

Programm zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe

T. H. BROCK

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg, Bundesrepublik Deutschland

Um möglichen Gefahren beim Umgang mit Chemikalien besser begegnen zu können, nahm die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie 1977 die Arbeiten an einem *Programm zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe* – kurz „Programm“ – auf. Ziel war es die für den sicheren Umgang mit Chemikalien erforderlichen toxikologischen Erkenntnisse zusammenzutragen und Wissenslücken durch eigene Untersuchungen zu schließen. Im Mittelpunkt dieser Betrachtungen steht der Mensch am Arbeitsplatz.

Während das EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances) etwa 100000 Altstoffe zur Vermarktung in der EU enthält, wird nur eine deutlich geringere Zahl in merklichen Tonnagen produziert. Für das „Programm“ werden daher die in Tonnagen über 10 Jahrestonnen in der Bundesrepublik Deutschland produzierten Chemikalien ausgewählt und einem Priorisierungsverfahren zugeführt. Wichtig für die Betrachtung ist dabei, dass es sich um Stoffe handelt, die in der Industrie eine Rolle als Ausgangs-, Zwischen-, End- oder Hilfsprodukte spielen. Dabei ist neben dem Umfang der Produktion auch die Art des Umgangs und die damit verbundene Exposition von Bedeutung. Stoffe, die einen Weg in den Verbrauchssektor finden, haben dabei eine besondere Priorität. Anhaltspunkte für eine gesundheitsschädigende Wirkung können werksärztliche oder betriebliche Erfahrungen sein, Hinweise aus der Literatur oder Analogieschlüsse zu bekanntermaßen schädigenden Stoffen, wie etwa alkylierenden Reagenzien oder aromatischen Aminen. Hierbei werden neben den Hinweisen aus den Unternehmen selber auch Hinweise aus anderen Gremien wie dem Beratergremium für Altstoffe (BUA) der Gesellschaft Deutscher Chemiker), der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und insbesondere auch der Technischen Aufsichtsbeamten aufgenommen. Stoffe, die bereits in andere nationale oder internationale Untersuchungsprogramme aufgenommen worden sind, werden in der Regel nicht berücksichtigt, um Doppelarbeit zu vermeiden. Hierzu bestehen auch Absprachen mit der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (MAK-Kommission), mit dem European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC) und mit der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Darüber hinaus erfolgt ein reger Datenaustausch mit nationalen und interna-

tionalen Institutionen, Organisationen und Firmen. Dadurch ist es beispielsweise möglich, bisher nicht publizierte Ergebnisse experimenteller Studien aus dem In- und Ausland zu berücksichtigen. Umgekehrt konnten durch die Ergebnisse der durch die BG Chemie initiierten experimentellen Untersuchungen in den Altstoffprogrammen der EU, der U.S. Environmental Protection Agency, des U.S. National Toxicology Program und der OECD Doppelarbeiten vermieden werden.

Im Rahmen eines Punktesystems werden die Stoffe bezüglich ihrer Priorität mit einer Prioritätskennzahl zwischen 4 und 64 bewertet. Dabei sind die Faktoren „Exposition“ und „stoffimmanente Gefahr“ wesentlich. Die Exposition wird in der Regel durch die Produktionshöhe P (1 – 5 Punkte) und den Verbreitungsgrad V (2 – 8 Punkte) abgebildet, da die Ermittlung der realen Expositionshöhen an den verschiedenen Arbeitsplätzen durch Messung oder Berechnung sehr aufwändig ist. Für die stoffimmanenten Gefahren werden die Reaktivität und die auf physikalisch-chemischen Eigenschaften basierenden Risiken R_{PC} (1 – 3 Punkte) zusammen mit dem vermuteten toxikologischen Risiko R_{Tox} (1 – 4 Punkte) bewertet. Die Prioritätskennzahl ψ ergibt sich nach Gleichung 1:

$$\psi = (0,25 \cdot P + 0,5 \cdot V + 0,25 \cdot R_{PC}) \cdot R_{Tox} \quad (\text{Gl. 1})$$

Die Korrelation der Punktzahl mit den einzelnen in die Bewertung einfließenden Parametern für die entsprechenden Maßzahlen geben die Tabellen 1 – 4 wieder:

Tabelle 1: Produktionshöhen-Maßzahl P	
Produktionshöhenbereich [tato]	Produktionshöhen-Maßzahl P [Punkte]
< 10	1
10 – 100	2
100 – 1000	3
1000 – 10000	4
> 10000	5

