

# **TRGS 300 Sicherheitstechnik**

## Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

Ausgabe Januar 1994

(BArbBl. 1/1994 S. 39; 5/1995 S. 39; GMBL.:16.02.2009 S.  
236<sup>09</sup>aufgehoben)

---

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen an Gefahrstoffe hinsichtlich Inverkehrbringen und Umgang wieder. Sie werden vom

### **Ausschuß für Gefahrstoffe (AGS)**

aufgestellt und von ihm der Entwicklung angepaßt.

Die TRGS werden vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt (BArbBl.) bekanntgegeben.

Ein sicherer Umgang mit Gefahrstoffen ist für Beschäftigte nur dann möglich, wenn alle Einflußgrößen, die zu einer Gefährdung von Beschäftigten führen können, ermittelt und angemessene Schutzmaßnahmen durchgeführt worden sind. Im diesem Sinne beschreibt die vorliegende TRGS eine Methode zur systematischen Sicherheitsbetrachtung an Anlagen, bei Verfahren und Arbeitsverfahren mit technischen Arbeitsmitteln. Sie enthält in den Anhängen auch verhaltensbezogene Sicherheitsanforderungen, die sich auf den Umgang mit Gefahrstoffen beziehen und von den Beschäftigten einzuhalten sind. Die TRGS dient auch als Basisregel für Fachgremien, die sich mit der Weiterentwicklung sicherheitstechnischer Regeln, mit der Erarbeitung konkreter Maßnahmen für bestimmte Anlagen und Verfahren sowie mit der Gestaltung von Arbeitsverfahren mit technischen Arbeitsmitteln befassen.

Die TRGS gliedert sich in fünf Abschnitte. In den Nummern 1 bis 3 sind die allgemeinen Festlegungen getroffen, die für alle Anwender Bedeutung haben. Die Nummer 4 beschäftigt sich ausschließlich mit Anlagen und Verfahren. Anwender, die sich nur mit Arbeitsverfahren unter Verwendung von technischen Arbeitsmitteln befassen, benötigen diesen Abschnitt nicht, sondern können sich auf die Nummer 5 beschränken. Bei Anlagen und Verfahren werden in der Regel die Nummern 4 und 5 zu berücksichtigen sein, da in Anlagen im allgemeinen auch Arbeitsverfahren mit technischen Arbeitsmitteln auftreten. Die Anhänge sind direkt den einzelnen Abschnitten der TRGS zugeordnet.

Die Zielrichtung dieser TRGS ist der Arbeitsschutz im Sinne der Gefahrstoffverordnung ( [GefStoffV](#)) [1]. Die für die Sicherheit der Beschäftigten zu treffenden Maßnahmen können jedoch in Teilbereichen gleichzeitig dem Schutz der Nachbarschaft und der Umwelt dienen.

Vorschriften des [ChemG](#) und der GefStoffV sind eingearbeitet und kursiv dargestellt.

## 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Technische Regel gilt für Anlagen, Verfahren und für Arbeitsverfahren mit technischen Arbeitsmitteln, bei denen Beschäftigte mit Gefahrstoffen umgehen, einschließlich deren Tätigkeiten im Gefahrenbereich.

(2) Ziel dieser Technischen Regel ist es, die Beschäftigten beim Umgang mit Gefahrstoffen in Anlagen, bei Verfahren und Arbeitsverfahren durch Maßnahmen der Sicherheitstechnik vor Gefährdungen zu schützen.

## 2 Begriffsbestimmungen

### 2.1 Beschäftigte

**Beschäftigte** sind Arbeitnehmer im Sinne der Gefahrstoffverordnung.

### 2.2 Umgang

(1) **Umgang:** ist das Herstellen einschließlich Gewinnen oder das Verwenden im Sinne des § 3 Nr. [10](#) des Chemikaliengesetzes [2].

(2) **Hersteller:** eine natürliche oder juristische Person oder eine nicht rechtsfähige Personenvereinigung, die einen Stoff, eine Zubereitung oder ein Erzeugnis herstellt oder gewinnt.

(3) **Verwenden:** Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- oder Verarbeiten, Abfällen, Umfüllen, Mischen, Entfernen. Vernichten und innerbetriebliches Befördern.

(4) **Lagern:** ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn diese nicht binnen 24 Stunden nach ihrem Beginn oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Sonnabend, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktages.

## 2.3 Technische Arbeitsmittel<sup>1</sup>

Technische Arbeitsmittel sind alle verwendungsfertigen Arbeitseinrichtungen, z.B. Werkzeuge, Arbeitsgeräte, Arbeits- und Kraftmaschinen wie Blasform-, Formschäum-, Reaktionsgießmaschinen usw. Diesen gleichgestellt sind Schutzausrüstungen, die nicht Teil eines technischen Arbeitsmittels sind.

## 2.4 Anlage<sup>2</sup>

**Anlagen** im Sinne dieser TRGS

- sind die Gesamtheit aller erforderlichen sowie in Reserve stehenden technischen Einrichtungen und Bauten für die Durchführung eines Verfahrens, soweit mit Gefahrstoffen umgegangen wird und
- sind Grundstücke, ausgenommen öffentliche Verkehrswege, auf denen Gefahrstoffe verwendet, insbesondere gelagert werden.

## 2.5 Verfahren/Arbeitsverfahren

(1) **Verfahren**<sup>3</sup> ist die Gesamtheit aller technischen und organisatorischen Abläufe, die mit der Herstellung, Be- oder Verarbeitung sowie Beseitigung von Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen verbunden sind, einschließlich der Arbeitsverfahren.

(2) **Arbeitsverfahren**<sup>4</sup> ist die Gesamtheit der Tätigkeiten von Beschäftigten zur Erzielung eines bestimmten Arbeitsergebnisses.

