



DIPL.-ING. IRIS KARABABA  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und  
Arbeitsmedizin (BAuA) – Gruppe 4.6  
Gefahrstoffmanagement

IRIS KARABABA, ANKE KAHL, ANNETTE WILMES, TORSTEN WOLF

# Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Grundzüge eines zukünftigen Moduls „Brand- und Explosionsgefährdung“ für das Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG)

Mit der Novellierung der Gefahrstoffverordnung im Jahr 2005 ist die Forderung einer Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen grundlegend im Gefahrstoffrecht verankert worden. Gemäß des § 7 der Gefahrstoffverordnung sind sowohl die Gesundheitsgefährdungen, als auch Brand- und Explosionsgefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu beurteilen. Seit dieser Änderung besteht das Bestreben, die Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte und Arbeitgeber bzw. überbetriebliche Dienste mit Technischen Regeln sowie branchen- und tätigkeitspezifischen Hilfestellungen bei der Gefährdungsbeurteilung zu unterstützen. So stellt die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 400 ‚Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen‘ grundlegende Bestandteile einer Gefährdungsbeurteilung vor. Eine praktische Umsetzung bietet das ‚Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe – EMKG‘ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Das EMKG ermöglicht dem Anwender mit einfach zugänglichen Informationen die Gesundheitsgefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu bewerten und erforderliche Maßnahmen abzuleiten.

Mit Hilfe des Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW) oder der R-Sätze wird die Stoffgefährlichkeit bestimmt. Die Stoffbelastung (Exposition) wird durch die gehandhabte Stoffmenge, das Freisetzungsverhalten des Gefahrstoffes sowie der Wirkfläche und -dauer des Hautkontaktes ermittelt. Mit diesen Parametern werden Gesundheitsgefährdungen, die durch Einatmen der Umgebungsluft oder durch Hautkontakt hervorgerufen werden, bewertet. Das Ergebnis der Bewertung sind vier Maßnahmenstufen, konkretisiert durch die Schutzleitfäden der Reihe 100, 200 und 300. Die vierte Maßnahmenstufe weist auf besonders hohe Gefährdungen. In vielen Fällen können hier das Technische Regelwerk oder andere Informationen der Unfallversicherungsträger weiterhelfen. Existieren keine weiterführenden Informationen ist in der Regel die Expertise eines Technikers zur Planung eines geschlossenen Systems oder von anderen technischen Maßnahmen erforderlich. Die Schutzleitfäden listen Checklisten ähnlich auf zwei Seiten Maßnahmenempfehlungen auf, die für die jeweilige Belastung umzusetzen sind. Die Reihe 100 beinhaltet Mindestanforderungen, die grundsätzlich bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eingehalten werden müssen. Die darauf aufbauende Reihe 200 empfiehlt technische Maßnahmen zur Emissionsminderung am Entstehungsort und die Reihe 300 beschreibt Anforderungen an geschlossene Arbeitsverfahren und -systeme.

Für die Beurteilung von Brand- und Explosionsgefährdungen wurde in einer Diplomarbeit an der Bergischen Universität Wuppertal im Fachgebiet Sicher-

HAZARD			
Gefährlichkeitsgruppe	R-Satz	Flammpunkt	Staubungsverhalten
pc-A	Kein R-Satz; Brennbare Stoffe	> 55 °C	Feststoffe aus kleinen Teilchen; z. B.: Pellet, Wachs, Granulat
pc-B	R10	21 °C – 55 °C	Staub der sich nach kurzer Zeit wieder setzt. z. B.: Zucker, Waschpulver, Abrieb von Pellet und Granulat
pc-C	R5, R6, R7, R8, R9, R11, R12, R14, R15, R16, R18, R30, R44	< 21 °C	Staubwolken, die einige Minuten in der Luft bleiben können. z. B.: Mehl, Toner, Tätigkeiten mit Aerosolen
pc-D	R1, R2, R3, R4, R17, R19		

Abb. 1: Gefährlichkeitsgruppen zur Ermittlung der Stoffgefährlichkeit [1].

heitstechnik/Arbeitssicherheit in Kooperation mit der BAuA ‚Gruppe 4.6 Gefahrstoffmanagement‘ ein Modul entworfen, das die Ableitung von Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen vereinfachen soll.