Tabelle 2: Verbreitungs-Maßzahl V	
Art der Verbreitung	Verbreitungs-Maßzahl V [Punkte]
Chemische Industrie	2
Der chemischen artverwandte Industrie	4
Sonstige gewerbliche Verwendung	6
Endverbraucher	8

Tabelle 3: Reaktivitäts-Maßzahl T_{PC}	
Art der Reaktivität und der physikalisch-chemischen Eigenschaften	Reaktivitäts-Maßzahl T_{PC} [Punkte]
Niedrige Reaktivität (reaktionsträge und ohne Bildung gefährlicher Folgeprodukte lagerfähige Stoffe)	1
Mittlere Reaktivität (brennbare oder reaktionsfreudige Stoffe)	2
Hohe Reaktivität (selbstentzündliche, hochreaktive oder nur begrenzt lagerfähige und dabei gefährliche Folgeprodukte bildende Stoffe)	3

Tabelle 4: Toxikologie-Maßzahl R_{Tox}	
Art des vermuteten toxikologischen Risikos	Toxikologie-Maßzahl R_{Tox} [Punkte]
Keine besonderen Risiken vermutet, dabei nicht mehr als leichte Reizwirkung erwartet	1

Tabelle 4: Toxikologie-Maßzahl R_{Tox}	
Vermutete subchronische Toxizität vermutet oder reizende, ätzende oder sensibilisierende Eigenschaften anzunehmen	2
Teratogene, embryotoxische vermutete Wirkung oder in der Literatur beschriebene subchronische Wirkung	3
Mutagene oder cancerogene Wirkung vermutet	4

ψ ist ein Maß für die Dringlichkeit der Bearbeitung, nicht für die reale Gefährdung, da der Faktor des toxikologischen Risikos ja erst Gegenstand der Untersuchung ist.

Nach diesen Kriterien wurden mehr als 4000 Stoffe vorgeprüft, 514 für eine Aufnahme in die zu bearbeitende Stoffliste intensiv diskutiert und 317 schließlich bearbeitet. Für 257 Stoffe sind Literaturrecherchen durchgeführt und Datenkataloge erarbeitet worden. Hierzu sind die Ergebnisse aus den Datenbanken HSDB (Hazardous Substances Data Bank), RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances), ECDIN (Environmental Chemicals Data and Information Network) und CCRIS (Chemical Carcinogenesis Research Information Service) sowie TOXALL regelmäßig eingeflossen.

Anhand des Datenkataloges auf der Basis der Literaturrecherche wird entschieden, ob eine eindeutige Bewertung der behandelten Chemikalie möglich ist. Werden danach keine Hinweise auf ein gesundheitsgefährdendes Potential gefunden, so werden die Arbeiten für diesen Stoff abgeschlossen und eine *Toxikologische Bewertung* publiziert. Hat die untersuchte Substanz gesundheitsgefährdende Eigenschaften, so überprüft die BG Chemie in denjenigen Betrieben, die diese Chemikalien verwenden, die Schutzmaßnahmen und sorgt, wenn erforderlich, für entsprechende Verbesserungen. Gleichzeitig werden diese Ergebnisse publiziert und interessierten und betroffenen Stellen zugänglich gemacht. Kann der Stoff nicht eindeutig bewertet werden, so sind weitere Versuche zur Klärung des Gefährdungspotentials erforderlich. Nach Durchführung dieser Versuche wird entschieden, ob die nunmehr vorhandenen Daten für eine endgültige Bewertung ausreichen. Ist das Ergebnis eindeutig, kann auf die Durchführung weiterer Versuche verzichtet werden. Hat die Substanz gesundheitsgefährdende Eigenschaften, so sind Maßnahmen zu ergreifen. Sind die Ergebnisse jedoch nicht eindeutig, so sind zusätzliche Versuche zur Klärung des

Gefährdungspotentials notwendig. Hierbei wird von Fall zu Fall über das weitere Vorgehen entschieden. In jedem Fall wird nach Abschluss der Literaturrecherche und möglicher weiterer Untersuchungen – eventuell auch nur vorläufig – eine *Toxikologische Bewertung* publiziert.