## 2.6 Gefahrstoff

(1) **Gefahrstoffe** im Sinne dieser Vorschrift sind

1. gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach § [3a](#) ChemG sowie Stoffe und Zubereitungen, die sonstige chronisch schädigenden Eigenschaften besitzen,
2. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind,
3. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe oder Zubereitungen nach Nummer 1 oder 2 entstehen oder freigesetzt werden können,
4. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können.

(2) **Gefährliche Stoffe** oder **gefährliche Zubereitungen** sind Stoffe oder Zubereitungen, die

1. explosionsgefährlich,
2. brandfördernd,
3. hochentzündlich,
4. leichtentzündlich,
5. entzündlich,
6. sehr giftig,
7. giftig,
8. gesundheitsschädlich,
9. ätzend,
10. reizend,
11. sensibilisierend,
12. krebserzeugend,
13. fortpflanzungsgefährdend,
14. erbgutverändernd oder
15. umweltgefährlich sind;

ausgenommen sind gefährliche Eigenschaften ionisierender Strahlen.

## **2.7 Sicherheitstechnik**

**Sicherheitstechnik** ist die Gesamtheit aller technischen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor möglichen Gefährdungen sowie der zusätzlichen organisatorischen Maßnahmen, die sich aus den Erfordernissen des Verfahrens, der Arbeitsmittel oder der Anlagen ergeben.

## **2.8 Stand der Sicherheitstechnik**<sup>5</sup>

**Stand der Sicherheitstechnik** ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur

- Verhinderung der Exposition der Beschäftigten durch Gefahrstoffe.
- Reduzierung der Exposition der Beschäftigten durch Gefahrstoffe, soweit eine Verhinderung nicht möglich ist,
- Verhinderung von Betriebsstörungen, die mit Gefährdungen durch Gefahrstoffe für die Beschäftigten verbunden sein können, bzw.
- Begrenzung ihrer Auswirkungen

gesichert erscheinen läßt. Bei der Bestimmung des Standes der Sicherheitstechnik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt sind.

## 2.9 Bestimmungsgemäßer Betrieb/Betriebsstörung

(1) **Bestimmungsgemäßer Betrieb**<sup>6</sup> ist der zulässige Betrieb, für den eine Anlage nach ihrem technischen Zweck bestimmt, ausgelegt und geeignet ist. Der bestimmungsgemäße Betrieb umfaßt

- den Normalbetrieb, einschließlich betriebsnotwendiger Eingriffe, wie z.B. der Probenahme, und einschließlich der Lagerung mit Füll-, Umfüll- und Abfüllbetrieb,
- die Inbetriebnahme und den An- und Abfahrbetrieb,
- den Probetrieb,
- Instandhaltungsvorgänge und Reinigungsarbeiten sowie
- den Zustand bei vorübergehender Außerbetriebnahme.

(2) **Betriebsstörung**<sup>7</sup> ist eine sicherheitstechnisch bedeutsame Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb. So liegt bei Anlagen mit EMSR-Einrichtungen (Elektro-, Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik) eine Betriebsstörung z.B. dann vor, wenn eine sicherheitsrelevante Prozeßgröße den Grenzwert in Richtung des unzulässigen Bereichs der Überwachungseinrichtung verläßt, unter Berücksichtigung der Toleranzen des Meßsystems<sup>8</sup>.

## 2.10 Gefahr/Gefährdung

(1) **Gefahren**<sup>9</sup> sind Zustände oder Ereignisse, die den Eintritt einer gesundheitlichen Beeinträchtigung oder eine Bedrohung des Lebens durch Gefahrstoffe erwarten lassen.

(2) Die **Gefährdung**<sup>10</sup> ist das räumliche und zeitliche Zusammentreffen des Menschen mit Gefahren.

## 2.11 Gefahrenquelle

**Gefahrenquellen** sind hypothetisch-abstrakt mögliche Zustände und Ereignisse, wie z. B. das Versagen von Anlageteilen bzw. Funktionselementen, die zu einer Betriebsstörung und damit zu einer Gefahr führen können.<sup>11</sup> Eine Gefahrenquelle ist mit dem Begriff "mögliche Gefahrenursache" gleichzusetzen<sup>12</sup>.

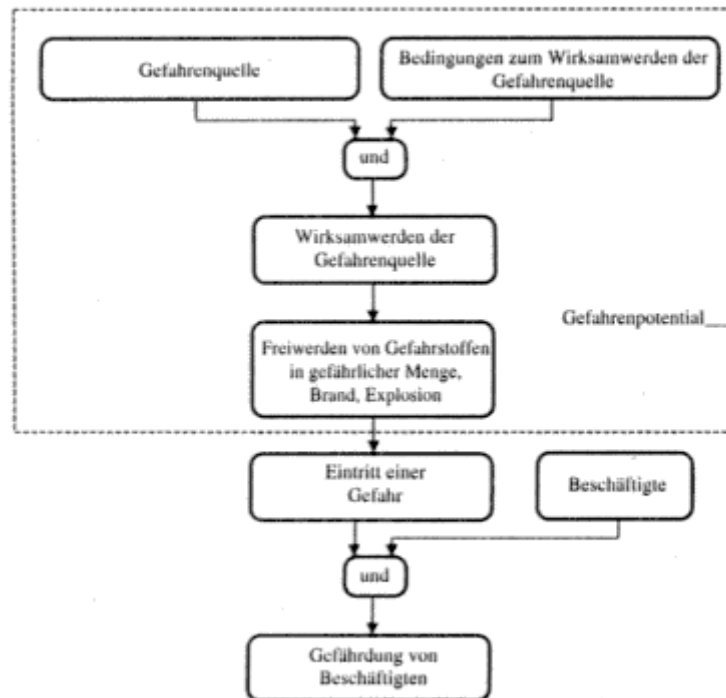
## 2.12 Gefahrenpotential<sup>13</sup>

Das Gefahrenpotential ist eine Bewertungsgröße für Art und Ausmaß der Gefahr.

## 2.13 Verknüpfung einiger definierter Begriffe

Im Bild [1](#) wird die Ereigniskette "Vorliegen von Gefahrenquellen" und "Vorliegen einer Bedingung zum Wirksamwerden der Gefahrenquelle" bis zur "Gefährdung von Beschäftigten" zusammenfassend dargestellt.