In Anlehnung an das EMKG wird die Gefährlichkeit von Gefahrstoffen mit physikalisch-chemischen Eigenschaften über den R-Satz aus der Einstufung ermittelt. Mit weiteren Parametern zur Umgebung und Tätigkeit werden die drei Bestandteile Brennstoff, Sauerstoff und Zündquelle, die zu einem Brand oder einer Explosion führen können, erfasst. So wird die Möglichkeit der Bildung brennbarer oder explosionsfähiger Atmosphäre aus Brennstoff und Sauerstoff mit den Parametern Lüftungsart, Stoffmenge und Anwendungsdauer erhoben. Die Anwesenheit von wirksamen Zündquellen wird über die Zündquellenhäufigkeit ermittelt. Die Verknüpfung von Stoffgefährlichkeit, Einstufung brennbarer oder explosionsfähiger Atmosphäre und Zündquellenhäufigkeit führen wie im EMKG zu vier Maßnahmenstufen. Die ersten drei Stufen werden ebenfalls durch die Maßnahmenempfehlungen der Schutzleitfäden Reihen 100, 200 und 300 konkretisiert. Für dieses Modul gelten sowohl die bisherigen Schutzleitfäden, also auch neue Schutzleitfäden, die speziell auf Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen eingehen. Bei besonders hohen Brand- und Explosionsgefahren verweist das Modul auf Expertenberatung.

Zur Veranschaulichung werden im Folgenden die fünf Schritte zur Maßnahmenableitung vorgestellt, die bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen mit physikalisch-chemischen Eigenschaften erforderlich sind.

#### Schritt 1: Ermittlung der Stoffgefährlichkeit

Die Gefährlichkeit des Gefahrstoffes wird anhand seiner R-Sätze, seinem Flammpunkt oder seines Staubungsverhaltens ermittelt. Letzteres wird über die Gefährlichkeitsgruppe erfasst, da das Freisetzungverhalten im Bezug auf Brand- und Explosionsgefährdungen eine Kenngröße der Stoffgefährlichkeit darstellt. Es wird zwischen vier Gefährlichkeitsgruppen unterschieden, denen die in Abb. 1 (S. 494) aufgeführten Eigenschaften zuzuordnen sind.

#### Schritt 2: Einstufung der brennbaren oder explosionsfähigen Atmosphäre

Mit dieser Einstufung wird die Möglichkeit der Bildung brennbarer oder explosionsfähiger Atmosphäre bewertet. Hierfür müssen die Parametergruppen Lüftungsart, Stoffmenge und Anwendungsdauer bestimmt werden. Die Verknüpfung dieser Parameter führt anschließend zu drei Einstufungen der brennbaren oder explosionsfähigen Atmosphäre (Abb. 2, S. 496).

Die Parametergruppe LÜFTUNGSART unterscheidet zwischen drei Arten des Luftwechsels im Tätigkeitsbereich. Der Luftwechsel beim Umgang mit brennbaren und explosionsfähigen Luft-Stoff-Gemischen ist ein entscheidender Einflussfaktor. Je größer die Luftwechselzahl ist, desto weniger explosionsfähige Atmosphäre

Gerade bei den Bestimmungen zum Arbeitsschutz trägt es manchen aus der Kurve.



Ich bin schon bei Haufe.

Die Vorschriften im Arbeitsschutz ändern sich ständig. Da ist es für Arbeitsschützer oftmals schwer, die Spur zu halten. Haufe Arbeitsschutz Office Professional bietet Ihnen ein Komplettpaket aus Wissen, Arbeitshilfen und Services. Von Fachbeiträgen zur Arbeitssicherheit über Unterweisungsfolien bis zu Muster-Gefährdungsbeurteilungen. Alles ist auf die Praxis ausgelegt und sofort einsetzbar. Und dank der Online-Seminare sind Sie immer auf dem neuesten Stand.