Zum Schließen von für die Beurteilung relevanten Wissenslücken wurden für 127 Stoffe insgesamt 404 Versuche durchgeführt. Die Ergebnisse werden als *Toxikologische Bewertungen* und als *Toxicological Evaluations* in bislang 234 Kurz- und 224 Langfassungen publiziert, zur Zeit noch in gedruckter Form, künftig im Internet. In Vorbereitung befindet sich derzeit die 17. Ergänzungslieferung der Reihe.

Die Arbeiten werden von einem Beratergremium mit 17 Toxikologen, Chemikern und Arbeitsmedizinern aus Industrie, Wissenschaft und Behörden, begleitet durch ein sechsköpfiges Sekretariat, durchgeführt. Experimentelle Arbeiten werden dabei an geeignete Laboratorien weltweit vergeben.

Durch die Aufarbeitung der in der internationalen Literatur aufgefundenen Erkenntnisse und deren Publikation in kompilierter und bewerteter Form können umfassende Informationen über die Wirkung der behandelten Stoffe den Betrieben, den dort tätigen Fachleuten für Sicherheit und Gesundheitsschutz, den Ärzten und den Aufsichtspersonen an die Hand gegeben werden. Wichtige Datenlücken können ebenfalls geschlossen werden.

So wurde aufgrund der Arbeiten für bislang 16 Stoffe der Stoffliste erstmalig ein Verdacht auf eine Krebs erzeugende Wirkung erkannt (Tabelle 5):

Tabelle 5 : Stoffe der Stoffliste im „Programm“ mit erstmaligem Verdacht auf Krebs erzeugende Wirkung

N-Methyl-bis(2-chlorethylamin) (CAS-Nr. 51-75-2)

Vinylidenfluorid (CAS-Nr. 75-38-7)

Dichloressigsäurechlorid (CAS-Nr. 79-36-7)

Dichloressigsäure (CAS-Nr. 79-43-6)

Diethylcarbamidsäurechlorid (CAS-Nr. 88-10-8)

5-Chlor-2-aminotoluol (CAS-Nr. 95-69-2)

Tabelle 5 : Stoffe der Stoffliste im „Programm“ mit erstmaligem Verdacht auf Krebs erzeugende Wirkung

Benzotrichlorid (CAS-Nr. 98-07-7)

4-Nitro-2-aminotoluol (CAS-Nr. 99-55-8)

p-Nitrosophenol (CAS-Nr. 104-91-6)

Vinylpropionat (CAS-Nr. 105-38-4)

1,2-Butylenoxid (CAS-Nr. 106-88-7)

Hydrazobenzol (CAS-Nr. 122-66-7)

3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan (CAS-Nr. 838-88-0)

2-Chloracrylnitril (CAS-Nr. 920-37-6)

o-Chlorbenzotrichlorid (CAS-Nr. 2136-89-2)

Natriumdichloracetat (CAS-Nr. 2156-56-1)

Erst kürzlich wurde die reproduktionstoxische Wirkung von Methoxyessigsäure gefunden, eine *Toxikologische Bewertung* ist in Vorbereitung.

Diese Erkenntnisse bewirkten beispielsweise, dass die Aufsichtsbeamten und -personen den Umgang mit diesen Substanzen vor Ort prüften und – wenn erforderlich – für die Verbesserung der Schutzmaßnahmen sorgten. Um regulatorische Konsequenzen einzuleiten, wurden diese Erkenntnisse auch in den Beraterkreis Toxikologie des Ausschusses für Gefahrstoffe des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit eingespeist, zudem auch die Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Verband der chemischen Industrie informiert. Auch die Ergebnisse zu anderen Endpunkten, die beispielsweise die Ableitung eines MAK-Wertes oder die Einstufung der mutagenen, embryotoxischen oder teratogenen, fertilitätsschädigenden oder sensibilisierenden Eigenschaften eines Stoffes erlauben, werden an den Beraterkreis Toxikologie und die MAK-Kommission weitergeleitet mit der Bitte, entsprechend regulatorisch tätig zu werden. Für zahlreiche MAK-Werte und Einstufungen dienten die experimentellen Untersuchungen und die

Toxikologischen Bewertungen der BG Chemie als Basis. Eine Übersicht über die bearbeiteten Stoffe gibt [1].