**Bild 1:** Darstellung der logischen Verknüpfungen definierter Begriffe



## 3 Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials

(1) Beim Umgang mit Gefahrstoffen in Anlagen sowie bei Verfahren und Arbeitsverfahren, unter Einbeziehung technischer Arbeitsmittel, können Gefährdungen für die Beschäftigten durch Stofffreisetzungen, Brände und Explosionen entstehen. Das Gefahrenpotential ist von folgenden Faktoren abhängig (siehe Anhang [1](#)):

- Art des Gefahrstoffes <sup>14</sup> (siehe Absatz 2),
- Menge des Gefahrstoffes (siehe Absatz 2),
- Verfahren, Arbeitsverfahren, technische Arbeitsmittel (siehe Absatz 3),
- Art und Ausrüstung der Anlage (siehe Absatz 3)
- Betriebszustand der Anlage (siehe Absatz 4) und
- Verwendungszweck der technischen Arbeitsmittel.

Bei der Ermittlung des Gefahrenpotentials sind auch Gefährdungen aus der Arbeitsumgebung zu berücksichtigen.

(2) Die genannten Faktoren stehen in gegenseitiger Abhängigkeit und müssen daher in ihrer Gesamtheit betrachtet werden. Offensichtlich ist dies bei der Art des Gefahrstoffes und seiner Menge, d.h. die Gefährlichkeitsmerkmale und die Menge bestimmen im wesentlichen das Gefahrenpotential. Die von einem Gefahrstoff ausgehende Gefahr ist nicht nur aus der Einstufung nach GefStoffV zu ersehen. Sie ergibt sich auch aus weiteren, nicht bei der Einstufung berücksichtigten, physikalischen oder chemischen Eigenschaften, wie z.B. dem Dampfdruck oder dem Verhältnis von Oberfläche zum Volumen, und nach seinem BAT- oder Luftgrenzwert (TRGS [900](#) "Grenzwerte"). Bei der Stoffbetrachtung sind alle Roh-, Hilfs- und Reststoffe sowie Zwischen-, Neben- und Endprodukte zu erfassen.

(3) Das Gefahrenpotential ist ferner abhängig vom Verfahren, dem Arbeitsverfahren und der Art der Anlage. Beim Verfahren ist unter anderem die Art des Verfahrens von Bedeutung, z.B. exotherm oder endotherm, oder der Verfahrensführung, z.B. nahe an kritischen Reaktionsparametern. Hier spielen vor allem das Systemverhalten von Anlagen, d.h. das Zusammenwirken und die Wechselwirkungen der verschiedenen Teilanlagen, Funktionseinheiten und Funktionselemente innerhalb einer Anlage, eine Rolle. Das Gefahrenpotential kann auch durch die Verfahrensführung (kontinuierlich oder diskontinuierlich) beeinflusst werden. Die diskontinuierliche Arbeitsweise kann mit einem höheren Gefahrenpotential verbunden sein, da hier z.B. größere Reaktionsvolumina mit entsprechend großem Stoffinhalt erforderlich sind. Für Arbeitsverfahren ist neben der Art der Tätigkeit, z.B. festgelegte Abläufe oder solche mit Entscheidungserfordernissen und offener oder geschlossener Umgang, auch die Auswahl der geeigneten technischen Arbeitsmittel von Bedeutung. Das Gefahrenpotential bestimmt sich auch aus der Art der Anlage und ihrer Ausrüstung (Freianlage, Anlage im Gebäude oder eingehauste Anlage).

(4) Bei Anlagen ist der Betriebszustand ein wichtiger Faktor bei der Ermittlung des Gefahrenpotentials. Es ist sowohl der bestimmungsgemäße Betrieb als auch die Betriebsstörung zu betrachten. Das Gefahrenpotential im bestimmungsgemäßen Betrieb wird auch durch die technische und organisatorische Realisierung der Anlage beeinflusst. Hierdurch wird die betriebsbedingte Exposition der Beschäftigten mit den Gefahrstoffen bestimmt. Bei der sicherheitstechnischen Betrachtung stehen die Funktionselemente der Anlage und die im Arbeitsbereich verwendeten technischen Arbeitsmittel im Vordergrund. Unter Funktionselementen sind hier z.B. Rohrleitungen, Dichtungen (statisch und dynamisch), Probenahmestellen oder Pumpen zu verstehen. Betriebsstörungen können zu einer Aktivierung des Gefahrenpotentials führen. Sie können z.B. durch Versagen von Funktionselementen, Störungen in der Verfahrensführung oder menschliches Fehlverhalten verursacht werden. Deswegen ist bei

Betriebsstörungen sowohl das Verhalten einzelner Funktionselemente als auch die Reaktion der Anlage oder Teilanlage auf die Störung von Bedeutung. Es ist ebenfalls zu untersuchen, ob bei Betriebsstörungen zusätzliche Gefahrstoffe entstehen können.

(5) Zur Bestimmung des Gefahrenpotentials aufgrund der oben genannten Faktoren ist die Kenntnis zahlreicher detaillierter Angaben erforderlich. Eine Auflistung sicherheitstechnisch bedeutsamer Größen ist im Anhang [1](#) aufgeführt. In Abhängigkeit von Art und Komplexität der Anlage oder des Arbeitsverfahrens sind die einzelnen Größen des Anhangs zunächst auf ihre Relevanz zu prüfen.

(6) Bei der Beurteilung aufgrund der vorgenannten Faktoren ist darauf zu achten, daß das Gesamtgefahrenpotential der Anlage oder des Arbeitsverfahrens ermittelt wird, d.h. es muß eine ganzheitliche Betrachtung unter Berücksichtigung aller Einflußfaktoren durchgeführt werden.

