



## GTGA-Leitfaden

**Gefahrstoffmanagement in der betrieblichen Praxis**  
**Gefährdungsbewertung und Substitution**



## Herausgeber



**GTGA – Güte- und Überwachungsgemeinschaft  
Technische Gebäudeausrüstung e.V.**

Hinter Hoben 149

53129 Bonn

Tel.: +49 (0) 228/214626

Fax: +49 (0) 228/265082

[www.gtga.de](http://www.gtga.de)

### **Ausgabe März 2022**

© GTGA Güte- und Überwachungsgemeinschaft Technische Gebäudeausrüstung e.V., 2022

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie und der elektronischen Verwendung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieses Dokuments ist unter Wahrung des Urheberrechts zulässig.

## **Vorwort**

Der Leitfaden fußt auf den Anforderungen des Gefahrstoffrechts einschließlich der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) und konkretisiert diese. Da die TRGS nicht rechtsverbindlich sind, können auch andere Lösungen gewählt werden. Mit diesen müssen aber mindestens die gleiche Sicherheit und der gleiche Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreicht werden. **Grundsätzlich sind somit auch branchenorientierte Konzepte zur Gefährdungsbewertung und Substitutionsprüfung möglich.**

Für den Leitfaden wurden dabei weitere, in der Praxis eingeführte Modelle einbezogen. Die Anwendung dieses Leitfadens soll den Arbeitgeber dabei unterstützen, die entsprechenden rechtlichen Anforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz für die Beschäftigten zu erfüllen.

Der Leitfaden kann natürlich modifiziert werden. Dabei ist jedoch durch den Anwender sicherzustellen, dass gleiche Sicherheit und gleicher Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreicht wird.

## **An der Erstellung des Leitfadens waren beteiligt**

### Autoren

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Lühr  
HPL Umwelt-Consult, Berlin und Technischer Leiter der GTGA

Dipl.-Ing. (FH) Frank-Christoph Rösch  
Rud. Otto Meyer Technik GmbH & Co. KG, Stuttgart

### Kooperation

Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. (BTGA)

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Allgemeines .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. Anwendungsbereich .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3. Voraussetzungen im Unternehmen .....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>4. Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)<br/>als Branchenregel .....</b> | <b>9</b>  |
| <b>4.1 Allgemeines .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>4.2 Substitution und Substitutionsentscheidung .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>4.3 Gefährdungsarten und Bewertungsablauf im MBSG.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>4.3.1 Gefährdungsarten .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>4.3.2 Bewertungsablauf .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>4.3.3 Gefährdungsbewertung.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>5. Ausnahmen für Substitution .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>5.1 Gefahrstoffe befinden sich in Geräten/Apparaturen .....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>5.2 Gefahrstoffe sind gesetzlich geregelt bzw. es gibt behördliche Empfehlungen.....</b>          | <b>16</b> |
| <b>6. Dokumentation.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>7. Glossar.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>8. Quellenangaben.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>9. Anhang .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>9.1 Anhang 1 - Datenerhebungsblatt für die Gefährdungsbewertung (DEB).....</b>                    | <b>24</b> |
| <b>9.2 Anhang 2 - Auszüge aus gesetzlichen Regelungen .....</b>                                      | <b>28</b> |
| <b>9.2.1 Chemikaliengesetz (ChemG) .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>9.2.2 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>9.3 Anhang 3 – Beispiel einer Substitutionsprüfung mit dem MBSG .....</b>                         | <b>30</b> |
| <b>9.2 Anhang 4 - Bewertungstabelle zum MBSG.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>9.3 Anhang 5 – Kurzform des Bewertungsablaufs.....</b>  | <b>36</b> |

## 1. Allgemeines

Der vorliegende GTGA-Leitfaden greift das Thema des Gefahrstoffmanagements in Betrieben auf, um die gesetzlichen Vorgaben in Unternehmen der Technischen Gebäudeausrüstung zu realisieren. Der Leitfaden will hierfür eine Orientierungshilfe und praktische Anleitung geben, damit das Unternehmen seinen gesetzlichen Verpflichtungen nachkommen kann. Er umfasst nicht das gesamte Spektrum des Gefahrstoffmanagements, behandelt jedoch die Elemente der Gefährdungsbewertung und Substitutionsprüfung von Gefahrstoffen.

Der Leitfaden konzentriert sich hierbei auf wesentliche Punkte der maßgeblichen Gesetze und Verordnungen und präzisiert hierzu Anforderungen und Vorgaben. Mit dem Leitfaden nimmt die GTGA die Möglichkeit einer Branchenlösung wahr, wie es nach den Technischen Regeln Gefahrstoffe (TRGS) möglich ist. Er kann die Beschäftigung mit den komplexen Regelungen des Gefahrstoff- und Arbeitsschutzrecht jedoch nicht ersetzen.

**Der GTGA-Leitfaden gibt keine rechtlich verbindliche Handlungsanweisung vor. Die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen liegt ausschließlich in der Verantwortung des Arbeitgebers bzw. Betreibers.**

Somit übernimmt die GTGA keine Haftung für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität des gesamten Leitfadens oder einzelner Teile davon.

## 2. Anwendungsbereich

Arbeitgeber sind gemäß Arbeitsschutzgesetz und der DGUV Vorschrift 1 unabhängig von der Zahl der Beschäftigten dazu verpflichtet, die Arbeitsbedingungen in ihrem Unternehmen unter Arbeitssicherheitsgesichtspunkten zu beurteilen und erforderliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um Gefahren für die Gesundheit ihrer Mitarbeiter oder Dritter auszuschließen.

Mit der vorgesehenen Novellierung der GefahrstoffVO ist der Arbeitgeber nach § 7 Abs. 1a verpflichtet, die Belange des Arbeitsschutzes bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen angemessen in seine betriebliche Organisation einzubinden und hierfür die erforderlichen personellen, finanziellen und organisatorischen Voraussetzungen zu schaffen.

Das wichtigste Instrument zur Umsetzung dieser Verpflichtung ist die Gefährdungsbeurteilung, anhand derer der Arbeitgeber potenzielle Gefährdungen zu ermitteln, zu beurteilen und Sicherheitsmaßnahmen festzulegen hat.

Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) /1/ schreibt in diesem Zusammenhang fest, dass bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen ist (§ 6 Abs. 1 GefStoffV). Als Ausfluss des sogen. Minimierungsgebots (§ 7 GefStoffV) ist abhängig vom Grad der von einem Gefahrstoff<sup>1</sup> bzw. Verfahren ausgehenden Gefahr, eine

---

<sup>1</sup> Gefahrstoff im Sinne der Gefahrstoffverordnung sind Stoffe, Gemische und Erzeugnisse (siehe Glossar).

Substitutionsprüfung durchzuführen. Diese zielt auf den Ersatz eines „hoch gefährlichen“ Gefahrstoffes oder Verfahrens durch einen anderen Arbeitsstoff oder ein anderes Verfahren für die gleiche Anwendung und mit gleicher Produktqualität, jedoch mit insgesamt geringerem Gefährdungspotenzial für die Beschäftigten ab.

**Die Erfüllung der Anforderungen gemäß Gefahrstoffverordnung liegt ausschließlich in der Verantwortung des Arbeitgebers.**

Der Arbeitgeber ist zudem verpflichtet, das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren (§ 6 Abs. 8 GefStoffV). Er kann diese Dokumentation selbst durchführen, innerhalb des Unternehmens delegieren oder an zuverlässige und fachkundige Personen fremdvergeben. In jedem Fall bleibt der Arbeitgeber für die korrekte Organisation und Durchführung der Gefährdungsbeurteilung, die wirksame Umsetzung von Schutzmaßnahmen und die Dokumentation verantwortlich. Bei Fremdvergabe treffen den Arbeitgeber umfassende Aufsichts- und Kontrollpflichten.

Bei nicht ordnungsgemäßer Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bzw. bei Vernachlässigung der Aufsichts- und Kontrollpflichten kann ein „Organisationsverschulden“ unterstellt werden, so dass dem Arbeitgeber widerrechtliches Verhalten im Sinne von § 823 BGB vorgeworfen werden kann, was wiederum Schadensersatzansprüche oder Bußgelder nach sich ziehen kann.

In den meisten Unternehmen ist jedoch kein ausreichendes chemisches und toxikologisches Fachwissen verfügbar, mit dem die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung umfänglich umgesetzt werden können.

Der GTGA-Leitfaden bietet daher ein einfach zu handhabendes, formalisiertes System, um Betriebe in die Lage zu versetzen, sowohl eine systematische Bewertung von Art und Ausmaß einer möglichen Gefährdung bei einer Tätigkeit mit Gefahrstoffen als auch ggf. eine Substitutionsprüfung durchzuführen.

Dem Leitfaden liegt hierzu ein **Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)** zugrunde. Diese Bewertung der Gefährdung ersetzt nicht die Gefährdungsbeurteilung, sondern fließt in sie ein und leitet die grundsätzlich zu treffenden Schutzmaßnahmen ab.

Bei der Vorgehensweise bezüglich Ermittlung, Prüfung, Entscheidung und Dokumentation sind insbesondere die Technischen Regeln TRGS 400 (Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen) /2/ und TRGS 600 (Substitution) /6/ zu beachten. Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung wieder. Sie werden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst und konkretisieren im Rahmen ihres Anwendungsbereiches die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Der Arbeitgeber hat die für ihn zutreffenden TRGS zu beachten, es sei denn, er hat abweichende Regelungen getroffen, die jedoch mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten gewährleisten müssen, wobei die Gleichwertigkeit in der Dokumentation der Gefährdungsbewertung zu begründen ist (§ 6, Abs. 8 Nr. 5 GefahrstoffVO).

Die Grundlage für die Bewertung der Gefährdung eines Gefahrstoffes liefert § 3a Chemikaliengesetz (ChemG)<sup>2</sup> mit der Legaldefinition der gefährlichen Stoffe, welche auf die EG- Verordnung Nr. 1272/2008 /9/, auch CLP-Verordnung (**C**lassification, **L**abelling and **P**ackaging) genannt, verweist. Diese Verordnung setzt das sogenannte GHS (**G**lobally **H**armonized **S**ystem of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) um, welches für eine weltweit einheitliche Einstufung von Chemikalien harmonisierte Einstufungskriterien für Gefahrstoffe bereitstellt. Mit der CLP-Verordnung wurde europaweit ein neues System für die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Gefahrstoffen eingeführt. Danach hat der Hersteller oder Inverkehrbringer sowie der Lieferant seine Gefahrstoffe einzustufen, zu kennzeichnen und zu verpacken.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der GTGA-Leitfaden auf folgende Bereiche nicht anwendbar ist:

- Lagerung und Transport von Gefahrstoffen
- Tätigkeiten bei denen Gefahrstoffe entstehen oder aus Erzeugnissen freigesetzt werden, z.B. chemische Reaktionen und Zersetzungs Vorgänge, Abgase, Pyrolyseprodukte
- Abfall
- Abwässer im Betrieb
- Innerbetrieblich hergestellte Produkte oder Gemische
- Arzneimittel, Medizinprodukte
- Lebensmittel und -zusatzstoffe
- Futtermittel und -zusatzstoffe
- Rezepturen von Stoffen/Gemischen
- Stoffe/Gemische, die bei Abbruch-, Sanierungs-, Instandsetzungs- und Recyclingtätigkeiten entstehen oder freigesetzt werden
- Tätigkeiten gemäß TRGS 910<sup>3</sup> /8/ mit krebserzeugenden Stoffen der Kategorie 1A sowie gemäß TRGS 905 /7/ oder bei Stoffen, Gemischen oder Verfahren gemäß § 2 Abs. 3 Nr. 4 GefStoffV, TRGS 906

---

<sup>2</sup> Auszüge der gesetzlichen Regelung siehe **Anhang 2**

<sup>3</sup> Die Risiken gemäß TRGS 910 beziehen sich auf eine Arbeitslebenszeit von 40 Jahren bei einer kontinuierlichen arbeitstäglichen Exposition, was in der hier anstehenden Branche nicht der Fall ist.

---

### 3. Voraussetzungen im Unternehmen

Die Benennung eines **Gefahrstoffverantwortlichen** ist gesetzlich nicht vorgeschrieben. Gemäß § 6 Abs. 11 GefStoffV darf die Gefährdungsbeurteilung nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden, so dass es sich grundsätzlich empfiehlt, einen mit entsprechenden Rechten und Pflichten ausgestatteten Gefahrstoffverantwortlichen zu bestellen.

Der Arbeitgeber hat nach Maßgabe des § 6 Abs. 12 Nr. 1-4 GefStoffV ein Verzeichnis der im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe, das sog. **Gefahrstoffverzeichnis** zu führen, in dem auf die **Sicherheitsdatenblätter (SDB)** verwiesen wird. Das Gefahrstoffverzeichnis muss allen betroffenen Beschäftigten zugänglich sein.