••• [www.haufe.de/arbeitsschutz-profi](http://www.haufe.de/arbeitsschutz-profi)

**Haufe** ...

Einflüsse der Umgebung und Tätigkeit				
Einstufung der brennbaren oder explosionsfähigen Atmosphäre				
Lüftungsart	Mengengruppe	Anwendungsdauer		
		kurz	mittel	lang
Luftwechsel	Anwendungsmenge			
technische Lüftung	gering	1	1	1
	mittel	1	1	2
	hoch	2	3	3
freie Lüftung	gering	1	1	2
	mittel	2	2	3
	hoch	3	3	3
keine Lüftung	gering	2	2	3
	mittel	2	3	3
	hoch	3	3	3
Behälter, Fass, Rohrleitung, Silo				

Abb. 2: Entscheidungstabelle A zur Einstufung der brennbaren oder explosionsfähigen Atmosphäre [1].

kann sich bilden. Somit steht die ‚technische Lüftung‘ für den größten Luftwechsel, die ‚freie Lüftung‘ für einen mittleren Luftwechsel und ‚keine Lüftung‘ steht für einen sehr geringen Luftwechsel.

Die Möglichkeit der Bildung brennbarer oder explosionsfähiger Atmosphäre steigt mit zunehmender STOFFMENGE. Eine konkrete Zuordnung von Mengengruppen konnte noch nicht endgültig vorgenommen werden. Der Entwurf basiert auf einer Mengengruppe ‚niedrig‘, bei der mit geringer Bildung brennbarer Gemische zu rechnen ist. Dieser Gruppe sind Stoffmengen im ml- oder g-Bereich zuzuordnen. Die Mengengruppe ‚mittel‘ kann zur Bildung brennbarer und explosionsfähiger Atmosphäre führen und liegt im l- oder kg-Bereich. Die genaue Abgrenzung zur höchsten Mengengruppe ist noch unklar. Mengen von größeren Behältern müssen jedoch eindeutig dieser Gruppe zugeordnet werden, so dass (abweichend von den bekannten Festlegungen im EMKG) die Mengengruppe ‚hoch‘ ebenfalls schon im l- oder kg-Bereich beginnt.

Mit der Parametergruppe ANWENDUNGSDAUER wird die mögliche Verteilung des Gefahrstoffes in der Luft beurteilt. Je länger ein Gefahrstoff verarbeitet oder gelagert wird, desto mehr vermischt sich dessen brennbare Dampfphase mit dem umgebenen Raumvolumen. Somit steigt die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre mit der Dauer der Anwendung. Als ‚kurz‘ wird eine Anwendungsdauer unter 15 Minuten bewertet, wobei die Anwendung nicht mehr als viermal pro Tag wiederholt wird. Die Anwendungsdauer ‚mittel‘ liegt vor, wenn die einzelne Anwendung nicht länger als 15 Minuten dauert, die Anwendung jedoch mehr als viermal pro Tag durchgeführt wird. Die Anwendungsdauer ‚lang‘ besteht, wenn die Tätigkeit länger als 15 Minuten andauert.

Die drei Parameter werden in der Entscheidungstabelle A zur Einstufung der brennbaren oder explosionsfähigen Atmosphäre (s. Abb. 2) miteinander verknüpft und führen zu drei Stufen, die für die Maßnahmenableitung notwendig sind.

**Schritt 3: Bestimmung der Zündquellenhäufigkeit**

Mit diesem Schritt wird die Brand- und Explosionsgefährdung auf Grund der Möglichkeit der Zündung brennbarer oder explosionsfähiger Atmosphäre bewertet. So steigt die Brand- und Explosionsgefährdung mit der Häufigkeit von wirksamen Zündquellen im Tätigkeitsbereich. Die Anwesenheit von wirksamen Zündquellen wird in drei Gruppen unterschieden:

*Nie* – Sehr selten auftretende Zündquellen und Zündquellen mit denen nur bei seltenen Betriebsstörungen zu rechnen ist.