(7) Bei der Ermittlung des Gefahrenpotentials, insbesondere bei Anlagen, ergeben sich zahlreiche Überschneidungen zwischen Arbeits- und Umweltschutz. Eine eindeutige Zuordnung der Gefährdungen ist in den meisten Fällen nicht möglich. So können durch Stofffreisetzungen nicht nur die Beschäftigten, sondern, bei entsprechend großer Menge, auch die Allgemeinheit oder Nachbarschaft gefährdet werden. Die zu treffenden Maßnahmen zur Verhinderung dieser Freisetzungen werden oftmals die gleichen sein. Aus Gründen des Arbeitsschutzes sind gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen notwendig, da die Beschäftigten in unmittelbarer Nähe der Anlage arbeiten. In einzelnen Fällen kann es auch zu Konflikten zwischen den Schutzziele kommen. So kann z.B. die Forderung nach einer Einhausung für eine Anlage oder ein Anlageteil mit hochtoxischen Stoffen aus Umweltschutzgründen sinnvoll sein, während aus Arbeitsschutzgründen eine gut durchlüftete Freianlage zu fordern wäre, damit eventuell freigesetzte geringe Mengen dieser Stoffe nicht akkumulieren können. Beide Schutzziele sind zu berücksichtigen.

## **4 Sicherheitsbetrachtungen an Anlagen und bei Verfahren**

### **4.1 Allgemeines**

(1) Werden Verfahren eingesetzt, bei denen mit Gefahrstoffen in Anlagen umgegangen wird, sind Maßnahmen nach dem Stand der Sicherheitstechnik zu treffen, damit die Beschäftigten nicht gefährdet werden und die Grenzwerte oder Richtwerte über die Konzentration gefährlicher Stoffe oder Zubereitungen am Arbeitsplatz nach dem Stand der Sicherheitstechnik unterschritten werden [15](#).



(2) Es sind Maßnahmen zu treffen, die Betriebsstörungen verhindern. Treten dennoch Betriebsstörungen auf, müssen die Gefährdungen für die Beschäftigten nach dem Stand der Sicherheitstechnik begrenzt werden. <sup>16</sup>

(3) Die erforderlichen Maßnahmen sollen mit Hilfe systematischer Sicherheitsbetrachtungen ermittelt werden. Ziel dieser Betrachtungen ist es, das Gefahrenpotential zu ermitteln und Maßnahmen zu treffen, die die Beschäftigten vor möglichen Gefährdungen, die aus diesem Potential entstehen können, schützen. Es ist dabei darauf zu achten, daß in der Gesamtbetrachtung (stoff-, anlage- und verfahrensbezogen) die Gefährdung reduziert wird. Das bedeutet auch, daß für den bestimmungsgemäßen Betrieb das Verfahren und die Anlage so ausgewählt und gestaltet werden, daß keine Gefährdungen für die Beschäftigten auftreten können.

(4) Für die Durchführung der Sicherheitsbetrachtung wird die Anlage zweckmäßigerweise in Funktionseinheiten und Funktionselemente logisch unterteilt. Durch diese Unterteilung wird die Gesamtanlage für die Sicherheitsbetrachtung übersichtlicher gestaltet. Die weiteren Betrachtungen sind sowohl auf die Funktionselemente und -einheiten als auch auf ihre Einbindung in die Gesamtanlage anzuwenden. In die Betrachtungen sind auch der Ausfall von Hilfssystemen, z.B. Energieversorgung, und das Versagen organisatorischer Maßnahmen einzubeziehen.

Tabelle 1 zeigt eine beispielhafte Einteilung in Funktionseinheiten und Funktionselemente.

Funktionseinheit	Reaktionseinheit	Speichereinheit	Mechanische Trenneinheit	Thermische Trenneinheit
Funktionselement	Turmreaktor Wirbelschichtreaktor Rohrreaktor Rührkesselreaktor Acetylenentwickler	Druckbehälter Druckloser Behälter Flachbodentank Silo	Zentrifuge Filter Sieb Abscheider Absetzer Zyklon	Kolonne Trocknungseinheit Kristallisierer Sublimierer Kondensator Ausdampftrommel Adsorber
Funktionseinheit	Aufbereitungseinheit	Fördereinheit	Verbindungseinheit	...
Funktionselement	Wäscher Mühle	Pumpe Verdichter	Rohrleitung lösbare	...

	Brecherwerk Granulator Mischstrecke Vormischer Brikettierung Emulgator	Vakuumpumpe Gebläse Förderschnecke Bandförderer Kettenförderer	Verbindung nicht lösbare Verbindung Armaturn Dichtung	
--	---	--	---	--

(5) In der Sicherheitsbetrachtung werden zunächst, unter Berücksichtigung der unter Nummer 3 erfaßten Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials, die Gefahrenquellen und die Bedingungen für ihr Wirksamwerden systematisch ermittelt. Durch die Anwendung einer systematischen Methode kann die weitgehende Vollständigkeit der Ermittlungsergebnisse sichergestellt werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sind dann die erforderlichen Maßnahmen für den Einzelfall festzulegen. In Nummer [4.2](#) wird eine mögliche Vorgehensweise zur systematischen Sicherheitsbetrachtung dargestellt [11]<sup>17</sup>.

(6) Die Durchführung einer Sicherheitsbetrachtung ist auch bei Änderungen am Verfahren oder an der Anlage, die sicherheitstechnisch bedeutsam sind, erforderlich.

## 4.2 Sicherheitsgrundsätze, -anforderungen und -maßnahmen

### 4.2.1 Allgemeines

In der systematischen Sicherheitsbetrachtung gemäß dieser TRGS wird zunächst das Gefahrenpotential in folgenden aufeinander aufbauenden Stufen ermittelt:

1. Erfassung der Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials nach Nummer [3](#),
2. Auswahl der zutreffenden Gefahrenquellen bzw. Sicherheitsgrundsätze nach Nummer [4.2.2](#), die für die konkrete Anlage von Bedeutung sein können und
3. Auswahl der zutreffenden Bedingungen zum Wirksamwerden der Gefahrenquellen bzw. Sicherheitsanforderungen nach Nummer [4.2.3](#).