Wer Gefahrstoffe herstellt, einführt oder in Verkehr bringt, ist gemäß Art. 31 Abs. 1 der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH = Regulation concerning the **R**egistration, **E**valuation, **A**uthorisation and **R**estriction of **C**hemicals.) /10/ verpflichtet, dem Anwender SDB zur Verfügung zu stellen, welche nach Artikel 31 Abs. 1 REACH in einer Amtssprache des Mitgliedstaates vorgelegt werden müssen, in dem der Gefahrstoff in Verkehr gebracht wird.

Sicherheitsdatenblätter liefern alle Informationen, die der Anwender zum beruflichen Umgang mit Gefahrstoffen benötigt. Auf die aktuell gültigen SDB hat der Verwender ein Recht. Der Arbeitgeber hat nach § 14 Abs. 1 GefStoffV sicherzustellen, dass die Beschäftigten Zugang zu allen SDB betreffend die Gefahrstoffe erhalten, mit denen sie bei Ausübung ihrer Tätigkeiten in Berührung kommen.

**Die aktuellen SDB, bilden die Basis für die Gefährdungsbewertung nach diesem GTGA-Leitfaden.**

## 4. Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG) als Branchenregel

### 4.1 Allgemeines

Grundlage des Gefahrstoffmanagements ist die Gefährdungsbeurteilung, aus der die zu treffenden Maßnahmen abzuleiten sind. Sie ist kein einmaliger Vorgang, sondern gemäß § 6 Abs. 10 GefStoffV regelmäßig, d.h. alle 2 bis 3 Jahre bzw. aus gegebenem Anlass, zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren.

Ausgangspunkt der Gefährdungsbeurteilung ist die Gefährdungsbewertung. In diesem Rahmen werden alle im Betrieb und bei Ausübung der Tätigkeit verwendeten Gefahrstoffe hinsichtlich des Grades der von ihnen ausgehenden Gefährdungen für den Verwender und die Umwelt erfasst und bewertet. Führt diese Bewertung zum Ergebnis, dass die Grenze der „geringen Gefährdung“ im Sinne von § 6 Abs. 13 GefStoffV überschritten ist, die allgemeinen Schutzmaßnahmen nach § 8 der Gefahrstoffverordnung also nicht mehr ausreichen, um den Beschäftigten zu schützen, ist eine Substitutionsprüfung durchzuführen.

Grundlage des im Folgenden dargestellten **Modells zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)** ist das sog. Spaltenmodell der TRGS 600, mit dem das Gefährdungspotenzial verschiedener Gefahrstoffe erfasst und miteinander verglichen werden kann. Die Bewertung erfolgt in den fünf in Spalten gelisteten Gefahrenarten „akute und chronische Gesundheitsgefahren“, „Umweltgefahren“, „Brand- und Explosionsgefahren“, „Gefahren durch das Freisetzungsverhalten“ und „Gefahren durch das Verfahren“.

Weitere Modelle wie das „Einfache Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG)“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin /11/, der TRGS 401 /3/, das Gefährdungssystem für Gefahrstoffe der BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH /12/ wurden in die Entwicklung des MBSG einbezogen.

Das **MBSG** zieht in Abwandlung zum Spaltenmodell die dort ausgewiesenen Gefährdungen „sehr hoch“ und „hoch“ zu einer Gefährdungsklasse „hoch gefährlich“ zusammen. Denn eine derartige Überdifferenzierung in der Beurteilung ist im betrieblichen Arbeitsschutz meist nicht mit entsprechend differenzierten Schutzmaßnahmen zu beantworten. Und die Gefährdungsklasse „vernachlässigbar“ wurde in die Gefährdungsklasse „niedrig gefährlich“ integriert. Dadurch ergibt sich für das MBSG-Modell eine Einteilung der Gefährdungen in 3 Gefährdungsklassen. Eine umfangreichere Klasseneinteilung täuscht eine Genauigkeit vor, die für die Entscheidung, ob eine Substitutionsprüfung erforderlich ist, nicht zielführend ist.

Das **MBSG** ist als Ampelsystem aufgebaut (**Abb. 1**), in dem die Gefahrstoffe hinsichtlich ihrer Gefährdung in folgende Klassen eingeteilt werden:

- hoch gefährlich (rot)
- mittel gefährlich (gelb)
- niedrig gefährlich (grün)

Wird im MBSG festgestellt, dass der Gefahrstoff z.B. auf Grund seiner Eigenschaften, einer geringen Stoffmenge, einer nach Höhe und Dauer niedrigen Exposition und entsprechender Arbeitsbedingungen den Gefährdungsklassen „mittel gefährlich“ oder „niedrig gefährlich“ zugeordnet ist, so kann von einer geringen Gefährdung entsprechend TRGS 600 in Verbindung mit TRGS 400 und im Sinne von § 6 Abs. 13 GefStoffV ausgegangen werden.

Kommt die Bewertung also zu dem Ergebnis, dass die Grenze zum „hoch gefährlichen“ Gefahrstoff nicht überschritten ist, so kann nach TRGS 600 grundsätzlich auf eine Substitutionsprüfung verzichtet werden.

**Nur für die „hoch gefährlichen“ Gefahrstoffe ist daher eine Substitutionsprüfung durchzuführen.**

Allerdings kann es im Einzelfall angezeigt sein, auch für Gefahrstoffe der Gefährdungsklassen „mittel gefährlich“ und „niedrig gefährlich“ eine Substitutionsprüfung durchzuführen.

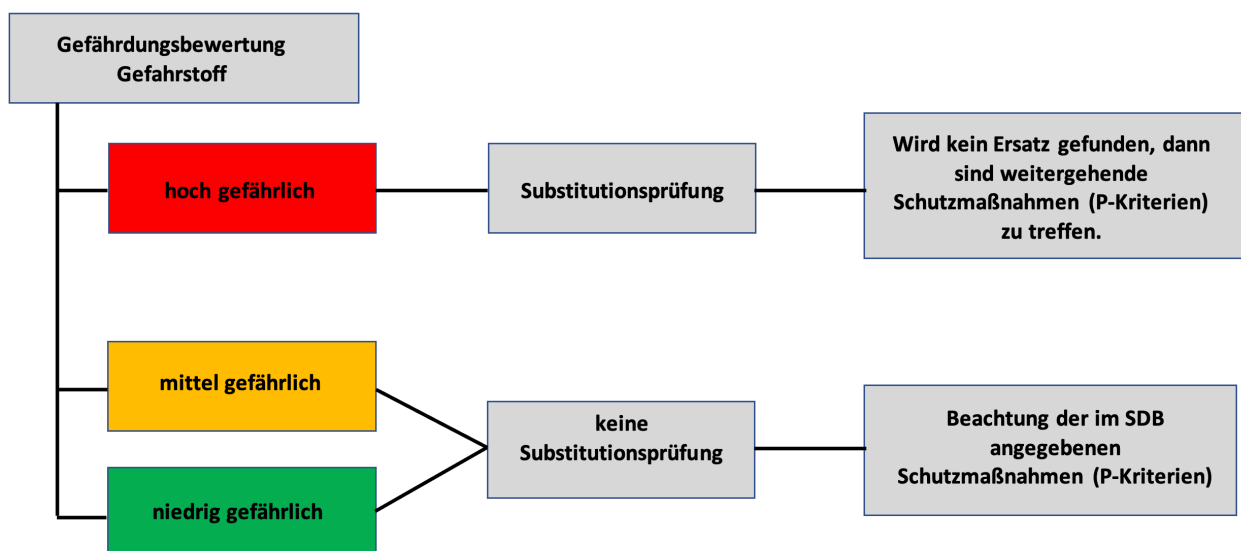


Abb. 1: Gefährdungsbewertung

Die zur Durchführung des **MBSG** erforderlichen Informationen liefert das sog. **Datenerhebungsblatt für die Gefährdungsbewertung (DEB) (Anhang 1)**. Es beinhaltet die für die Gefährdungsbewertung notwendigen Informationen, die sich der Arbeitgeber gemäß § 6 Abs. 2 GefStoffV ohnehin beim Lieferanten oder aus anderen, ihm mit zumutbarem Aufwand zugänglichen Quellen beschaffen muss.

## 4.2 Substitution und Substitutionsentscheidung

Die Substitution eines „hoch gefährlichen“ Gefahrstoffs durch einen alternativen, weniger gefährlichen Gefahrstoff ist eine Maßnahme, um Gefährdungen bei der Verwendung in Arbeitsprozessen zu verringern.

In der Regel kommt ein Gefahrstoff zum Einsatz, weil er bestimmte Eigenschaften aufweist, die für die zu verrichtenden Tätigkeiten erforderlich sind (Entfetten von Metalloberflächen, Beseitigen von Inkrustationen, Reinigen oder Anlösen von Oberflächen usw.), was bei der Substitution zu beachten ist. Die Mindestanforderungen an einen potenziellen Ersatzstoff sind daher die technische Eignung für den Einsatzzweck und die Verringerung der Gefährdung.

Darüber hinaus gelten folgende Grundsätze:

- Gibt es eine Ersatzstoff-TRGS oder gleichgestellte Empfehlung, ist diese grundsätzlich umzusetzen.
- Eine Substitution ist insbesondere durchzuführen, wenn für Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktions-toxischen Stoffen der Kategorien 1A oder 1B (KMR-Stoffe) oder mit akut toxischen Stoffen der Kategorie 1, Alternativen technisch möglich sind die zu einer insgesamt geringeren Gefährdung der Beschäftigten führen
- Die Substitutionslösung muss eingesetzt werden, wenn die betriebsbezogenen Faktoren im Wesentlichen positiv beeinflusst werden <sup>4</sup>.
- Bei Gemischen wird keine Bewertung unter Betrachtung der Inhaltsstoffe durchgeführt.

---

<sup>4</sup> Bei der Entscheidung über die Substitution können auch wirtschaftliche Kriterien berücksichtigt werden. Vgl. TRGS 600 Nr. 5.4 Abs. 4 „Die Ersatzlösung muss eingesetzt werden, wenn die entsprechend Anhang 3 geprüften betriebsbezogenen Faktoren im Wesentlichen positiv beeinflusst werden. Auch höhere Kosten einer Ersatzlösung können in Kauf genommen werden“.

---

Der prinzipielle Ablauf der Gefährdungsbewertung ist in (Abb. 2) dargestellt.

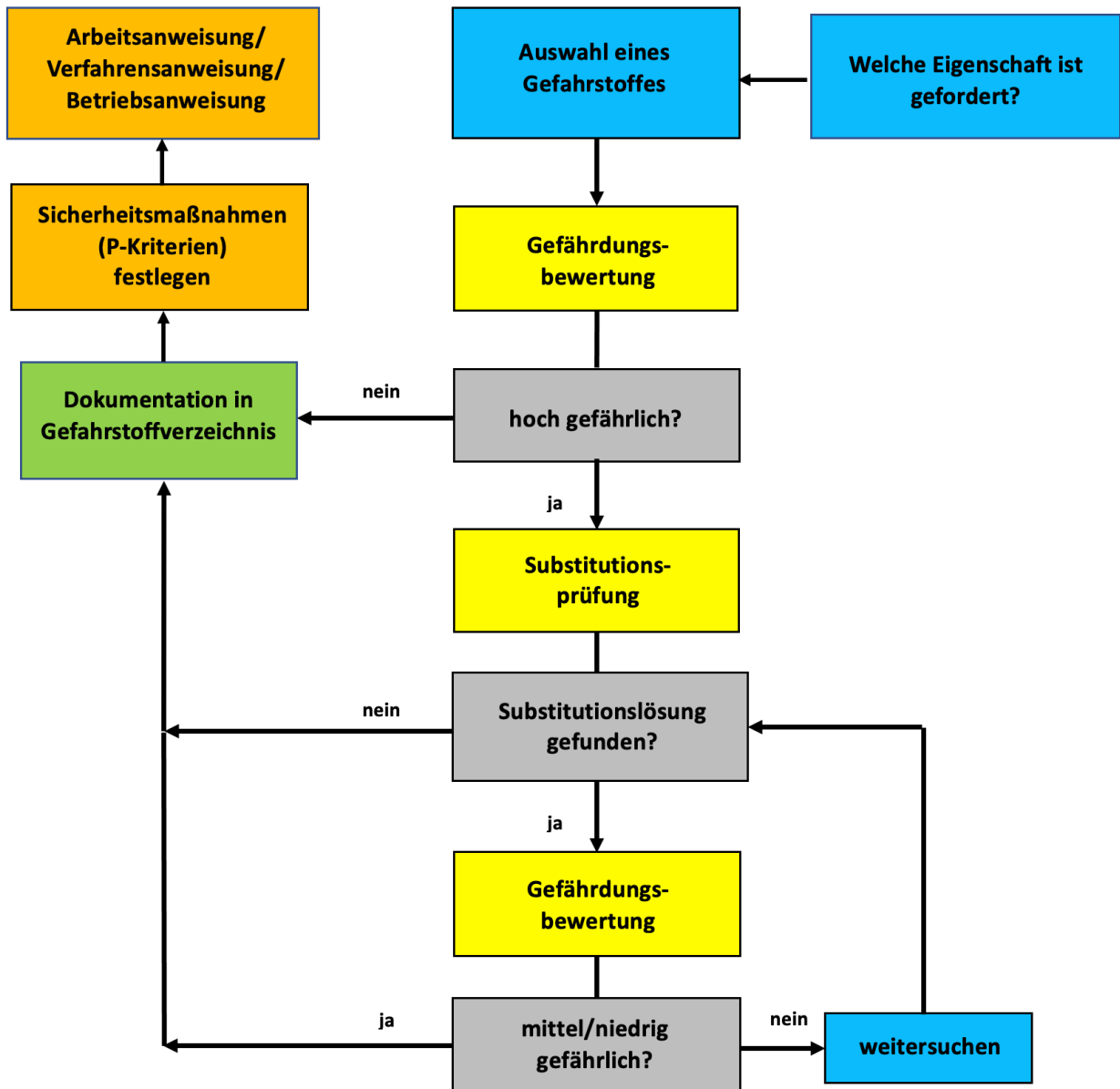


Abb. 2: Ablauf des Prozesses der Bewertung der Gefährdung von Gefahrstoffen

## 4.3 Gefährdungsarten und Bewertungsablauf im MBSG

### 4.3.1 Gefährdungsarten

Das MBSG umfasst 4 Gefährdungsarten (**Abb. 3**), die jeweils für sich zu betrachten und zu bewerten sind.