*Selten* – Selten auftretende Zündquellen und Zündquellen mit denen nur bei Betriebsstörungen zu rechnen ist.

*Immer* – Ständig oder häufig vorhandene Zündquellen und Zündquellen mit denen betriebsmäßig zu rechnen ist.

Eine Beispielliste zu den 13 Zündquellenarten unterstützt die Ermittlung von vorhandenen Zündquellen im Tätigkeitsbereich.

**Schritt 4: Maßnahmenableitung für Brand- und Explosionsgefährdungen**

Die Verknüpfung der vorgestellten Parameter in der Entscheidungstabelle B zur Maßnahmenableitung für Brand- und Explosionsgefährdungen führt zu vier verschiedenen Stufen von Maßnahmenempfehlungen. (s. Abb. 3) Für die ersten drei Stufen können Maßnahmen den Reihen 100, 200 und 300 der Schutzleitfäden entnommen werden, die vierte Stufe verweist auf Expertenberatung. In dem Modulentwurf sind vorläufig folgende Maßnahmen den Schutzleitfädenreihen zugeordnet.

*Reihe 100* – Mindestanforderungen der Arbeitshygiene und der allgemeinen Lüftung sowie allgemeine Brandschutzmaßnahmen. (u. a. Flucht-, Rettungswegplanung und -kennzeichnung, Feuerlöschervwahl, Brandschutzübungen sowie Rauch- und Feuerverbot an den Arbeitsplätzen).

*Reihe 200* – Stoffsubstitution, technische emissionsmindernde Maßnahmen, Vorkehrungen für den organisatorischen Explosionsschutz, u. a. Zoneneinteilung nach Betriebssicherheitsverordnung sowie besondere Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung.

*Reihe 300* – Geschlossene Systeme sowie Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre in geschlossenen Systemen (z. B. Inertisierung oder Druckabsenkung). Empfehlung von baulichen, technischen und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen sowie explosionsfeste Bauweise oder Explosionsdruckentlastungseinrichtungen zur Verringerung des Schadensausmaßes eines Brandes oder einer Explosion.

**Schritt 5: Prüfung der Wirksamkeit von Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen**

Zu einer vollständigen Gefährdungsbeurteilung gehört grundsätzlich die Prüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen. Hierfür muss überprüft werden, ob genügend Maßnahmen umgesetzt sind und ob die Gefahren

HAZARD	Einflüsse der Umgebung und Tätigkeit			
	Einstufung der Atmosphäre	Zündquellenhäufigkeit		
Gefährlichkeitsgruppe		nie	selten	immer
pc-A	1	Reihe 100		
pc-B	1	Reihe 100	Reihe 100	Reihe 200
	2	Reihe 100	Reihe 100	Reihe 200
	3	Reihe 200	Reihe 200	Reihe 300
pc-C	1	Reihe 100	Reihe 200	Reihe 200
	2	Reihe 200	Reihe 300	Reihe 300
	3	Reihe 200	Reihe 300	Beratung
pc-D	3	Beratung		

Abb. 3: Entscheidungstabelle B zur Maßnahmenableitung für Brand- und Explosionsgefährdungen [1].

durch die Maßnahmen ausreichend verhindert werden. Sowohl die Organisation der Prüfung, also auch das Ergebnis dieser müssen dokumentiert werden.