Nach Bewertung des Gefahrenpotentials im Einzelfall werden anschließend die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen festgelegt (siehe Nummer [4.2.4](#)).

## 4.2.2 Sicherheitsgrundsätze

(1) Die möglichen Gefahrenquellen sind nicht anlagenspezifisch und lassen sich daher weitgehend vollständig und allgemeingültig erfassen. Positiv formuliert ergeben sich hieraus Sicherheitsgrundsätze, die die Grundlage für die weitere Sicherheitsbetrachtung liefern (z.B. Gefahrenquelle: Versagen der Umschließung; Sicherheitsgrundsatz: Sichere Umschließung). Gefahrenquellen und Sicherheitsgrundsätze entsprechen sich unmittelbar. Tabelle [2](#) zeigt eine Zusammenstellung der Sicherheitsgrundsätze.

(2) Allgemeine Sicherheitsgrundsätze dienen zum Schutz vor Gefährdungen aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb und der Verhinderung von Betriebsstörungen. Störungsbezogene Sicherheitsgrundsätze dienen der Begrenzung der Auswirkungen von Betriebsstörungen auf die Beschäftigten. Sie gelten z.T. umfassend (z.B. Hufs- und Rettungsdienst), z.T. wird nach der Art der jeweiligen Betriebsstörung unterschieden (z.B. Ex-Schutz).

(3) Die Sicherheitsgrundsätze müssen sowohl auf die einzelnen Funktionselemente als auch auf die Funktionseinheiten und die Gesamtanlage angewendet werden.

## 4.2.3 Sicherheitsanforderungen

(1) Eine Gefahrenquelle kann nur wirksam werden und damit zu einer Gefahr führen, wenn gleichzeitig die Bedingung zum Wirksamwerden erfüllt ist (siehe Bild [1](#)). Aus den Bedingungen zum Wirksamwerden von Gefahrenquellen ergeben sich, positiv formuliert, Sicherheitsanforderungen (z.B. Bedingung zum Wirksamwerden der Gefahrenquelle: Innere Korrosion; Sicherheitsanforderung: Vermeiden innerer Korrosion). Sie werden aus den physikalischen/chemischen Eigenschaften der Stoffe und Zubereitungen, der Beschaffenheit und Funktionsweise der Funktionselemente und -einheiten sowie dem Verhalten der Beschäftigten abgeleitet. Da sie zur Erfüllung der allgemein formulierten Sicherheitsgrundsätze dienen, sind sie unmittelbar auf diese bezogen. Sicherheitsanforderungen werden sowohl durch technische als auch durch organisatorische Maßnahmen nach dem Stand der Sicherheitstechnik verwirklicht. Im Anhang [2](#) sind Sicherheitsanforderungen für die entsprechenden Sicherheitsgrundsätze tabellarisch erfaßt.

**Tabelle 2:** Zusammenstellung der Sicherheitsgrundsätze für Anlagen und Verfahren

<p>1. allgemeine Sicherheitsgrundsätze</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ersatz gefährlicher Stoffe und Zubereitungen</li> <li>2. Verringerung der Menge der eingesetzten Gefahrstoffe</li> <li>3. Wahl von Verfahren mit möglichst geringen betriebsmäßigen Freisetzungen von Gefahrstoffen</li> <li>4. Sichere Umschließung</li> <li>5. Sichere Beherrschung des Stoffflusses</li> <li>6. Sicherstellen des sachgemäßen Umgangs mit Gefahrstoffen sowie Sichern gegen Fehlhandlungen</li> <li>7. Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre innerhalb und außerhalb der Umschließung</li> <li>8. Vermeiden von Zündquellen</li> <li>9. Reduzierung der Exposition</li> <li>10. Räumliche Trennung der Beschäftigten vom Gefahrenbereich</li> </ol>
<p>2. störungsbezogene Sicherheitsgrundsätze</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorbeugender Brandschutz</li> <li>2. Abwehrender Brandschutz</li> <li>3. Schutz vor den Auswirkungen von Explosionen .</li> <li>4. Schutz vor den Auswirkungen durchgehender Reaktionen</li> <li>5. Gewährleistung der Funktion von Alarmierungs- und Überwachungseinrichtungen</li> <li>6. Schutz vor den Auswirkungen bei der Freisetzung von Gefahrstoffen</li> <li>7. Erhalt der Versorgung mit sicherheitstechnisch bedeutsamen Betriebsmitteln</li> <li>8. Erhalt der Wirksamkeit sicherheitstechnisch bedeutsamer Funktionselemente</li> <li>9. Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand, einschließlich Sichern gegen Fehlhandlungen</li> <li>10. Schutz vor mechanischen Beanspruchungen</li> <li>11. Gewährleistung der Handlungsfähigkeit der Beschäftigten, einschließlich der Hilfs- und</li> </ol>

	Rettungsdienste 12. Gewährleistung der allgemeinen Sicherheitsorganisation
--	--

(2) Bei der Anwendung der Tabellen des Anhangs [2](#) ist darauf zu achten, daß die Auflistung der Sicherheitsanforderungen nicht abschließend ist. Darüber hinaus muß bei der Anwendung der Sicherheitsanforderungen auf konkrete Anlagen und Verfahren geprüft werden, welche der genannten Sicherheitsanforderungen relevant sind oder gegebenenfalls ergänzt werden müssen.

#### 4.2.4 Sicherheitsmaßnahmen

(1) Durch Sicherheitsmaßnahmen werden die Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen, bezogen auf eine konkrete Anlage, in die Realität umgesetzt. Im Gegensatz zu den Sicherheitsgrundsätzen und -anforderungen unterliegen sie wesentlich häufiger Änderungen, die sich z.B. aus der Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik ergeben.