| A  |   | B                              | C                                | D                                   |
|--|---|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Gesundheitsgefahren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ inhalativ</li> <li>▪ dermal</li> <li>▪ inhalativ und dermal</li> </ul> | <b>Gesundheitsgefahren durch Brand- und Explosion</b> | <b>Gefahren für die Umwelt</b> | <b>Gefahren durch Freisetzen</b> | <b>Gefahren durch das Verfahren</b> |

Abb. 3: Im MBSG zu betrachtende Gefährdungsarten

Diese Gefährdungsarten sind in der Bewertungstabelle (**Anhang 4**), mit den 3 Gefährdungsklassen **hoch**, **mittel** und **niedrig**, denen jeweils ein Äquivalenzwert (ÄqW) zugewiesen ist, erfasst (**Abb. 4**).

| Gefährdungsklasse | Äquivalenzwert (ÄqW) |
|-------------------|----------------------|
| hoch              | 3                    |
| mittel            | 2                    |
| niedrig           | 1                    |

Abb. 4: Äquivalenzwert (ÄqW) in Abhängigkeit der Gefährdungsklasse

Diese ÄqW sind im Beurteilungsprozess die entscheidenden Kenngrößen und werden zum Bewertungswert  $\mathbf{\ddot{A}qW}_{\text{total}}$  für den Gefahrstoff als Ganzes zusammengeführt. Der  $\mathbf{\ddot{A}qW}_{\text{total}}$  ist Basis für die Substitutionsentscheidung.

### 4.3.2 Bewertungsablauf

Im **Anhang 5** ist der Bewertungsablauf in Kurzform dargestellt.

Grundsätzlich sind die Bewertungen getrennt für die vier Gefahrenbereiche durchzuführen.

Grundlage für die Bewertung sind in erster Linie die Informationen des Sicherheitsdatenblattes (SDB) sowie die Informationen aus den betrieblichen Abläufen, die dem Datenerhebungsblatt (DEB) (**Anhang A1**) zu entnehmen sind.

Die stoffbedingten Informationen zu den Gesundheitsgefahren, den Brand-/Ex-Gefahren und den Umweltgefahren werden anhand der H-/EUH-Sätze aus dem SDB ermittelt. Die Informationen zum Freisetzungverhalten können ebenfalls dem SDB entnommen werden.

Die Informationen zur Ermittlung des Äquivalenzwertes für Gefährdungen bedingt durch das Verarbeitungsverfahren sind anhand der Anwendung des Gefahrstoffs im betrieblichen Ablauf oder im jeweiligen Einsatzgebiet an der Baustelle, zu erfassen.

Der Bewertungsablauf erfolgt in mehreren Schritten, indem die gefundenen Informationen durch Ankreuzen in den jeweiligen Bereichen der Bewertungstabelle (**Anhang 4**) eingetragen werden.

### Schritt 1

- a) Die stoffbedingten Gesundheitsgefahren werden anhand der H-/EUH-Sätze ermittelt, woraus sich der Äquivalenzwert  $\ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}}$  ergibt.
- b) Die Umweltgefahren werden anhand der H-Sätze sowie weiteren in der Bewertungstabelle erfassten Aspekten ermittelt, woraus sich der Äquivalenzwert  $\ddot{A}qW_{\text{Umwelt}}$  ergibt.
- c) Die Gefahren durch das Freisetzungverhalten werden bestimmt, woraus sich der Äquivalenzwert  $\ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}}$  ergibt.
- d) Die Gefahren durch das „Verfahren“<sup>5</sup> werden bestimmt, woraus sich der Äquivalenzwert  $\ddot{A}qW_{\text{Verfahren}}$  ergibt.

Es ist zu beachten, dass wenn innerhalb einer Gefährdungsart in den Tabellenspalten Mehrfachbelegungen vorhanden sind, lediglich der höchste Äquivalenzwert herangezogen wird.

### Schritt 2

Die resultierende Bewertungszahl  $\ddot{A}qW_{\text{total}}$  für den Gefahrstoff errechnet sich unter Verwendung der ermittelten Einzel-Äquivalenzwerte nach,

$$\ddot{A}qW_{\text{total}} = \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} + \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (1)$$

wobei der  $\ddot{A}qW_{\text{Verfahren}}$  mit dem Faktor 2 in die Berechnung einfließt<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Unter „Verfahren“ werden die Situationen verstanden, unter denen der Gefahrstoff zum Einsatz gebracht wird.

<sup>6</sup> Da das Verarbeitungsverfahren anerkanntermaßen das größte Gefährdungspotenzial für die Mitarbeiter darstellt, wird der  $\ddot{A}qW_{\text{Verfahren}}$  bei der Berechnung mit dem Faktor 2 gewichtet. Die Gegenüberstellung eines völlig offenen Verfahrens und einer Anwendung in einer geschlossenen Anlage macht den Unterschied sehr augenfällig. Der Zusammenhang zwischen Verfahren und Gefährdung darf als generell akzeptiert in der Theorie des Arbeitsschutzes angesehen werden.

### Schritt 3

Anhand des errechneten  $\ddot{A}qW_{\text{total}}$  ist gemäß **Tabelle 1** ersichtlich, ob für den vorliegenden Gefahrstoff eine Substitution/Ersatzstoffprüfung durchzuführen ist. Diese wird erforderlich, wenn  $\ddot{A}qW_{\text{total}} \geq 12$  ist.

Tab. 1: Gefährdungseinstufung gemäß ermittelter  $\ddot{A}qW_{\text{total}}$  für Substitutionsentscheidung

| max./min. Werte für $\ddot{A}qW_{\text{total}}$ | 15   | 14 | 13 | 12 | 11     | 10 | 9 | 8       | 7 | 6 | 5 |
|---|------|----|----|----|--------|----|---|---------|---|---|---|
| Gefährdung                                      | hoch |    |    |    | mittel |    |   | niedrig |   |   |   |

#### Ergebnis:

##### Der Gefahrstoff ist

- hoch gefährlich
- mittel gefährlich
- niedrig gefährlich

##### Eine Substitutionsprüfung ist

- erforderlich
- nicht erforderlich

### Schritt 4

Wenn eine Substitution-erforderlich wird, dann sind die Substitutionslösungen, die natürlich den gleichen Zweck erfüllen müssen, dem Bewertungsablauf (**Abb. 2**) analog zu Schritt 1-3 zu unterwerfen.

#### 4.3.3 Gefährdungsbewertung

Mit den Informationen aus der Gefährdungsbewertung eines Gefahrstoffes können u.a. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung die Schutzmaßnahmen hinsichtlich Gesundheit und Umwelt abgeleitet werden. Zur Bestimmung werden dazu zwei neue Total-Äquivalenzwerte für Gesundheitsgefahr ( $\ddot{A}qW_{\text{TG}}$ ) und Umweltgefahr ( $\ddot{A}qW_{\text{TU}}$ ) mit den bereits festgelegten einzelnen  $\ddot{A}qW$  ermittelt (**Tab. 2**):

Gesundheitsgefahr

$$\ddot{A}qW_{\text{TG}} = \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (2)$$

Umweltgefahr

$$\ddot{A}qW_{\text{TU}} = \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (3)$$

Tab. 2: Bestimmung der Gefährdung eines Gefahrstoffes hinsichtlich zu treffender Maßnahmen

| max./min. Werte für $\dot{A}qW_{TG}$ bzw. $\dot{A}qW_{TU}$ | 12   | 11 | 10 | 9      | 8 | 7 | 6       | 5 | 4 |
|--|------|----|----|--------|---|---|---------|---|---|
| Gefährdung   | hoch |    |    | mittel |   |   | niedrig |   |   |

Bei der Auswahl der erforderlichen Schutzmaßnahmen sind immer die allgemeinen Schutzmaßnahmen gemäß § 8 GefStoffV zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind erforderlichenfalls zusätzliche Schutzmaßnahmen gemäß §§ 9, 10, 11 und 15 in Abhängigkeit von den Eigenschaften/des Gefährdungspotenzials der Gefahrstoffe festzulegen.

Die in dem Technischen Regelwerk beschriebenen Schutzmaßnahmen, z.B. die TRGS 500 /4/ sowie die besonderen Vorschriften für bestimmte Gefahrstoffe und Tätigkeiten gemäß Anhang I der GefStoffV sind hierbei zu beachten.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist insbesondere unabhängig von dem GTGA-Ansatz zu beachten, dass bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in engen Räumen und Behältern sowie mit Flüssigkeiten, bei denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann, die Gefährdung gemäß TRGS 400 Kapitel 6.2 Abs. 5 Punkt 2 und 3 nie niedrig sein kann.

## 5. Ausnahmen für Substitution

### 5.1 Gefahrstoffe befinden sich in Geräten/Apparaturen

Eine Substitution von Gefahrstoffen, die auf den Einsatz in Geräten/Apparaten vom Geräte- /Apparatehersteller festgelegt sind, ist in der Regel nicht möglich.

Entweder sind für dann „hoch gefährlich“ bewertete Gefahrstoffe in Geräten/Apparaten zusätzliche Schutzmaßnahmen einzuleiten oder es ist ein Gerät/Apparat mit „weniger gefährlichen“ Gefahrstoffen einzuführen, soweit derartige Geräte/Apparate am Markt verfügbar sind.

Zwei Beispiele sind in **Anhang 3** beigefügt.

### 5.2 Gefahrstoffe sind gesetzlich geregelt bzw. es gibt behördliche Empfehlungen

Bei allen Gefahrstoffen, für die es rechtlich fixierte Regeln wie z.B. für die Kältemittel gibt, ist der Spielraum für ein ausführendes Unternehmen, das zur Substitutionsprüfung verpflichtet ist, sehr begrenzt.

Für eine beschränkte Anzahl von Stoffen sind Substitutionsvorschläge auf Grund ihrer Gefährlichkeit erstellt worden, die in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) der Reihe 600 „Ersatzstoffe und Ersatzverfahren“ niedergelegt sind. Darunter fallen z.B. die Gefahrstoffe:

- Zinkchromate und Strontiumchromat
- Hydrazin
- Methyl- und Ethylglykol sowie deren Acetate
- stark lösemittelhaltige Voranstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich
- N-Nitrosamine
- dichlormethanhaltige Abbeizmittel
- spezielle Azofarbstoffe
- spezielle Korrosionsschutzmittel
- stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel
- Chrom (VI)-haltige Holzschutzmittel
- Aluminiumsilikatwolle

## 6. Dokumentation

Das Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten zur Substitution ist zu dokumentieren. Die Dokumentation erfolgt sinnvollerweise im Zusammenhang mit der Dokumentation der anderen Teile der Gefährdungsbewertung und Gefährdungsbeurteilung.

Die Ergebnisse der Substitutionsprüfung können durch Standardsätze beschrieben werden. Es kann hierbei auf Formulierungen der TRGS 600, Kap. 6 zurückgegriffen werden, z.B.

- ...keine Möglichkeiten einer Substitution...
- ...Möglichkeiten einer Substitution sind...
- ...Lösung ist bereits Substitutionslösung...
- ...Substitutionslösung ist technisch nicht geeignet, weil ...
- ...Substitutionslösung verringert Gefährdung nicht ausreichend, weil...
- ...Substitutionslösung betrieblich nicht geeignet, weil...
- ...Substitutionslösung eingeleitet, erneute Prüfung bis ...

Selbst wenn eine Substitutionslösung erforderlich ist und auch ein Ersatz gefunden wurde, aber aus bestimmten Gründen der Ersatz nicht realisiert wird, ist dieses mit Begründung zu dokumentieren (siehe Beispiel **Anhang 3**).

## 7. Glossar

### ▪ **Gefahrstoffe**

im Sinne der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sind

1. Gemäß § 3 gefährliche Stoffe und Gemische,
2. Stoffe, Gemische und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind,
3. Stoffe, Gemische und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe nach Nummer 1 oder Nummer 2 entstehen oder freigesetzt werden,
4. Stoffe und Gemische, die die Kriterien nach den Nummern 1 bis 3 nicht erfüllen, aber auf Grund ihrer physikalisch-chemischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz vorhanden sind oder verwendet werden, die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können,
5. alle Stoffe, denen ein Arbeitsplatzgrenzwert zugewiesen worden ist.

