sogenannte ADI-Werte (acceptable daily intake) abgeleitet. Die ADI-Werte werden im deutschen Sprachraum auch TDA-Werte (tolerable tägliche Aufnahme) genannt. Sie sind toxikologisch abgeleitet und nennen den Höchstwert, den man über die gesamte Lebenszeit täglich aufnehmen kann, ohne dass gesundheitliche Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

ADI-Werte gelten nur für die orale Aufnahme des Stoffes. Für krebserregende Stoffe werden keine ADI-Werte abgeleitet, sondern das sogenannte „unit-risk“ oder „Risikoeinheit“. Es gibt an, mit wieviel zusätzlichen Krebsfällen in einer Geburtskohorte von gleich exponierten Personen im Verlauf von 70 Jahren durch die Exposition zu rechnen ist.

Auch andere Institutionen leiten dem ADI vergleichbare Werte ab, wie zum Beispiel die RfD (reference dose) der US EPA (environmental protection agency) oder der mrl (minimum risk level) der ATSDR (agency for toxic substances and disease registry) der USA. Bei den verschiedenen Institutionen kann es durchaus zu unterschiedlich hohen Werten kommen, da möglicherweise verschiedene Grundannahmen und Bewertungen zur Ableitung verwendet wurden.

Sofern man geeignete Expositionsannahmen für den zu beurteilenden Einzelfall aufstellen kann, eignen sich ADI-Werte relativ gut zur Gefährdungsabschätzung.

### **Tolerable resorbierte Dosis (TRD)**

Der TRD-Wert ist eine Steigerung des ADI-Wertes. Er beschreibt nicht mehr die zugeführte oral aufgenommene Dosis, sondern die resorbierte Dosis über alle möglichen Aufnahmepfade. Der TRD-Wert ist eine Abschätzung für die innere Belastung. Er berücksichtigt die Resorptionsrate der Substanz. Gibt es keine Anhaltspunkte für die Resorptionsrate, wird eine Resorption von 100 % angenommen. In dem Fall entspricht der TRD-Wert zumindest beim oralen Aufnahmepfad dem ADI-Wert. Für die Zielkonzentration am Zielorgan kann man für Umweltchemikalien in der Regel keine Aussagen treffen, da aus ethischen Gründen keine Versuche zur Bioverfügbarkeit mit Probanden möglich sind.

Für kanzerogene Stoffe gibt es keine TRD-Werte, es wird auch hier das unit-risk verwendet. TRD-Werte werden vom Umweltbundesamt (UBA) abgeleitet und von einem Expertengremium konsentiert. Ein konsentierter TRD-Wert bietet fachlich eine recht gute Bewertungsgrundlage.

### **Kommission Human-Biomonitoring (HBM)**

Die Kommission Human-Biomonitoring untersucht die Gehalte bestimmter Substanzen in bestimmten Körpermedien (Blut, Urin, Speichel, Haare) in Bevölkerungsstichproben. Die Referenzwerte werden nach einem vorgegebenen statistischen Verfahren aus den Messwerten ermittelt. Es handelt sich also um einen statistischen Wert, der die Konzentration des Stoffes zum Zeitpunkt der Untersuchung für die jeweils untersuchte Bevölkerungsgruppe angibt. Ihm kommt per se keine gesundheitliche Bedeutung zu. Er gibt vielmehr eine allge-

meine Hintergrundbelastung in einer Bevölkerungsgruppe an. Eine Überschreitung des Referenzwertes zeigt zwar eine Zusatzbelastung an, Aussagen zur Gesundheitsbeeinträchtigung können jedoch nicht gemacht werden. Der Referenzwert für DDT in Frauenmilch beispielsweise basiert auf den Daten von 1994 und gilt nur für die alten Bundesländer.

In neuerer Zeit (Publikation in 2001) unterteilt die Kommission Human-Biomonitoring die Referenzwerte in HBM-I- und HBM-II-Werte.

#### HBM-I

Bei Überschreitung des HBM-I-Wertes wird empfohlen, den Befund durch weitere Messungen zu kontrollieren und, bei Bestätigung, der Ursache der Erhöhung nachzuforschen.

#### HBM-II

Der HBM-II-Wert entspricht einer Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei deren Überschreitung für den Betroffenen eine relevante gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist. In dem Fall ist eine umweltmedizinische Betreuung des Betroffenen zu veranlassen und möglichst umgehend Maßnahmen zur Minderung der Belastung zu ergreifen.

Für den Fall, dass man im zu beurteilenden Expositionsszenario Messdaten des Stoffes in Körpermedien besitzt, kann eine Orientierung an den HBM-Werten sehr nützlich sein.

## **Quellen und Literatur**

### **weitere Gesetze:**

Richtlinie 67/548/EWG und Anhänge

### **Literatur:**

Kühn Birett; Merkblätter gefährliche Arbeitsstoffe, ecomed-Verlagsges.

BIA-Report; Gefahrstoffe am Arbeitsplatz; neueste Auflage

Eikmann, Heinrich, Heizow, Konietzka; Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, Toxikologische Basisdaten und ihre Bewertung, Erich-Schmid-Verlag, Hauptwerk bis 8. Erg.-Lfg. vom Okt. 2003.

BMU; Bekanntmachung über Methoden und Maßstäbe für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmewerte nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 18.6.1999, Bundesanzeiger vom 28.8.1999, Nr. 161a.