(2) Die jeweiligen Sicherheitsmaßnahmen sind von den Umständen des Einzelfalls abhängig. Sie können abgeleitet werden aus:

1. allgemein anerkannten Regeln der Technik oder aus Regeln nach dem Stand der Technik/Sicherheitstechnik;
  - a. Technischen Regeln mit gesetzlicher Grundlage, in deren Geltungsbereich die betrachtete Anlage fällt (z.B. Technische Regeln aufgrund von Verordnungen aus dem Recht der überwachungsbedürftigen Anlagen nach § [11](#) GSG, aus dem Chemikalienrecht ( [GefStoffV](#) - TRGS), aus dem Sprengstoffrecht, aus dem Wasserrecht, aus dem Gerätesicherheitsrecht, aus dem sonstigen Arbeitsschutzrecht (z.B. [ArbStättV](#)));
  - b. Technischen Regeln, die sich aus dem Recht der Berufsgenossenschaften zum Erlaß von Unfallverhütungsvorschriften aufgrund der Reichsversicherungsordnung ergeben;
  - c. allgemein anerkannten Regeln der Technik der Berufsgenossenschaften oder privater Institutionen (z.B. Merkblätter, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, VDI-Richtlinien, VdTÜV-Merkblätter, DVGW-Arbeitsblätter);
2. Werknormen;
3. Fachliteratur;

4. spezifischen, verfahrensbedingten sicherheitstechnischen Erkenntnissen.

(3) Wegen der Vielzahl der möglichen Maßnahmen und ihrer starken Abhängigkeit vom Einzelfall können die Sicherheitsmaßnahmen nicht aufgelistet werden. Sie sind bei der Sicherheitsbetrachtung einer konkreten Anlage im Einzelfall festzulegen. Hinweise hierzu können der Literatur [11 u.a.] entnommen werden.

(4) Technische Maßnahmen, einschließlich der Auswahl von Verfahren mit möglichst geringem Gefahrenpotential, sind, soweit möglich, vor organisatorischen Maßnahmen zu treffen. Maßnahmen, die unabhängig vom Verhalten der Beschäftigten deren Schutz gewährleisten oder die Gefährdung mindern, sind bevorzugt anzuwenden.

### **4.3 Beispiele zur systematischen Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen**

(1) An dem Beispiel einer Anlage zur Herstellung von Stoffen durch chemische Umwandlung soll die Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen über Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen beispielhaft erläutert werden (siehe Tabelle 3). Die Sicherheitsbetrachtung wurde zweckmäßigerweise in tabellarischer Form dokumentiert.

(2) Zunächst erfolgte die Unterteilung der Anlage in Funktionseinheiten (hier: Verbindungseinheit) und in Funktionselemente (hier: Rohrleitung). Unter Berücksichtigung der nach Nummer 3 erfaßten Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials wurden für das Funktionselement "Rohrleitung" der Sicherheitsgrundsatz "4. Sichere Umschließung" und die Sicherheitsanforderung "Vermeiden von Korrosion" nach Anhang 2 Tabelle 1 aufgelistet. Neben dem Sicherheitsgrundsatz und der -anforderung sind in dem Beispiel auch die korrespondierenden Begriffe "Gefahrenquelle" und "Bedingung zum Wirksamwerden der Gefahrenquelle" aufgeführt worden. Ausgehend von dieser Darstellung wurden anschließend die Sicherheitsmaßnahmen festgelegt.

(3) Tabelle 4 zeigt an einem weiteren Beispiel aus der Praxis die Vorgehensweise bei der Sicherheitsbetrachtung an einer Anlage zur Dispersionsherstellung. Hierbei wurde die Systematik über Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen bis zur Herleitung der Sicherheitsmaßnahmen ebenfalls eingehalten. Die enge textliche Anlehnung an die Tabellen des Anhangs 2 erfolgte jedoch nicht. Darüber hinaus wurde in der Tabelle auf die Bezeichnung der Gefahrenquellen und die Bedingungen für deren Wirksamwerden verzichtet. Die Inhalte sind einzelfallbezogen formuliert.

(4) Um Entscheidungsabläufe objektiv nachvollziehbar zu machen und spätere Änderungen am Verfahren oder an der Anlage zu erleichtern, ist es zweckmäßig die Entscheidungsgrundlage für die zu treffenden Maßnahmen gesondert zu dokumentieren.

**Tabelle 3:** Systematische Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen ( Beispiel 1)

Art der Anlage: Anlage zur Herstellung von Stoffen durch chemische Umwandlung

Funktionseinheit: Verbindungseinheit

Funktionselement: Rohrleitung

Lfd. Nr.	Sicherheitsgrundsatz z Gefahrenquelle	Sicherheitsanforderungen n Bedingungen zum Wirksamwerden der Gefahrenquellen	Sicherheitsmaßnahme n
...	...	...	...
n	4. Sichere Umschließung 4. Versagen der Umschließung	... - Vermeiden von innerer und äußerer Korrosion  - Vermeiden von Spannungs- und Schwingungsrißkorrosion  - <i>Innere und äußere Korrosion</i>  - <i>Spannungs- und Schwingungsrißkorrosion</i>	... - Keramikauskleidung des Rohrinternen - korrosionsfester Rohrwerkstoff (1.4571) - mehrlagiger geeigneter Farbschutzanstrich - Korrosionszuschlag zur Wanddicke - Eignungsnachweis für Werkstoff - fachgerechter kathodischer Korrosionsschutz (KKS) - regelmäßige Überprüfung des KKS auf Wirksamkeit - Spannungsarmglühen - schwingungsdämpfende Maßnahmen

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- regelmäßige Wanddickenmessungen</li> <li>- zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen</li> <li>- regelmäßige Instandhaltung</li> </ul>
		...	...
...	...	...	...