### ▪ **Sicherheitsdatenblätter (SDB)**

Sie sind dazu bestimmt, dem berufsmäßigen Verwender die beim Umgang mit Gefahrstoffen notwendigen Daten und Umgangsempfehlungen zu vermitteln, um die für den Gesundheitsschutz, die Sicherheit am Arbeitsplatz und den Schutz der Umwelt erforderlichen Maßnahmen treffen zu können. Sie geben grundsätzlich Informationen zu möglichen Gefahren, Erste-Hilfe-Maßnahmen, Expositions-begrenzung, persönlichen Schutzausrüstungen sowie physikalischen und chemischen Eigenschaften. Form, Inhalt und Aufbau von Sicherheitsdatenblättern sind in der TRGS 220 beschrieben.

### ▪ **H-Kriterien**

Die H-Kriterien („Gefahrenhinweise“, englisch *hazard*) sind knappe Sicherheitshinweise für Gefahrstoffe, die im Rahmen des global harmonisierten Systems zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien gemäß GHS-VO (**G**lobal **H**armonisiertes **S**ystem zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien der Vereinten Nationen) verwendet werden. Die H-Kriterien haben in der GHS-Kennzeichnung eine analoge Aufgabe wie die bei der früheren Kennzeichnung verwendeten R-Sätze.

### ▪ **EUH-Sätze**

Die EU hat zusätzliche ergänzende Gefahrenmerkmale und Kennzeichnungselemente für die Gefährdung eingeführt. Diese Sätze beschreiben gemäß GHS-VO weitere Gefahren und sind – nur innerhalb der EU – zusätzlich nach den H-Kriterien zu verwenden.

▪ **P-Kriterien**

Die P-Kriterien („Sicherheitshinweise“, englisch *precaution*) sind knappe Sicherheitshinweise für Gefahrstoffe, die im Rahmen des global harmonisierten Systems zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien gemäß GHS-VO verwendet werden. Die P-Kriterien haben in der GHS-Kennzeichnung eine analoge Aufgabe wie die bei der früheren Kennzeichnung verwendeten S-Sätze.

▪ **Äquivalenzwert (ÄqW)**

Äquivalenz (v. lat.: *aequus* „gleich“ und *valere* „wert sein“) steht für die im MBSG gewählte Gleichwertigkeit und Zuordenbarkeit von Gefährdungsarten innerhalb des Bewertungsmodell (hoch: ÄqW = 3, mittel: ÄqW = 2, niedrig: ÄqW = 1).

Mit den ÄqW lässt sich eine Aussage und Klassifizierung der Gefährdung im Umgang mit Gefahrstoffen rechnerisch darstellen.

▪ **STOP-Prinzip**

Das STOP-Prinzip gemäß TRGS 500 /4/ beschreibt die Rangfolge von Schutzmaßnahmen.

**S** - Substitution

**T** - Technische Schutzmaßnahmen

**O** - Organisatorische Schutzmaßnahmen

**P** - Persönliche Schutzmaßnahmen

Ist eine Substitution bzw. Verfahrensänderung nicht möglich, sind als nächstes technische und organisatorische Maßnahmen zu prüfen und umzusetzen bzw. wenn diese nicht ausreichen, die Gefährdung auf ein sicheres Maß zu reduzieren, sind persönliche Schutzmaßnahmen anzuwenden.

▪ **KMR-Stoff**

KMR-Stoffe (oder CMR-Stoffe) sind Stoffe mit den Eigenschaften karzinogen (krebserzeugend), keimzellmutagen (erbgutverändernd), reproduktionstoxisch (fortpflanzungsgefährdend). Bei Verwendung von KMR-Stoffen müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, um die Gesundheit der Mitarbeiter zu gewährleisten.

KMR-Stoffe sind EU-weit in 3 Kategorien eingeteilt. Gemäß GHS-VO lauten die Kategorien 1A, 1B und 2. Kategorie 1 wird unterteilt und folgendermaßen definiert:

- Kategorie 1A: Bekanntermaßen karzinogen, keimzellmutagen bzw. reproduktionstoxisch; Einstufung erfolgt überwiegend aufgrund von Nachweisen beim Menschen.
- Kategorie 1B: Wahrscheinlich karzinogen, keimzellmutagen bzw. reproduktionstoxisch; Einstufung erfolgt überwiegend aufgrund von Nachweisen bei Tieren.

Die Kategorie 2 beschreibt den Verdacht auf Wirkpotenzial.

- **PBT- / vPvB-Stoffe**

sind Chemikalien, die persistent (P), bioakkumulierend (B) und toxisch (T) oder sehr persistent (vP) und sehr bioakkumulierend (vB) sind. Das heißt, sie werden nur sehr schlecht in der Umwelt abgebaut (=persistent), reichern sich in Organismen und damit in der Nahrungskette an (=bioakkumulierend) und sind giftig (=toxisch) für Menschen oder Organismen in der Umwelt. Grundsätzlich ist der Eintrag von PBT-Stoffen in die Umwelt unabhängig von ihrer Konzentration (im Produkt) und Menge zu vermeiden, da solche Stoffe – einmal in die Umwelt entlassen – nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden und somit über sehr lange Zeiträume in Gewässern, Böden, aber auch in der Nahrungskette verbleiben können.

- **STOT**

Die Spezifische Zielorgan-Toxizität (STOT = Specific Target Organ Toxicity) 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.

- **CO<sub>2</sub>-Äquivalent**

Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent (auch global warming potential (GWP) oder relatives Treibhauspotential) ist eine Kennziffer, welche die Auswirkungen chemischer Verbindungen auf unser Klima beschreibt.

Um die Klimawirkung einzelner Treibhausgase miteinander zu vergleichen und zusammenzufassen, wird auf das GWP umgerechnet, dessen Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>e) sind. Das GWP normiert die Wirkung aller Treibhausgase auf die Wirkung von CO<sub>2</sub>, dem für den Menschen relevantesten Treibhausgas, welches daher den GWP-Wert 1 erhält.

Je nach Aktivität können mehrere unterschiedliche Treibhausgase emittiert werden. Jedes Treibhausgas kann dabei mithilfe des GWP als CO<sub>2</sub>-Äquivalent angegeben werden.

Ein Beispiel:

Werden bei einer Aktivität gleichzeitig 1 kg CO<sub>2</sub> (GWP: 1) und 1 kg Methan (GWP: 28) emittiert, so wird von Gesamtemissionen von 29 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (oder CO<sub>2</sub>e) gesprochen.

GWP wird gemäß IPCC /13/ auf 100 Jahre bezogen.

Die Autoren haben im MBSG die Grenzen für „hoch:  $\geq 1.500$ “, „mittel:  $< 1.500$ “ und „gering:  $< 50$ “ festgelegt.

- **Zündquelle (vgl. TRGS 723 /5/)**  
Eine Zündquelle ist bedingt durch einen physikalischen, chemischen oder technischen Vorgang, Zustand oder Arbeitsablauf, der geeignet ist, die Entzündung einer explosionsfähigen Atmosphäre auszulösen.
- **Wirksame Zündquelle (vgl. TRGS 723)**  
Eine wirksame Zündquelle ist eine Zündquelle, die in der zu betrachtenden explosionsfähigen Atmosphäre und unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens eine Entzündung auslösen kann.
- **ZT – Zündtemperatur**  
Es ist die Temperatur, auf die man einen Stoff oder eine Kontaktfläche erhitzen muss, damit sich eine brennbare Substanz in Gegenwart von Sauerstoff ausschließlich aufgrund seiner Temperatur – also ohne Zündquelle wie einen Zündfunken – selbst entzündet
- **AT – Arbeitstemperatur**  
Es ist die Temperatur, mit der gearbeitet wird. Bei Arbeitstemperaturen über 30°C sind die Dampfdrücke für die jeweiligen Arbeitstemperaturen zu ermitteln; die SDB-Angaben gelten nur für 20°C.
- **Fp – Flammpunkt**  
Er ist der Punkt, bei dem ein Stoff einen Dampfdruck bzw. über dem Stoff eine korrespondierende Sättigungsdampfkonzentration erreicht, die so hoch ist, dass sich das entsprechende Gas/Luft-Gemisch mit einer Zündquelle zumindest kurzzeitig entflammen lässt.
- **Sdp – Siedepunkt**  
Der Siedepunkt oder auch Kochpunkt eines Reinstoffes ist ein Wertepaar in dessen Phasendiagramm und besteht aus zwei Größen: Der Sättigungstemperatur (speziell auch Siedetemperatur) und dem Sättigungsdampfdruck (speziell auch Siededruck) an der Phasengrenzlinie zwischen Gas und Flüssigkeit. Er setzt sich also aus den beiden Zustandsgrößen Druck und Temperatur beim Übergang eines Stoffes vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand zusammen.
- **Wirkfläche:**  
Bei der Wirkfläche wird zwischen klein- und großflächiger Benetzung der Haut unterschieden. Bei der Abschätzung der Wirkfläche ist sowohl die Aufnahme des Gefahrstoffes durch den direkten Hautkontakt, als auch durch eine Benetzung der Haut über Gase, Dämpfe oder Aerosole – indirekter Hautkontakt – zu beachten. Eine Benetzung der Haut über verschmutzte Arbeitskleidung und Arbeitsmittel ist ebenfalls zu berücksichtigen.  
Wirkfläche groß / großflächige Benetzung: Z.B. ganze Hand, ganzer Unterarm  
Wirkfläche klein / kleinflächige Benetzung: Z.B. Spritzer

Achtung: Durch Tragen der persönlichen Schutzausrüstung wird ein Hautkontakt nicht verhindert.

▪ **Wirkdauer:**

Die Wirkdauer des Hautkontaktes beginnt mit der Verunreinigung und endet erst mit der wirksamen Beseitigung. Besteht ein wiederholter Hautkontakt, so sind die Zeiten des Hautkontaktes mit dem jeweiligen Gefahrstoff über den Tag zu addieren.

Wirkdauer groß / längerfristige Einwirkung: Über 15 Minuten / Tag

Wirkdauer klein / kurzfristige Einwirkung: Unter 15 Minuten / Tag

Direkter Hautkontakt: Benetzung der Haut z.B. durch Spritzer, Aerosole, Gase, Dämpfe, Arbeitsmittel

Indirekter Hautkontakt: Benetzung der Haut z.B. über verunreinigte Kleidung oder kontaminierte Oberflächen

▪ **Anlagenteile und Anlagen:**

Anlagen und Teilanlagen sind Einrichtungen, Geräte, Maschinen usw., in denen Gefahrstoffe gehandhabt werden. Anlagenteile sind einzelne Bauteile oder Funktionselemente, die in ihrem Zusammenspiel die Anlage ergeben.

Anlagen, bei denen die Dichtheit gewährleistet ist, Anlagen mit integrierter Absaugung, bei denen ein unmittelbarer Hautkontakt ausgeschlossen werden kann oder Anlagen, die keine betriebsmäßig offene Verbindung haben oder der Stoffaustritt sicher verhindert wird und kein Gefahrstoffaustritt beim betriebsmäßigen Öffnen des Systems entsteht, werden als geschlossen bezeichnet.

Als offen sind Anlagen und Teilanlagen zu bezeichnen, bei welchen die Emissionsquelle dagegen nicht umschlossen ist und damit sowohl Stoff- als auch Energieaustausch mit der Umgebung stattfinden.

## 8. Quellenangaben

- /1/ Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (GefStoffV – Gefahrstoffverordnung) vom 26. November 2010
- /2/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 400 – Gefährdungsbewertung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen vom 11. Juli 2017
- /3/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 401 – Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung - Beurteilung - Maßnahmen vom 11. Juli 2017

- /4/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 500 – Schutzmaßnahmen  
vom 10. Oktober 2019
- /5/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 723– Gefährliche explosionsfähige Gemische - Vermeidung der Entzündung  
gefährlicher explosionsfähiger Gemische  
vom 2. Juli 2019
- /6/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 600 – Substitution  
vom 24. Juni 2020
- /7/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 905 – Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder  
reproduktionstoxischer Stoffe  
vom 14. März 2016
- /8/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)  
TRGS 910 – Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit  
krebserzeugenden Gefahrstoffen  
vom 13. Februar 2014
- /9/ EG-Verordnung 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. De-  
zember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und  
Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und  
1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006  
(CLP-Verordnung)  
vom 31. Dezember 2008, ABl. Nr. L 353
- /10/ Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 „Registrierung, Bewertung, Zulassung und  
Beschränkung chemischer Stoffe – REACH-Verordnung  
vom 18. Dezember 2006, Abl. Nr. L 396
- /11/ Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe – EMGK-Leitfaden  
Bundeanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2014
- /12/ Gefahrzahlensystem für Gefahrstoffe der BAD Gesundheitsvorsorge und  
Sicherheitstechnik GmbH, Hannover 2018
- /13/ Intergovernmental Panel on Climate Change – IPPCC  
Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen der Vereinten Nationen, auf  
deutsch auch Weltklimarat genannt.