Mit der europäischen Altstoffverordnung wurde die Verpflichtung der Industrie eingeführt, in größerem Maßstab die Eigenschaften bereits im EINECS registrierter Stoffe, der „Altstoffe“, zu ermitteln. Zusammen mit der neuen europäischen Chemikalienpolitik, wie sie im Weißbuch der Kommission *Strategie für eine zukünftige Chemikalienpolitik* zum Ausdruck kommt, ergibt sich eine neue Ausrichtung der Forschungsrichtung der Berufsgenossenschaft der chemischen Chemie. Mit dem Abschluss des „Programms“ nach 25 Jahren erfolgreicher Tätigkeit werden die jetzt freigewordenen Ressourcen genutzt, um spezielle Fragestellungen, die sich an den Arbeitsplätzen durch Gefahrstoffbelastungen – möglicherweise kurzfristig und unerwartet – ergeben, umgehend und mit wissenschaftlicher Tiefe bearbeiten zu können, um Lösungen für ein sicheres Arbeiten zu finden. Hierzu dienen Hinweise, die sich aus der Auswertung der Daten der Berufskrankheiten- und Unfallstatistiken ergeben, die aus den Betrieben eingehen oder die sich aus Erkenntnissen, die im Rahmen der Beratungs- und Aufsichtstätigkeit der Technischen Aufsichtsbeamten gewonnen werden, ergeben. Durch die Untersuchungen soll ein Risiko für den Beschäftigten beim Umgang mit gefährlichen Stoffen so früh wie möglich erkannt und, sofern erforderlich, durch Überprüfung der Arbeitsplätze schon im Vorfeld von regulatorischen Konsequenzen, die durch andere Stellen getroffen werden, verringert werden.

Weitere längerfristige Aktivitäten neben gezielten Schwerpunktaktionen bestehen ebenfalls zur Beurteilung von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz. Seit 1994 wertet der Berufsgenossenschaftliche Arbeitskreis Altstoffe – BGAA die umfangreichen Datenbestände von Expositionsmessungen im Rahmen des Berufsgenossenschaftlichen Messsystems Gefahrstoffe aus, in dem seit fast als 30 Jahren inzwischen mehr als 1,2 Millionen Arbeitsplatzmessungen aus allen Branchen erfasst sind und stellt diese nach Arbeitsbereichen und -verfahren und Perzentilen der Expositionshöhen ausgewertet mit einer Beschreibung der Arbeitsbereiche den Rapporteurs in der EU für die Anfertigung der Risk Assessment Reports im Rahmen der Altstoffverordnung zur Verfügung. Hier sind mittlerweile die Stoffe der ersten vier veröffentlichten Prioritätenlisten der EU abgearbeitet worden. Die Expositionsbeschreibungen der Stoffe der ersten drei Prioritätenlisten sind in deutscher und englischer Sprache publiziert, die übrigen in Vorbereitung [2].

Zudem werden von der Arbeitsgruppe Analytik unter Federführung der BG Chemie Analysenverfahren für die Bestimmung der Konzentrationen von cancerogenen, mutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffen erarbeitet und publiziert [3]. Weiterhin arbeitet die BG Chemie im

Beratergremium für Altstoffe der Gesellschaft Deutscher Chemiker an der Bewertung von Altstoffen mit [4].

Die BG Chemie hat sich in der Vergangenheit intensiv um die Sicherheit beim Umgang mit Gefahrstoffen bemüht und wird sich auch künftig solchen Fragen zum Wohl der Betriebe und der dort tätigen Menschen stellen.

Literatur

- [1] Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (Hrsg.): Toxikologische Bewertungen – Allgemeiner Teil, Heidelberg 2000
- [2] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.): BGAA-Report 1/99: Altstoffe – Expositionen am Arbeitsplatz, Sankt Augustin 1999, auch als BGAA-Report 1/99e: Existing commercial chemicals – Exposure at the workplace in englischer Sprache, beide auch als download unter <http://www.hvbg.de/d/bia/pub/ueb/ueb.htm> bzw. <http://www.hvbg.de/d/bia/pub/pube.htm> in der Publikationsdatenbank verfügbar.
- [3] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.): Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analysenverfahren der Konzentrationen krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (BGI 505), auch als download in der „Datenbank BG-Vorschriften“ unter <http://www.hvbg.de/d/ziguv/hvbgdb/bgvr.htm> unter. Englische Fassungen werden zusammen mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft publiziert den Volumes 4, 5, 7 und 8 (in Vorbereitung) in A. Kettrup (ed.): Analyses of Hazardous Substances in Air, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto 1991 – 2003
- [4] H. Behret, J. Koppenhöfer (Hrsg.): Altstoffbeurteilung: Ein Beitrag zur Verbesserung der Chemikaliensicherheit, Frankfurt 1999