**Tabelle 4:** Systematische Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen (Beispiel 2) [top](#)

Art der Anlage: Dispersionsproduktion

Funktionseinheit: Produktionshalle

Funktionselement: Rührwerksbehälter zur Dispersionsherstellung

Lfd. Nr.	Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen	Sicherheitsmaßnahmen
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeiden von Explosionsgefahr bei Anwendung brennbarer Lösemittel</li> <li>- Unterdrücken der Explosionsgefahr beim Einlassen von brennbarem Lösemittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeiden von explosionsfähiger Atmosphäre</li> <li>- Vermeiden von Zündquellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inertisierung</li> <li>- Verhindern elektrostatischer Aufladungen durch Erdung</li> <li>- Verhindern elektrostatischer Aufladungen durch Begrenzung der Strömungsgeschwindigkeit</li> <li>- Einfüllen unter Spiegel</li> <li>- Anströmen der geerdeten Behälterwand</li> <li>- Elektroinstallation nach ElexV</li> <li>-</li> </ul>



			Explosionsschutzeinstufung und Maßnahmen nach Ex-RL [13]
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeiden von Explosionsgefahr beim Umgang mit brennbaren Stäuben</li> <li>- Verhindern der Explosionsgefahr beim Einfüllen brennbarer Stäube in den Behälter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeiden von explosionsfähigem Staub-Luft-Gemisch</li> <li>- Verhindern von Aufladungen</li> <li>- Verhindern von Staubablagerungen</li> <li>- Verhindern von Aufwirbelungen des Staubes</li> <li>- Vermeiden von Zündquellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderung der Staubkonsistenz (größerer Meridiandurchmesser, Ansteigung, Pellets)</li> <li>- Regelmäßige Reinigung der Umgebung</li> <li>- Einsaugen des Staubes</li> <li>- Einbringen von Sackbinden über Sackaufreißanlage mit Absaugen</li> <li>- Einbringen des Staubes über Zentralschleusen, Doppelschiebersysteme, Schneckenförderung etc.</li> <li>- Vermeiden von heißen Oberflächen</li> <li>- Vermeiden von hohen Schüttgeschwindigkeiten (Elektrostatik)</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vermeiden der Exposition des Betriebspersonals</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeiden des Gefahrstoffaustritts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschlossenes System</li> <li>- Behälterabsaugung</li> <li>Objektabsaugung</li> <li>- Leckageminimierte Wellendurchführung (Gleitringdichtung, Magnetkupplung)</li> <li>- Schleusensysteme zum Feststoffeintrag</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überfüllsicherung</li> <li>- Leckagefrüherkennung im Produktionsraum</li> <li>- Persönliche Schutzausrüstung bereithalten</li> <li>- Optimiertes Probenahmesystem</li> <li>- Bindemittel für Verschüttungen bereithalten</li> <li>- Raumluftüberwachung</li> </ul>
4	- Verhindern von Betriebsstörungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulung des Personals</li> <li>- Verhindern von unzulässigen Betriebsparametern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterweisungen, Schulungen</li> <li>- Betriebsanweisungen</li> <li>- Kontrollgänge</li> <li>- Wartung</li> <li>- Schutz- und Überwachungseinrichtungen</li> <li>- Druckfeste Bauweise</li> <li>- Überdruckventil, Berstscheibe</li> </ul>

## 5 Sicherheitsbetrachtungen bei Arbeitsverfahren mit technischen Arbeitsmitteln

### 5.1 Allgemeines

(1) Werden Arbeitsverfahren eingesetzt, bei denen mit Gefahrstoffen unter Verwendung von technischen Arbeitsmitteln umgegangen wird, sind Maßnahmen nach dem Stand der Sicherheitstechnik zu treffen, damit die Beschäftigten nicht gefährdet werden und die Grenzwerte oder Richtwerte über die Konzentration gefährlicher Stoffe oder Zubereitungen am Arbeitsplatz nach dem Stand der Sicherheitstechnik unterschritten werden <sup>18</sup>.

(2) Es sind Maßnahmen zu treffen, die Störungen im Ablauf des Arbeitsverfahrens verhindern. Treten dennoch derartige Störungen auf, müssen die Gefährdungen für die Beschäftigten nach dem Stand der Sicherheitstechnik begrenzt werden. <sup>19</sup>

(3) Die erforderlichen Maßnahmen sollen mit Hilfe systematischer Sicherheitsbetrachtungen ermittelt werden. Ziel dieser Betrachtungen ist es, das Gefahrenpotential zu ermitteln und Maßnahmen zu treffen, die die Beschäftigten vor möglichen Gefährdungen, die aus diesem Potential entstehen können, schützen. Es ist dabei darauf zu achten, daß in der Gesamtbetrachtung (stoff- und arbeitsverfahrensbezogen) die Gefährdung reduziert wird. Das bedeutet auch, daß bei der bestimmungsgemäßen Verwendung das Arbeitsverfahren so ausgewählt und gestaltet wird, daß keine Gefährdungen für die Beschäftigten auftreten können .

(4) In der Sicherheitsbetrachtung werden zunächst, unter Berücksichtigung der unter Nummer 3 erfaßten Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials, die Gefahrenquellen und die Bedingungen für ihr Wirksamwerden systematisch ermittelt. Durch die Anwendung einer systematischen Methode kann die weitgehende Vollständigkeit der Ermittlungsergebnisse sichergestellt werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sind dann die erforderlichen Maßnahmen für den Einzelfall festzulegen. In Nummer [5.2](#) wird **eine mögliche Vorgehensweise** zur systematischen Sicherheitsbetrachtung dargestellt. <sup>20</sup>

(5) Bei Änderungen am Arbeitsverfahren, insbesondere beim Wechsel von technischen Arbeitsmitteln, die sicherheitstechnisch bedeutsam sind, ist eine erneute Sicherheitsbetrachtung durchzuführen.

## **5.2 Sicherheitsgrundsätze, -anforderungen und -maßnahmen**

### **5.2.1 Allgemeines**

(1) In der systematischen Sicherheitsbetrachtung gemäß dieser TRGS wird zunächst das Gefahrenpotential in folgenden aufeinander aufbauenden Stufen ermittelt:

1. Erfassung der Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials nach Nummer [3](#),
2. Auswahl der Gefahrenquellen bzw. Sicherheitsgrundsätze nach Nummer [5.2.2](#), die für das konkrete Arbeitsverfahren von Bedeutung sein können und
3. Auswahl der relevanten Bedingungen zum Wirksamwerden der Gefahrenquellen bzw. Sicherheitsanforderungen nach Nummer [5.2.3](#).