## 9. Anhang

### 9.1 Anhang 1 - Datenerhebungsblatt für die Gefährdungsbewertung (DEB)

|                    |          |                     |
|--------------------|----------|---------------------|
| <b>Gefahrstoff</b> | Name:    | Dokumentations Nr.: |
|                    | CAS-Nr.: |                     |
|                    | UN-Nr.:  |                     |
|                    |          | Datum:              |

| 1. Allgemeine Angaben / Festlegung des Einsatzbereiches   |  |
|---|--|
| <b>Arbeitsbereich</b> (die wichtigsten benennen):<br><br>Gefährdungsbeurteilung für die Arbeitsbereiche vorhanden? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein  |  |
| <b>Arbeitsverfahren / Tätigkeitsbeschreibung</b> (ggf. Hinweis auf vorhandene Dokumente):<br><br>   |  |
| <b>gefährliche Eigenschaften des Gefahrstoffs</b>   |  |
| <input type="checkbox"/> <b>toxikologische Eigenschaften</b>  | <input type="checkbox"/> <b>physikalisch-chemische Eigenschaften</b>   |
| <input type="checkbox"/> akut toxisch <input type="checkbox"/> Ätz-/Reizwirkung<br><br><input type="checkbox"/> KMR-Stoff <input type="checkbox"/> STOT-Eigenschaften<br><br><input type="checkbox"/> sensibilisierend <input type="checkbox"/> andere toxikologische Eigenschaften | <input type="checkbox"/> explosiv <input type="checkbox"/> Druckgas<br><br><input type="checkbox"/> oxidierend <input type="checkbox"/> andere phys.-chem. Eigenschaften<br><br><input type="checkbox"/> entzündbar <input type="checkbox"/> |

| 2. Stoffeigenschaften   |
|---|
| <b>Angabe der H- Kriterien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Toxikologisch:</li> <li>▪ Brand und Explosion:</li> <li>▪ weitere Kriterien:</li> </ul> |

| 3. Freisetzung           |                                   |                               |  |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Gas                               |                               |  |
| <input type="checkbox"/> | Flüssigkeit mit Dampfdruck [hPa]: |                               |  |
| <input type="checkbox"/> | Aerosol                           |                               |  |
| <input type="checkbox"/> | staubender Feststoff mit Körnung  | <input type="checkbox"/> fein | <input type="checkbox"/> gröber <input type="checkbox"/> sehr grob |

| 4. Arbeits- und Umgebungsbedingungen |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Verarbeitung</b>                  | <input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen mit Expositionsmöglichkeit<br><input type="checkbox"/> geschlossen            |
| <b>Arbeitstemperatur [°C]:</b>       |   |
| <b>Flammpunkt [°C]:</b>              |   |
| <b>Zündtemperatur [°C]:</b>          |   |
| <b>Siedepunkt [°C]:</b>              |   |
| <b>Luftaustausch</b>                 | <input type="checkbox"/> gering [ $> 5h^{-1}$ ] <input type="checkbox"/> mittel [ $1 - < 5h^{-1}$ ] <input type="checkbox"/> hoch [ $< 1h^{-1}$ ] |
| <b>versprühen/vernebeln</b>          | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein   |
| <b>Hautkontakt &lt; 15 min.</b>      | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein   |

| 5. Umwelt  |   |
|--|---|
| <b>Wassergefährdungsklasse</b>                               | <input type="checkbox"/> WGK 3 <input type="checkbox"/> WGK 2 <input type="checkbox"/> WGK1 <input type="checkbox"/> nwg  |
| <b>Angabe der H- Kriterien:</b>                              |   |
| <b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent (GWP bezogen auf 100 Jahre)</b> | <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch<br><b>&lt; 50                      ≥ 50 und ≤ 1.500                      &gt; 1.500</b> |

| 6. Gesamtbeurteilung der Gefährdung gemäß MBSG                          |   |
|---|---|
| <b>Der Gefahrstoff ist</b>  | <input type="checkbox"/> hoch gefährlich<br><input type="checkbox"/> mittel gefährlich<br><input type="checkbox"/> niedrig gefährlich |
| <b>Unverantwortbare Gefährdung für Schwangere und stillende Mütter:</b> | <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein   |

| 7. sonstige Bemerkungen |
|-------------------------|
|                         |

| 8. Festgelegte erforderliche Schutzmaßnahmen             |   | Durchgeführt             |                          |                          |
|--|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  |   | Ja                       | Nein                     | teilw.                   |
| Maßnahme   | Beschreibung der Maßnahme / Erläuterung |                          |                          |                          |
| Allgemeine Maßnahmen                                     |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Substitutionsprüfung                                     |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Expositionsermittlung                                    |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Technische Schutzmaßnahmen                               | P-Kriterien angeben:                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| weitere Schutzmaßnahmen                                  |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Persönliche Schutzausrüstung                             |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Brandschutzmaßnahmen                                     |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Betriebsanweisung  |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Unterweisung   |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Arbeitsmedizinische Vorsorge                             |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vorkehrungen für Unfälle, Stör- /Notfälle                |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Besondere Personengruppen (Schwangere, Jugendlichen u.a) |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| <b>9. Wirksamkeitsprüfung</b>  |                         |                           |                    |
|--|-------------------------|---------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>Maßnahmen ausreichend</b>                                      |                         |                           |                    |
| <input type="checkbox"/> <b>Maßnahmen nicht ausreichend, erforderliche Maßnahmen sind:</b> | <b>zu erledigen bis</b> | <b>zu erledigen durch</b> | <b>erledigt am</b> |
|  |                         |                           |                    |
|  |                         |                           |                    |
|  |                         |                           |                    |
|  |                         |                           |                    |

|                       | <b>Datum</b> | <b>Bearbeiter/in</b> | <b>Verantwortliche/r</b> | <b>Berater/in</b> |
|-----------------------|--------------|----------------------|--------------------------|-------------------|
| <b>Erstellung</b>     |              |                      |                          |                   |
| <b>Aktualisierung</b> |              |                      |                          |                   |

## 9.2 Anhang 2 - Auszüge aus gesetzlichen Regelungen

### 9.2.1 Chemikaliengesetz (ChemG)

#### ▪ § 3a Gefährliche Stoffe und gefährliche Gemische

(1) Gefährliche Stoffe oder gefährliche Gemische im Sinne dieses Gesetzes sind Stoffe oder Gemische, die

1. die in Anhang I Teil 2 und 3 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 dargelegten Kriterien für oder Gesundheitsgefahren erfüllen oder
2. umweltgefährlich sind, indem sie
  - a. die in Anhang I Teil 4 und 5 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 dargelegten Kriterien für Umweltgefahren und weitere Gefahren erfüllen oder
  - b. selbst oder deren Umwandlungsprodukte sonst geeignet sind, die Beschaffenheit des Naturhaushaltes, von Wasser, Boden oder Luft, Klima, Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen derart zu verändern, dass dadurch sofort oder später Gefahren für die Umwelt herbeigeführt werden können.

#### ▪ § 13 Einstufungs-, Kennzeichnungs- und Verpackungspflichten

(1) Die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen richten sich nach den Bestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008.

(2) Wer als Hersteller oder Einführer Stoffe oder Gemische in den Verkehr bringt, hat diese zusätzlich nach der Rechtsverordnung gemäß § 14 einzustufen, soweit die Rechtsverordnung Regelungen zur Einstufung enthält.

(3) Wer als Lieferant im Sinne des Artikels 2 Nummer 26 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Stoffe oder Gemische in den Verkehr bringt, hat diese zusätzlich nach der Rechtsverordnung gemäß § 14 zu kennzeichnen und zu verpacken, soweit die Rechtsverordnung Regelungen zur Kennzeichnung und Verpackung enthält.

(4) Weitergehende Anforderungen über die Kennzeichnung und Verpackung nach anderen Rechtsvorschriften bleiben unberührt.

### 9.2.2 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

#### ▪ § 6 GefStoffV „Informationsermittlung und Gefährdungsbewertung“

(1) Im Rahmen einer Gefährdungsbewertung als Bestandteil der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber festzustellen, ob die Beschäftigten Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausüben oder ob bei Tätigkeiten Gefahrstoffe entstehen oder freigesetzt werden können. Ist dies der Fall, so hat er alle hiervon ausgehenden Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten unter folgenden Gesichtspunkten zu beurteilen:

1. gefährliche Eigenschaften der Stoffe oder Gemische, einschließlich ihrer physikalisch-chemischen Wirkungen,

2. Informationen des Lieferanten zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit insbesondere im Sicherheitsdatenblatt,
3. Art und Ausmaß der Exposition unter Berücksichtigung aller Expositionswege; dabei sind die Ergebnisse der Messungen und Ermittlungen nach § 7 Absatz 8 zu berücksichtigen,
4. Möglichkeiten einer Substitution
5. Arbeitsbedingungen und Verfahren, einschließlich der Arbeitsmittel und der Gefahrstoffmenge,
6. Arbeitsplatzgrenzwerte und biologische Grenzwerte,
7. Wirksamkeit der ergriffenen oder zu ergreifenden Schutzmaßnahmen,
8. Erkenntnisse aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge.

(11) Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, so hat er sich fachkundig beraten zu lassen. Fachkundig können insbesondere die Fachkraft für Arbeitssicherheit und die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt sein.

(12) Der Arbeitgeber hat nach Satz 2 ein Verzeichnis der im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe zu führen, in dem auf die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter verwiesen wird. Das Verzeichnis muss mindestens folgende Angaben enthalten:

1. Bezeichnung des Gefahrstoffs,
2. Einstufung des Gefahrstoffs oder Angaben zu den gefährlichen Eigenschaften,
3. Angaben zu den im Betrieb verwendeten Mengenbereichen,
4. Bezeichnung der Arbeitsbereiche, in denen Beschäftigte dem Gefahrstoff ausgesetzt sein können.

Die Sätze 1 und 2 gelten nicht, wenn nur Tätigkeiten mit geringer Gefährdung nach Absatz 13 ausgeübt werden. Die Angaben nach Satz 2 Nummer 1, 2 und 4 müssen allen betroffenen Beschäftigten und ihrer Vertretung zugänglich sein.

#### ▪ § 7 GefStoffV „Grundpflichten“

(1) Der Arbeitgeber darf eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung nach § 6 durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 4 ergriffen worden sind.

(3) Der Arbeitgeber hat auf der Grundlage des Ergebnisses der Substitutionsprüfung nach § 6 Absatz 1 Satz 2 Nummer 4 vorrangig eine Substitution durchzuführen. Er hat Gefahrstoffe oder Verfahren durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse oder Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind.

### 9.3 Anhang 3 – Beispiel einer Substitutionsprüfung mit dem MBSG

#### 1. Beispiel

##### a) Ausgangsprodukt

Zum Einsatz kommen soll ein Produkt zum Reinigen und Entfetten bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten. Hierzu wurde ein markteingeführtes Produkt ausgesucht.

##### Daten zum eingesetzten Gemisch gemäß Sicherheitsdatenblatt (SDB)

Gefahrenpiktogramme:



Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise: H222 extrem entzündbares Aerosol  
 H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar  
 H229 Behälter steht unter Druck, kann bei Erwärmung bersten  
 H280 enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren  
 H304 kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.  
 H315 verursacht Hautreizungen  
 H336 kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen  
 H411 giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung

Wassergefährdungsklasse: WGK 2 deutlich wassergefährdend

Freisetzungsverhalten: Aerosol

##### Weitere Informationen:

Gefahren durch Verfahren/Anwendung:

versprühen/vernebeln, geringer Luftaustausch

##### Bewertung mit MBSG

$\ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} = 3$

$\ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} = 3$

$\ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} = 3$

$\ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} = 3$

$\ddot{A}qW_{\text{total}} = \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} + \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (1)$

$\ddot{A}qW_{\text{total}} = 15$

**Eine Substitution ist erforderlich.**

**b) Substitutionslösung 1**

Als Substitutionslösung wurde folgendes Produkt gefunden, das die gleiche Wirkung für den Einsatz erwirkt.

**Daten zum eingesetzten Gemisch gemäß Sicherheitsdatenblatt (SDB)**

Gefahrenpiktogramme:



Signalwort: Gefahr

|                   |   |
|-------------------|---|
| Gefahrenhinweise: | H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar<br>H304 kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.<br>H315 verursacht Hautreizungen<br>H336 kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen<br>H411 giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung |
|-------------------|---|

Wassergefährdungsklasse: WGK 2 deutlich wassergefährdend

Freisetungsverhalten: Flüssigkeit mit Siedepunkt 80 – 110 °C

Dampfdruck nicht bestimmt  
Flammpunkt -20°C

**Weitere Informationen:**

Gefahren durch Verfahren/Anwendung:

versprühen/vernebeln, geringer Luftaustausch

**Bewertung mit MBSG**

$$\ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} = 3$$

$$\ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} = 3$$

$$\ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} = 3$$

$$\ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} = 3$$

$$\ddot{A}qW_{\text{total}} = \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} + \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (1)$$

$$\ddot{A}qW_{\text{total}} = 15$$

**Als Substitutionslösung nicht geeignet.**

**c) Substitutionslösung 2**

Als Substitutionslösung wurde folgendes Produkt gefunden, das die gleiche Wirkung für den Einsatz erwirkt.