### Wie geht es weiter?

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) wird das Modul „Brand- und Explosionsgefährdung“ über das Internetportal [www.einfaches-massnahmenkonzept-gefahrstoffe.de](http://www.einfaches-massnahmenkonzept-gefahrstoffe.de) zunächst als Testversion anbieten. In einer Feldstudie soll die beschriebene Vorgehensweise gemeinsam mit betrieblichen Praktikern auf Praktikabilität und Verständlichkeit geprüft werden. Hierbei stehen auch o.g. Parameter und die ermittelten Maßnahmen auf dem Prüfstand der Praxiserfahrung. Das Projekt wird sich an der Feldstudie zur Erprobung des EMKG orientieren, das die BAuA vor einigen Jahren gemeinsam mit der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie in 10 mittelständischen Unternehmen durchgeführt hat. [2] Mittelfristig sollen alle Anforderungen der Gefahrstoffverordnung zur Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen unter dem Dach einer Version 3.0 des EMKG zusammengeführt werden: die Maßnahmenableitung zum Schutz vor inhalativen, dermalen und physikalisch-chemischen Gefährdungen. Eine solche „Werkzeugkiste“ unterstützt nicht nur Sicherheitsfachkräfte und Betriebsärzte bei ihrer täglichen Arbeit, sondern hilft auch denjenigen, die dieses Hilfsmittel für die Risikobewertung und Maßnahmenkommunikation im Rahmen der Registrierung von Chemikalien nach der Europäischen Chemikalienverordnung REACH nutzen können.

Es ist zudem geplant, diese „Werkzeugkiste“ in den nächsten Jahren mit weiteren praxisrelevanten EMKG-Modulen zu füllen. So wird derzeit – ebenso auf der Basis des beschriebenen Kooperationsvertrages – an der Entwicklung eines Moduls zur „Lagerung“ gearbeitet.

Auch für das Thema „Anlagensicherheit“, als ein zentrales Schnittstellenthema von Gefahrstoff- und Betriebssicherheitsrecht, soll in den nächsten Jahren auf der Basis des EMKG-Ansatzes eine Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung erarbeitet werden.

## EVM-7 Umwelt-Monitor



### AUFATMEN!

Ein gutes Raumklima ist eine wichtige Voraussetzung für unsere Gesundheit. Neben Kohlendioxid (Co<sub>2</sub>) beeinflussen Feinstaub und flüchtige org. Verbindungen die Qualität unserer Luft. Auch Temperatur und rel. Feuchte spielen eine entscheidende Rolle.



### Sieben verfügbare Messaufgaben:

- Partikelzähler
- rel. Feuchte
- Kohlendioxid (Co<sub>2</sub>)
- giftige Gase
- Temperatur
- VOCs
- Luftgeschwindigkeit (mit opt. Zubehör)

Kontrollieren Sie Ihre Luft mit dem EVM-7 Partikelzähler und Lufthygiene-Messer in einer tragbaren Einheit



**AIRFLOW**  
SPEZIALISTEN IN DER LÜFTUNGSTECHNIK

Airflow Lufttechnik GmbH  
Kleine Heeg 21  
53359 Rheinbach  
info@airflow.de  
www.airflow.de



### Literatur:

- [1] Entwicklung eines Beurteilungsmoduls (Entwurf) von Brand- und Explosionsgefahren für das „Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe“, Wuppertal: Iris Karababa 2009. Diplomarbeit im Fachgebiet Sicherheitstechnik/Arbeitssicherheit
- [2] Modelllösungen für eine gute betriebliche Praxis bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in Klein- und Mittelunternehmen der chemischen Industrie, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2005. 124 Seiten, Projektnummer: F 1919, PDF-Datei unter [http://www.baua.de/nn\\_11598/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1919.html](http://www.baua.de/nn_11598/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1919.html)

### Autoren:

- Dipl.-Ing. **Iris Karababa**, BAuA – Gruppe 4.6 Gefahrstoffmanagement  
Prof. Dr. **Anke Kahl**, Bergische Universität Wuppertal –  
Fachgebietsleiterin Sicherheitstechnik/Arbeitssicherheit  
Dipl.-Ing. **Annette Wilmes**, BAuA – Gruppe 4.6 Gefahrstoffmanagement  
Dr. **Torsten Wolf**, BAuA – Leiter Gruppe 4.6 Gefahrstoffmanagement 