**Daten zum eingesetzten Gemisch gemäß Sicherheitsdatenblatt (SDB)**

Gefahrenpiktogramme:



|                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| Signalwort:              | Gefahr  |  |
| Gefahrenhinweise:        | H222  | extrem entzündbares Aerosol                            |
|                          | H229  | Behälter steht unter Druck: Kann bei Erwärmung bersten |
| Wassergefährdungsklasse: | WGK 1 schwach wassergefährdend                                |  |
| Freisetzungsverhalten:   | Aerosol   |  |
| Dampfdruck:              | Sprühdoseninnendruck; bei 50°C maximal 2/3 vom Dosenprüfdruck |  |
| Flammpunkt:              | nicht anwendbar   |  |

**Weitere Informationen:**

Gefahren durch Verfahren/Anwendung:  
 versprühen/vernebeln, geringer Luftaustausch

**Bewertung mit MBSG**

$$\begin{aligned}
 \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} &= 3 \\
 \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} &= 1 \\
 \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} &= 3 \\
 \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} &= 3 \\
 \ddot{A}qW_{\text{total}} &= \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} + \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (1) \\
 \ddot{A}qW_{\text{total}} &= 13
 \end{aligned}$$

**Als Substitutionslösung nicht geeignet.**

## Auswertung des Substitutionsvorgangs für einen Reiniger zum Reinigen und Entfettung bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten

| Gefahrstoff          | Ausgangsprodukt                                  | Substitutionslösung 1                            | Substitutionslösung 2                            |
|----------------------|--|--|--|
|                      | Aerosol  | Flüssigkeit                                      | Aerosol  |
| <b>Bewertung</b>     |  |  |  |
| Gesundheit           | 3 (H222/H229)                                    | 3 (H222/H229)                                    | 3 (H222/H229)                                    |
| Umwelt               | 3 (H411)   | 3 (H411)   | 1 (WGK 1)  |
| Freisetzung          | 3 (Aerosol)                                      | 3 (Fp < 23°C)                                    | 3 (Aerosol)                                      |
| Verfahren            | 3 (versprühen/vernebeln, geringer Luftaustausch) | 3 (versprühen/vernebeln, geringer Luftaustausch) | 3 (versprühen/vernebeln, geringer Luftaustausch) |
| ÄqW <sub>total</sub> | <b>15</b>  | <b>15</b>  | <b>13</b>  |
| ÄqW <sub>TG</sub>    | 12   | 12   | 12   |
| ÄqW <sub>TU</sub>    | 12   | 12   | 10   |

Die Bewertung des Gefahrstoffs (Ausgangsprodukt), wie auch die Bewertung der Substitutionslösungen 1 und 2 ergeben die Einstufung **ÄqW<sub>total</sub> „hoch gefährlich“**.

Es gilt nun abzuwägen, ob man weitere Substitutionslösungen versucht zu finden, oder ob es als zweckmäßig erscheint, das Verfahren, also die Arbeits- und Umgebungsbedingungen für den Einsatz des Gefahrstoffs positiv zu verändern und/oder zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen.

Ist man bei der Verarbeitung des Gefahrstoffs zum Beispiel technisch in der Lage den Luftaustausch zu erhöhen, die Stoffmenge zu verringern oder die Wirkdauer zu minimieren, so kann dieses einen erheblichen Einfluss auf die Einstufung des Gefahrstoffs nehmen. Allein die deutliche Erhöhung des Luftaustausches führt zu einer geänderten Einstufung des Gefahrstoffs/der Substitutionslösungen.

| Gefahrstoff          | Ausgangsprodukt                              | Substitutionslösung 1                        | Substitutionslösung 2                        |
|----------------------|--|--|--|
|                      | Aerosol                                      | Flüssigkeit                                  | Aerosol                                      |
| <b>Bewertung</b>     |  |  |  |
| Gesundheit           | 3 (H222/H229)                                | 3 (H222/H229)                                | 3 (H222/H229)                                |
| Umwelt               | 3 (H411)                                     | 3 (H411)                                     | 1 (WGK 1)                                    |
| Freisetzung          | 3 (Aerosol)                                  | 3 (Fp < 23°C)                                | 3 (Aerosol)                                  |
| Verfahren            | 1 (hoher Luftaustausch > 5 h <sup>-1</sup> ) | 1 (hoher Luftaustausch > 5 h <sup>-1</sup> ) | 1 (hoher Luftaustausch > 5 h <sup>-1</sup> ) |
| ÄqW <sub>total</sub> | <b>11</b>                                    | <b>11</b>                                    | <b>9</b>                                     |
| ÄqW <sub>TG</sub>    | 8  | 8  | 8  |
| ÄqW <sub>TU</sub>    | 8  | 8  | 6  |

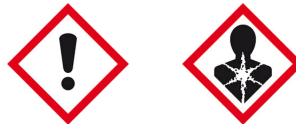
Nach Abschluss der Bewertung und Analyse der Gefährdungen erscheint es sinnvoll, auf das Ausgangsprodukt zu verzichten und die Substitutionslösung 2 mit den veränderten Verfahrensbedingungen einzusetzen. Das Gefährdungspotenzial für die Anwender und die Umwelt ist hierbei geringer.

## 2. Beispiel

Zum Einsatz kommen soll ein Frostschutzmittel als Zusatz zum Kühlwassersystem. Hierzu wurde ein markteingeführtes Produkt ausgesucht.

### Daten zum eingesetzten Gemisch gemäß Sicherheitsdatenblatt (SDB)

Gefahrenpiktogramme:



Signalwort:

Achtung

Gefahrenhinweise:

H 302 gesundheitsschädlich bei Verschlucken

H 373 kann die Organe (Niere) schädigen nach längerer oder wiederholter Exposition

Wassergefährdungsklasse:

WGK 1 schwach wassergefährdend

Freisetungsverhalten:

Flüssigkeit mit Siedepunkt > 100°C

Dampfdruck 0,02 hPa bei 20°C

Flammpunkt: nicht anwendbar

nicht entzündbar

### Weitere Informationen:

Gefahren durch Verfahren/Anwendung:

eingesetzte Menge am Arbeitsplatz hoch

Dauer der Tätigkeit ½ h bis 4 h

Raumtemperatur 22°C

Hautkontakt > 15 Min./d

Offene Verwendung ohne Absaugung

### Bewertung mit MBSG

$$\ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} = 2$$

$$\ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} = 1$$

$$\ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} = 1$$

$$\ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} = 3$$

$$\ddot{A}qW_{\text{total}} = \ddot{A}qW_{\text{Gesundheit}} + \ddot{A}qW_{\text{Umwelt}} + \ddot{A}qW_{\text{Freisetzung}} + 2 \times \ddot{A}qW_{\text{Verfahren}} \quad (1)$$

$$\ddot{A}qW_{\text{total}} = 10$$

**Eine Substitution ist nicht erforderlich.**

## 9.2 Anhang 4 - Bewertungstabelle zum MBSG

**Der Anhang ist seiner Größe wegen einmal als Übersicht und dann auf auf Teile aufgeteilt abgedruckt.**

# Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)

In diesem Format nur als Übersicht. Auf den folgenden Seiten auf 4 Teile aufgeteilt!  
 Dokumentations Nr.:

Eingesetzter Gefahrstoff:

Anwender:

Hersteller / Inverkehrbringer:

| Gefährdungskategorie | Gefährdungsart  |   |   |   |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                      | nur inhalativ   | inhalativ und dermal  | nur dermal  | stoffbedingte physikalisch-chemische Gefahren<br>Brand, Explosion, Korrosion u.a. <sup>2</sup>  | Umweltgefahren <sup>1</sup>   | Gefahren durch Freisetzungsverhalten  | Gefahren durch das Verfahren  |
| hoch<br>ÄqW = 3      | <input type="checkbox"/> H 330 (akute Toxizität, Kat. 1 oder 2)<br><input type="checkbox"/> H 331 (akute Toxizität, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> H 334 Sensibilisierung der Atemwege, Kat. 1, 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> EUH 029 (entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase)<br><input type="checkbox"/> EUH 031 (entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase)<br><input type="checkbox"/> EUH 032 (entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase)<br><input type="checkbox"/> EUH 207 (enthält Cadmium, bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe)                         | <input type="checkbox"/> H 300 (akute Toxizität, Kat. 1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 301 (akute Toxizität, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> H 340 (Keimzellmutagenität, Kat. 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 341 (Keimzellmutagenität, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 350, H350i (Karzinogenität, Kat. 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 351 (Karzinogenität, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 360, H 360F, H 360D, H 360FD H 360Fd,<br><input type="checkbox"/> H 360Df (Reproduktionstoxizität, Kat. 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 370 (spezifische Zielorgantoxizität bei einmaliger Exposition, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 372 (spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> krebszerzeugende Tätigkeiten nach TRGS 906 | <input type="checkbox"/> H 310 (akute Toxizität, Kat. 1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 311 (akute Toxizität, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> H 314 (Ätz-/ Reizwirkung auf der Haut, Kat. 1, 1A)<br><input type="checkbox"/> H 317 (Sensibilisierung der Haut, Kat. 1, 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 318 (schwere Augenschädigung/Augenreizung, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> EUH 070 (giftig bei Berührung mit den Augen)<br><input type="checkbox"/> EUH 202 (Cyanacrylat, klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen)<br><input type="checkbox"/> hautresorptive Stoffe | <input type="checkbox"/> H 200 (instabil explosiv)<br><input type="checkbox"/> H 201, H 202, H 203, H 204, H 205 (explosiv und Erzeugnisse mit Explosivstoff, Unterklassen 1.1 bis 1.5, 1.6 (ohne H-Satz))<br><input type="checkbox"/> H 206, H 207, H 208 (desensibilisierend explosiv, Kat. 1, 2, 3, 4)<br><input type="checkbox"/> H 220, H 221 (entzündbare Gase, Kat. 1A)<br><input type="checkbox"/> H 222 und H 229 (Aerosole, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 224, H 225 (entzündbare Flüssigkeit, Kat. 1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 228 (entzündbare Feststoffe, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 229 (bei Erwärmung)<br><input type="checkbox"/> H 230, H 231 (entzündbare Gase, Kat. 1A)<br><input type="checkbox"/> H 232 (kann sich bei Kontakt mit Luft spontan entzünden)<br><input type="checkbox"/> H 240, H 241, H 242 (selbstzersetzlich, organische Peroxide, Typ A, B, C, D)<br><input type="checkbox"/> H 250 (pyrophore Flüssigkeiten, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 251 (selbsterhitzungsfähig, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 260, H 261 (entwickelt in Berührung mit Wasser entzündbare Gase, Kat. 1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 270 (oxidierende Gase, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 271 (oxidierende Flüssigkeiten, Feststoffe, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 272 (oxidierende Flüssigkeiten, Feststoffe, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> EUH 014 (reagiert heftig mit Wasser)<br><input type="checkbox"/> EUH 018 (kann bei Verwendung explosionsfähige/ entzündbare Dampf/Luft-Gemische bilden)<br><input type="checkbox"/> EUH 019 (kann explosionsfähige Peroxide bilden)<br><input type="checkbox"/> EUH 044 (Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss) | <input type="checkbox"/> H 400 (akut gewässergefährdend, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> H 410, H 411 (langfristig gewässergefährdend, Kat. 1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 420 (Ozonschicht schädigend, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> Stoffe/ Gemische der Wassergefährdungskategorie <b>WGK 3</b><br><br><input type="checkbox"/> PBT-Stoffe<br><input type="checkbox"/> vPvB-Stoffe<br><input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> -Äquivalent ≥ 1500 | <input type="checkbox"/> Gase<br><input type="checkbox"/> Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck über 50 hPa oder Fp < 23 °C<br><input type="checkbox"/> Aerosole<br><input type="checkbox"/> Staubende Feststoffe mit feiner Körnung (Staub verbleibt mehrere Minuten in der Luft) | <input type="checkbox"/> offene Verarbeitung, größere Stoffmengen oder größere Wirkflächen, Wirkdauer > 15 Min./ Tag<br><input type="checkbox"/> versprühen, vernebeln<br><input type="checkbox"/> Möglichkeit des direkten Hautkontaktes, Dauer > 15 Min.<br><input type="checkbox"/> geringer Luftaustausch (< 1h <sup>-1</sup> )<br><input type="checkbox"/> vorhandene Zündquelle<br><input type="checkbox"/> AT > Fp<br><input type="checkbox"/> AT > (Sdp - 10) / 2<br><input type="checkbox"/> AT > 0,7* ZT  |
| mittel<br>ÄqW = 2    | <input type="checkbox"/> H 332 (akute Toxizität, Kat. 4)<br><input type="checkbox"/> EUH 071 (wirkt ätzend auf die Atemwege)<br><input type="checkbox"/> nichttoxische Gase, die durch Luftverdrängung zu Erstickung führen können (z.B. Stickstoff)<br><input type="checkbox"/> granuläre biobeständige Stäube (A-Staub)   | <input type="checkbox"/> H 302 (akute Toxizität, Kat. 4)<br><input type="checkbox"/> H 361, H 361f, H 361D, H 361fd (Reproduktions-toxizität, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 362 (Reproduktionstoxizität, Zusatzkategorie für Wirkung auf/über Laktation)<br><input type="checkbox"/> H 371 (spezifische Zielorgantoxizität bei einmaliger Exposition, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 373 (spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kat. 2)  | <input type="checkbox"/> H 312 (akute Toxizität, Kat. 4)<br><input type="checkbox"/> H 314 (Ätz-/ Reizwirkung auf der Haut, Kat. 1B, 1C, pH ≥ 11,5, pH ≤ 2)<br><input type="checkbox"/> Exposition gegen Aerosole, Gase, Dämpfe<br><input type="checkbox"/> Langdauernde Exposition gegen Stäube  | <input type="checkbox"/> H 223 und H 229 (Aerosol, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 226 (entzündbare Flüssigkeit, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> H 228 (entzündbare Feststoffe, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 242 (selbstzersetzlich, organische Peroxide, Typ E, F)<br><input type="checkbox"/> H 252 (selbsterhitzungsfähig, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 261 (entwickelt in Berührung mit Wasser entzündbare Gase, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> H 272 (oxidierende Flüssigkeiten, Feststoffe, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> H 280, H 281 (Gase unter Druck)<br><input type="checkbox"/> H 290 (korrosiv gegenüber metallen, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> EUH 209 (kann bei Verwendung leicht entzündbar werden)   | <input type="checkbox"/> H 412 (langfristig gewässergefährdend, Kat. 3)<br><input type="checkbox"/> Stoffe/ Gemische der Wassergefährdungskategorie <b>WGK 2</b><br><input type="checkbox"/> 50 ≤ CO <sub>2</sub> -Äquivalent < 1500  | <input type="checkbox"/> Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck 10 - 50 hPa oder Sdp 65 °C - 100 °C, Ausnahme Wasser, oder Fp 23 °C - 40 °C<br><input type="checkbox"/> Größere Stäube (setzen sich nach kurzer Zeit ab)  | <input type="checkbox"/> geschlossene Verarbeitung mit Expositions-möglichkeiten, z.B. beim Abfüllen, Probeentnahme, Beschickung von Anlagen usw.<br><input type="checkbox"/> mittlerer Luftaustausch (1 - < 5h <sup>-1</sup> )<br><input type="checkbox"/> Sdp / 5 < AT < (Sdp - 10) / 2   |
| niedrig<br>ÄqW = 1   | <input type="checkbox"/> H 304 (kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein)<br><input type="checkbox"/> H 335 (kann die Atemwege reizen)<br><input type="checkbox"/> H 336 (kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen)<br><br><input type="checkbox"/> EUH 206 (nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können)<br><input type="checkbox"/> EUH 211 (beim Sprühen können gefährliche lungengängige Tröpfchen entstehen. Aerosol oder Nebel nicht einatmen)<br><input type="checkbox"/> granuläre biobeständige Stäube (E-Staub) | <input type="checkbox"/> EUH 208 (sensibilisierend, kann allergische Reaktionen hervorrufen)<br><input type="checkbox"/> auf sonstige Weise chronisch schädigend (kein H-Satz vorhanden - aber trotzdem Gefahrstoff)  | <input type="checkbox"/> H 315 (Ätz-/ Reizwirkung auf der Haut, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> H 319 (schwere Augenschädigung/ Augenreizung, Kat. 2)<br><input type="checkbox"/> EUH 066 (wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen)<br><input type="checkbox"/> hautschädigend bei Feuchtarbeit  | <input type="checkbox"/> H 229 (Aerosol, Kat. 3 - ohne H 222, H 223)<br><input type="checkbox"/> EUH 209A (kann bei Verwendung entzündbar werden)<br><input type="checkbox"/> schwer entzündbare Stoffe/ Gemische (Fp > 60 °C...100 °C, kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> sehr schwer entzündbare Stoffe/ Gemische (bei Flüssigkeiten Fp > 100 °C, kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> selbstzersetzliche Stoffe/ Gemische, Typ G (kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> organische Peroxide, Typ G (kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> entzündbarer Staub   | <input type="checkbox"/> H 413 (langfristig gewässergefährdend, Kat. 4)<br><input type="checkbox"/> Stoffe/ Gemische der Wassergefährdungskategorie <b>WGK 1</b><br><input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> -Äquivalent < 50   | <input type="checkbox"/> Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck < 10 hPa oder Sdp > 100 °C, oder Fp > 40 °C<br><input type="checkbox"/> Sehr grobes Material, Pellets, Granulate, Wachse usw.   | <input type="checkbox"/> Geschlossene, dichte Anlage<br><input type="checkbox"/> Geschlossene Anlage mit Absaugung an den Austrittsstellen<br><input type="checkbox"/> Offene Verarbeitung, jedoch kleine Stoffmenge (g/ml) und kleine Wirkflächen (wenige cm <sup>2</sup> ) und Wirkdauer < 15 Min. bzw. Hautkontakt gering (< 15 Min.) und keine Aerosolbildung<br><input type="checkbox"/> hoher Luftaustausch (> 5h <sup>-1</sup> )<br><input type="checkbox"/> Anwendung von Sprühdosen, jedoch kleine Menge, kurzfristig<br><input type="checkbox"/> AT < Fp - 5 °C (reine Flüssigkeiten)<br><input type="checkbox"/> AT < Fp - 15 °C (Flüssigkeitsgemische)<br><input type="checkbox"/> AT < Sdp / 5 |

<sup>1</sup> Die Wassergefährdungskategorie wird bei Stoffen / Gemischen als Bewertungskriterium herangezogen, die nicht bezüglich der umweltgefährdenden Eigenschaften eingestuft sind.

<sup>2</sup> Explosionsfähige Stäube sind aufgrund ihrer spezifischen Problematik im Einzelfall fachkundig zu prüfen und daher keiner Gefährdungsstufe zugeordnet.

**Bewertungsergebnisse:**

| Stoff / Gemisch | Äquivalenzwerte           |                       |                            |                          | ÄqWtotal |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|                 | ÄqW <sub>Gesundheit</sub> | ÄqW <sub>Umwelt</sub> | ÄqW <sub>Freisetzung</sub> | ÄqW <sub>Verfahren</sub> |          |
|                 |                           |                       |                            |                          |          |

**ÄqWtotal = ÄqW<sub>Gesundheit</sub> + ÄqW<sub>Umwelt</sub> + ÄqW<sub>Freisetzung</sub> + 2 \* ÄqW<sub>Verfahren</sub> (1)**

- ÄqWtotal > 11 = Substitution erforderlich
- 9 ≤ ÄqWtotal ≤ 11 = Substitution nicht erforderlich
- ÄqWtotal < 9 = Substitution nicht erforderlich

| Gefährdungsart (GA) | Äquivalenzwerte           |                       |                            |                          |                    | ÄqW <sub>Ges</sub> | ÄqW <sub>GU</sub> |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                     | ÄqW <sub>Gesundheit</sub> | ÄqW <sub>Umwelt</sub> | ÄqW <sub>Freisetzung</sub> | ÄqW <sub>Verfahren</sub> | ÄqW <sub>Ges</sub> |                    |                   |
| inhalativ           |                           |                       |                            |                          |                    |                    |                   |
| dermal              |                           |                       |                            |                          |                    |                    |                   |
| phys. / chem.       |                           |                       |                            |                          |                    |                    |                   |
| Umwelt              |                           |                       |                            |                          |                    |                    |                   |

**ÄqW<sub>Ges</sub> = ÄqW<sub>Gesundheit</sub> + ÄqW<sub>Freisetzung</sub> + 2 \* ÄqW<sub>Verfahren</sub> (2)**

und

**ÄqW<sub>GU</sub> = ÄqW<sub>Umwelt</sub> + ÄqW<sub>Freisetzung</sub> + 2 \* ÄqW<sub>Verfahren</sub> (3)**

- ÄqW<sub>Ges</sub> / <sub>GU</sub> > 9 = hoch gefährlich
- 7 ≤ ÄqW<sub>Ges</sub> / <sub>GU</sub> ≤ 9 = mittel gefährlich
- ÄqW<sub>Ges</sub> / <sub>GU</sub> < 7 = niedrig gefährlich

## Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)

Teil 1

Eingesetzter Gefahrstoff:  
Hersteller / Inverkehrbringer:

Dokumentations Nr.:  
Anwender:

| Gefährdungs-<br>klasse | Gefährdungsart  |   |  |
|------------------------|---|---|--|
|                        | nur inhalativ   | stoffbedingte Gesundheitsgefahren<br>inhalativ und dermal   | nur dermal   |
| hoch<br>ÄqW = 3        | <input type="checkbox"/> H 330 (akute Toxizität, Kat.1 oder 2)<br><input type="checkbox"/> H 331 (akute Toxizität, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> H 334 Sensibilisierung der Atemwege, Kat.1, 1A,1B)<br><input type="checkbox"/> EUH 029 (entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase)<br><input type="checkbox"/> EUH 031 (entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase)<br><input type="checkbox"/> EUH 032 (entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase)<br><input type="checkbox"/> EUH 207 (enthält Cadmium, bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe)                         | <input type="checkbox"/> H 300 (akute Toxizität, Kat.1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 301 (akute Toxizität, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> H 340 (Keimzellmutagenität, Kat.1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 341 (Keimzellmutagenität, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 350 . H350i (Karzinogenität, Kat.1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 351 (Karzinogenität, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 360, H 360F, H 360D, H 360FD H 360Fd,<br><input type="checkbox"/> H 360Df (Reproduktionstoxizität, Kat. 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 370 (spezifische Zielorgantoxizität bei einmaliger Exposition, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 372 (spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> krebserzeugende Tätigkeiten nach TRGS 906 | <input type="checkbox"/> H 310 (akute Toxizität, Kat.1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 311 (akute Toxizität, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> H 314 (Ätz-/ Reizwirkung auf der Haut, Kat.1, 1A)<br><input type="checkbox"/> H 317 (Sensibilisierung der Haut, Kat.1, 1A, 1B)<br><input type="checkbox"/> H 318 (schwere Augenschädigung/Augenreizung, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> EUH 070 (giftig bei Berührung mit den Augen)<br><input type="checkbox"/> EUH 202 (Cyanacrylat, klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen)<br><input type="checkbox"/> hautresorptive Stoffe |
| mittel<br>ÄqW = 2      | <input type="checkbox"/> H 332 (akute Toxizität, Kat.4)<br><input type="checkbox"/> EUH 071 (wirkt ätzend auf die Atemwege)<br><input type="checkbox"/> nichttoxische Gase, die durch Luftverdrängung zu Erstickung führen können (z.B. Stickstoff)<br><input type="checkbox"/> granuläre biobeständige Stäube (A-Staub)  | <input type="checkbox"/> H 302 (akute Toxizität, Kat.4)<br><input type="checkbox"/> H 361, H 361f, H 361d, H 361fd (Reproduktions-<br>toxizität, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 362 (Reproduktionstoxizität, Zusatzkategorie für Wirkung auf/über Laktation)<br><input type="checkbox"/> H 371 (spezifische Zielorgantoxizität bei einmaliger Exposition, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 373 (spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kat.2)  | <input type="checkbox"/> H 312 (akute Toxizität, Kat.4)<br><input type="checkbox"/> H 314 (Ätz-/ Reizwirkung auf der Haut, Kat.1B,1C, pH ≥ 11,5, pH ≤ 2)<br><input type="checkbox"/> Exposition gegen Aerosole, Gase, Dämpfe<br><input type="checkbox"/> Langdauernde Exposition gegen Stäube  |
| niedrig<br>ÄqW = 1     | <input type="checkbox"/> H 304 (kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein)<br><input type="checkbox"/> H 335 (kann die Atemwege reizen)<br><input type="checkbox"/> H 336 (kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen)<br><input type="checkbox"/> EUH 206 (nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können)<br><input type="checkbox"/> EUH 211 (beim Sprühen können gefährliche lungengängige Tröpfchen entstehen. Aerosol oder Nebel nicht einatmen)<br><input type="checkbox"/> granuläre biobeständige Stäube (E-Staub) | <input type="checkbox"/> EUH 208 (sensibilisierend, kann allergische Reaktionen hervorrufen)<br><input type="checkbox"/> auf sonstige Weise chronisch schädigend (kein H-Satz vorhanden - aber trotzdem Gefahrstoff)  | <input type="checkbox"/> H 315 (Ätz-/ Reizwirkung auf der Haut, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 319 (schwere Augenschädigung/ Augenreizung, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> EUH 066 (wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen)<br><input type="checkbox"/> hautschädigung bei Feuchtarbeit   |

## Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)

Teil 2

Eingesetzter Gefahrstoff:  
Hersteller / Inverkehrbringer:

Dokumentations Nr.:  
Anwender:

| Gefährdungs-<br>klasse    | Gefährdungsart  |   |
|---------------------------|---|---|
|                           | stoffbedingte physikalisch-chemische Gefahren<br>Brand, Explosion, Korrosion u.a. <sup>2</sup>  | Umweltgefahren <sup>1</sup>   |
| <b>hoch</b><br>ÄqW = 3    | <input type="checkbox"/> H 200 (instabil explosiv)<br><input type="checkbox"/> H 201, H 202, H 203, H 204, H 205<br>(explosiv und Erzeugnisse mit Explosivstoff,<br>Unterklassen 1.1 bis 1.5, 1.6 (ohne H-Satz))<br><input type="checkbox"/> H 206, H 207, H 208 (desensibilisierend explosiv,<br>Kat.1, 2, 3, 4)<br><input type="checkbox"/> H 220, H 221 (entzündbare Gase, Kat.1A)<br><input type="checkbox"/> H 222 und H 229 (Aerosole, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 224, H 225 (entzündbare Flüssigkeit, Kat.1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 228 (entzündbare Feststoffe, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 229 (bei Erwärmung)<br><input type="checkbox"/> H 230, H 231 (entzündbare Gase, Kat.1A)<br><input type="checkbox"/> H 232 (kann sich bei Kontakt mit Luft spontan entzünden)<br><input type="checkbox"/> H 240, H 241, H 242 (selbstzersetzlich, organische<br>Peroxide, Typ A, B, C, D)<br><input type="checkbox"/> H 250 (pyrophore Flüssigkeiten, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 251 (selbsterhitzungsfähig, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 260, H 261 (entwickelt in Berührung mit Wasser<br>entzündbare Gase, Kat.1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 270 (oxidierende Gase, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 271 (oxidierende Flüssigkeiten, Feststoffe, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 272 (oxidierende Flüssigkeiten, Feststoffe, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> EUH 014 (reagiert heftig mit Wasser)<br><input type="checkbox"/> EUH 018 (kann bei Verwendung explosionsfähige/<br>entzündbare Dampf/Luft-Gemische bilden)<br><input type="checkbox"/> EUH 019 (kann explosionsfähige Peroxide bilden)<br><input type="checkbox"/> EUH 044 (Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss) | <input type="checkbox"/> H 400 (akut gewässergefährdend, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> H 410, H 411 (langfristig gewässer-<br>gefährdend, Kat.1, 2)<br><input type="checkbox"/> H 420 (Ozonschicht schädigend, Kat.1)<br><input type="checkbox"/> Stoffe/ Gemische der Wassergefährdungsklasse <b>WGK 3</b><br><br><input type="checkbox"/> <b>PBT-Stoffe</b><br><input type="checkbox"/> <b>vPvB-Stoffe</b><br><input type="checkbox"/> <b>CO<sub>2</sub> - Äquivalent ≥ 1500</b> |
| <b>mittel</b><br>ÄqW = 2  | <input type="checkbox"/> H 223 und H 229 (Aerosol, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 226 ((entzündbare Flüssigkeit, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> H 228 ((entzündbare Feststoffe, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 242 (selbstzersetzlich, organische Peroxide, Typ E, F)<br><input type="checkbox"/> H 252 (selbsterhitzungsfähig, Kat.2)<br><input type="checkbox"/> H 261 (entwickelt in Berührung mit Wasser<br>entzündbare Gase, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> H 272 (oxidierende Flüssigkeiten, Feststoffe, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> H 280, H 281 ( Gase unter Druck)<br><input type="checkbox"/> H 290 (korrosiv gegenüber metallen, Kat. 1)<br><input type="checkbox"/> EUH 209 (kann bei Verwendung leicht entzündbar werden)   | <input type="checkbox"/> H 412 (langfristig gewässergefährdend, Kat.3)<br><input type="checkbox"/> Stoffe/ Gemische der Wassergefährdungsklasse <b>WGK 2</b><br><input type="checkbox"/> <b>50 ≤ CO<sub>2</sub> - Äquivalent &lt; 1500</b>  |
| <b>niedrig</b><br>ÄqW = 1 | <input type="checkbox"/> H 229 (Aerosol, Kat.3 - ohne H 222, H 223)<br><input type="checkbox"/> EUH 209A (kann bei Verwendung entzündbar werden)<br><input type="checkbox"/> <b>schwer entzündbare Stoffe/ Gemische</b><br>(Fp > 60 °C...100 °C, kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> <b>sehr schwer entzündbare Stoffe/ Gemische</b><br>(bei Flüssigkeiten Fp > 100 °C, kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> <b>selbstzersetzliche Stoffe/ Gemische, Typ G</b><br>(kein H-Satz)<br><input type="checkbox"/> <b>organische Peroxide, Typ G (kein H-Satz)</b><br><input type="checkbox"/> <b>entzündbarer Staub</b>  | <input type="checkbox"/> H 413 (langfristig gewässergefährdend, Kat.4)<br><input type="checkbox"/> Stoffe/ Gemische der Wassergefährdungsklasse <b>WGK 1</b><br><input type="checkbox"/> <b>CO<sub>2</sub> - Äquivalent &lt; 50</b>   |

<sup>1</sup> Die Wassergefährdungsklasse wird bei Stoffen / Gemischen als Bewertungskriterium herangezogen, die nicht bezüglich der umweltgefährdenden Eigenschaften eingestuft sind.

<sup>2</sup> Explosionsfähige Stäube sind aufgrund ihrer spezifischen Problematik im Einzelfall fachkundig zu prüfen und daher keiner Gefahrstufe zugeordnet.

## Modell zur Bewertung und Substitution von Gefahrstoffen (MBSG)

Teil 3

Eingesetzter Gefahrstoff:  
Hersteller / Inverkehrbringer:

Dokumentations Nr.:  
Anwender:

| Gefährdungs-<br>klasse           | Gefährdungsart  |  |
|----------------------------------|---|--|
|                                  | Gefahren durch Freisetzungverhalten   | Gefahren durch das Verfahren   |
| <b>hoch</b><br><b>ÄqW = 3</b>    | <input type="checkbox"/> Gase<br><input type="checkbox"/> Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck über 50 hPa oder $F_p < 23\text{ °C}$<br><input type="checkbox"/> Aerosole<br><input type="checkbox"/> Staubende Feststoffe mit feiner Körnung (Staub verbleibt mehrere Minuten in der Luft) | <input type="checkbox"/> offene Verarbeitung, größere Stoffmengen oder größere Wirkflächen, Wirkdauer $> 15\text{ Min./ Tag}$<br><input type="checkbox"/> versprühen, vernebeln<br><input type="checkbox"/> Möglichkeit des direkten Hautkontaktes, Dauer $> 15\text{ Min.}$<br><input type="checkbox"/> geringer Luftaustausch ( $< 1\text{h}^{-1}$ )<br><input type="checkbox"/> vorhandene Zündquelle<br><input type="checkbox"/> $AT > F_p$<br><input type="checkbox"/> $AT > (Sdp - 10) / 2$<br><input type="checkbox"/> $AT > 0,7 * ZT$  |
| <b>mittel</b><br><b>ÄqW = 2</b>  | <input type="checkbox"/> Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck 10 - 50 hPa oder $Sdp\ 65\text{ °C} - 100\text{ °C}$ , Ausnahme Wasser, oder $F_p\ 23\text{ °C} - 40\text{ °C}$<br><input type="checkbox"/> Größere Stäube (setzen sich nach kurzer Zeit ab)                                  | <input type="checkbox"/> geschlossene Verarbeitung mit Expositionsmöglichkeiten, z.B. beim Abfüllen, Probeentnahme, Beschickung von Anlagen usw.<br><input type="checkbox"/> mittlerer Luftaustausch ( $1 - < 5\text{h}^{-1}$ )<br><input type="checkbox"/> $Sdp / 5 < AT < (Sdp - 10) / 2$  |
| <b>niedrig</b><br><b>ÄqW = 1</b> | <input type="checkbox"/> Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck $< 10\text{ hPa}$ oder $Sdp > 100\text{ °C}$ , oder $F_p > 40\text{ °C}$<br><input type="checkbox"/> Sehr grobes Material, Pellets, Granulate, Wachse usw.  | <input type="checkbox"/> Geschlossene, dichte Anlage<br><input type="checkbox"/> Geschlossene Anlage mit Absaugung an den Austrittsstellen<br><input type="checkbox"/> Offene Verarbeitung, jedoch kleine Stoffmenge (g/ml) und kleine Wirkflächen (wenige $\text{cm}^2$ ) und Wirkdauer $< 15\text{ Min.}$ bzw. Hautkontakt gering ( $< 15\text{ Min.}$ ) und keine Aerosolbildung hoher Luftaustausch ( $> 5\text{h}^{-1}$ )<br><input type="checkbox"/> Anwendung von Sprühdosen, jedoch kleine Menge, kurzfristig<br><input type="checkbox"/> $AT < F_p - 5\text{ °C}$ (reine Flüssigkeiten)<br><input type="checkbox"/> $AT < F_p - 15\text{ °C}$ (Flüssigkeitsgemische)<br><input type="checkbox"/> $AT < Sdp / 5$ |

## Zusammenfassende Bewertung

|                 | Äquivalenzwerte           |                       |                            |                          | ÄqWtotal |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|                 | ÄqW <sub>Gesundheit</sub> | ÄqW <sub>Umwelt</sub> | ÄqW <sub>Freisetzung</sub> | ÄqW <sub>Verfahren</sub> |          |
| Stoff / Gemisch |                           |                       |                            |                          |          |

$$\text{ÄqW}_{\text{total}} = \text{ÄqW}_{\text{Gesundheit}} + \text{ÄqW}_{\text{Umwelt}} + \text{ÄqW}_{\text{Freisetzung}} + 2 * \text{ÄqW}_{\text{Verfahren}} \quad (1)$$

- ÄqW<sub>total</sub> > 11 = Substitution erforderlich  
 9 ≤ ÄqW<sub>total</sub> ≤ 11 = Substitution nicht erforderlich  
 ÄqW<sub>total</sub> < 9 = Substitution nicht erforderlich

| Gefährdungsart<br>(GA) | Äquivalenzwerte           |                       |                            |                          |                   |                   |
|------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
|                        | ÄqW <sub>Gesundheit</sub> | ÄqW <sub>Umwelt</sub> | ÄqW <sub>Freisetzung</sub> | ÄqW <sub>Verfahren</sub> | ÄqW <sub>Gg</sub> | ÄqW <sub>GU</sub> |
| inhalativ              |                           |                       |                            |                          |                   |                   |
| dermal                 |                           |                       |                            |                          |                   |                   |
| phys. / chem.          |                           |                       |                            |                          |                   |                   |
| Umwelt                 |                           |                       |                            |                          |                   |                   |

$$\text{ÄqW}_{\text{Gg}} = \text{ÄqW}_{\text{Gesundheit}} + \text{ÄqW}_{\text{Freisetzung}} + 2 * \text{ÄqW}_{\text{Verfahren}} \quad (2)$$

und

$$\text{ÄqW}_{\text{GU}} = \text{ÄqW}_{\text{Umwelt}} + \text{ÄqW}_{\text{Freisetzung}} + 2 * \text{ÄqW}_{\text{Verfahren}} \quad (3)$$

- ÄqW<sub>Gg</sub> / GU > 9 = hoch gefährlich  
 7 ≤ ÄqW<sub>Gg</sub> / GU ≤ 9 = mittel gefährlich  
 ÄqW<sub>Gg</sub> / GU < 7 = niedrig gefährlich

### 9.3 Anhang 5 – Kurzform des Bewertungsablaufs

1. Aktuelles Sicherheitsdatenblatt (SDB) verfügbar haben
2. Datenerhebungsblatt (DEB) ausfüllen (**Anhang A1**)
3. Informationen in die Bewertungstabelle durch Ankreuzen übertragen; Ergebnis sind die maßgeblichen Äquivalenzwerte für die 4 Bewertungsbereiche (**Schritt 1, Seite 13**)
4. Ermittlung des Gesamtäquivalenzwertes  $\ddot{A}qW_{total}$  (**Schritt 2, Seite 14**)
5. Ermittlung der Gefährdungseinstufung (**Schritt 3, Seite 15**)
6. Bei einer Notwendigkeit zur Substitutionsprüfung (**Schritt 4, Seite 15**) neuen Gefahrstoff suchen und die Punkte 1 bis 5 wiederholen.
7. Dokumentation des Vorgangs mit Begründung der getroffenen Entscheidung (**Punkt 6, Seite 17**).
8. Mit den gefundenen Ergebnissen für den Gefahrstoff, für den man sich entschieden hat, die Gefährdungsbewertung hinsichtlich Gesundheitsgefahren ( $\ddot{A}qW_{TG}$ ) und Umweltgefahren ( $\ddot{A}qW_{TU}$ ) (**Gleichungen 2 und 3, Seite 15**) durchführen.
9. Umsetzung der Ergebnisse in Arbeits-/Verfahrens-/Betriebsanweisungen (**Abb. 2, Seite 12**)