Nach Bewertung des Gefahrenpotentials im Einzelfall werden anschließend die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen festgelegt (siehe Nummer [5.2.4](#)). Dabei ist insbesondere darauf zu achten, daß die Rangfolge der Schutzmaßnahmen, die in der Gefahrstoffverordnung aufgeführt ist, eingehalten wird.

### 5.2.2 Sicherheitsgrundsätze

(1) Die möglichen Gefahrenquellen sind nicht spezifisch für ein Arbeitsverfahren und lassen sich daher weitgehend vollständig und allgemeingültig erfassen. Positiv formuliert ergeben sich hieraus Sicherheitsgrundsätze, die die Grundlage für die weitere Sicherheitsbetrachtung liefern (z.B. Arbeiten mit lösemittelhaltigen Lacken, Gefahrenquelle: Freiwerden des Lösemittels; Sicherheitsgrundsatz: Ersatz des gefährlichen Lösemittels). Gefahrenquellen und Sicherheitsgrundsätze entsprechen sich unmittelbar. Tabelle [5](#) zeigt eine Zusammenstellung der Sicherheitsgrundsätze.

(2) Allgemeine Sicherheitsgrundsätze dienen zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Arbeitsmittel. Die störungsbezogenen Sicherheitsgrundsätze kommen dann zum Tragen, wenn es beim Arbeitsverfahren zu Störungen mit Gefährdung für die Beschäftigten kommt. Sie dienen der Begrenzung der dabei auftretenden Auswirkungen auf die Beschäftigten.

**Tabelle 5:** Zusammenstellung der Sicherheitsgrundsätze für Arbeitsverfahren

1 . allgemeine Sicherheitsgrundsätze	1. Ersatz gefährlicher Stoffe und Zubereitungen 2. Verringerung der Menge der eingesetzten
--------------------------------------	---

	<p>Gefahrstoffe</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Wahl von technischen Arbeitsmitteln, die zu einer möglichst geringen betriebsmäßigen Freisetzung von Gefahrstoffen führen</li> <li>4. Bestimmungsgemäße Verwendung</li> <li>5. Sicherstellen des sachgemäßen Umgangs mit Gefahrstoffen sowie Sichern gegen Fehlhandlungen</li> <li>6. Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre beim Einsatz der technischen Arbeitsmittel</li> <li>7. Vermeiden von Zündquellen</li> <li>8. Reduzierung der Exposition</li> <li>9. Räumliche Trennung der Beschäftigten vom Gefahrenbereich</li> </ol>
2. störungsbezogene Sicherheitsgrundsätze	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorbeugender Brandschutz</li> <li>2. Abwehrender Brandschutz</li> <li>3. Gewährleistung der Funktion von Alarmierungs- und Überwachungseinrichtungen</li> <li>4. Schutz vor den Auswirkungen bei der Freisetzung von Gefahrstoffen</li> </ol>

### 5.2.3 Sicherheitsanforderungen

(1) Eine Gefahrenquelle kann nur wirksam werden und damit zu einer Gefahr führen, wenn gleichzeitig die Bedingung zum Wirksamwerden erfüllt ist (siehe Bild [1](#)). Aus den Bedingungen zum Wirksamwerden von Gefahrenquellen ergeben sich, positiv formuliert, Sicherheitsanforderungen. So gelten z.B. für das Arbeiten mit lösemittelhaltigen Lacken (siehe hierzu auch Tabelle [6](#))

- der Sicherheitsgrundsatz: 7. Vermeiden von Zündquellen;
- die Bedingung zum Wirksamwerden der Gefahrenquelle: Funkenerzeugung durch elektrische Geräte;
- die Sicherheitsanforderung: Anforderungen gemäß Ex-RL.

Die Sicherheitsanforderungen werden aus den physikalischen/chemischen Eigenschaften der Stoffe und Zubereitungen, der Beschaffenheit und Funktionsweise der technischen Arbeitsmittel sowie dem Verhalten der Beschäftigten abgeleitet. Da sie zur Erfüllung der allgemein formulierten Sicherheitsgrundsätze dienen, sind sie unmittelbar auf diese bezogen. Sicherheitsanforderungen werden sowohl durch technische als auch durch organisatorische Maßnahmen nach dem Stand der Sicherheitstechnik verwirklicht. Im Anhang [3](#) sind Sicherheitsanforderungen für die entsprechenden Sicherheitsgrundsätze tabellarisch erfaßt.

(2) Bei der Anwendung der Tabellen des Anhangs [3](#) ist darauf zu achten, daß die Auflistung der Sicherheitsanforderungen nicht abschließend ist. Darüber hinaus muß bei der Anwendung der Sicherheitsanforderungen auf das konkrete Arbeitsverfahren geprüft werden, welche der genannten Sicherheitsanforderungen relevant sind oder gegebenenfalls ergänzt werden müssen.

#### 5.2.4 Sicherheitsmaßnahmen

(1) Durch Sicherheitsmaßnahmen werden die Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen, bezogen auf ein konkretes Arbeitsverfahren, in die Realität umgesetzt. Im Gegensatz zu den Sicherheitsgrundsätzen und -anforderungen unterliegen sie wesentlich häufiger Änderungen, die sich z.B. aus der Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik ergeben.

(2) Die jeweiligen Sicherheitsmaßnahmen sind von den Umständen des Einzelfalls abhängig. Sie können abgeleitet werden aus:

1. allgemein anerkannten Regeln der Technik oder aus Regeln nach dem Stand der Technik/Sicherheitstechnik;
  - a. Technischen Regeln mit gesetzlicher Grundlage, in deren Geltungsbereich die betrachtete Anlage fällt (z.B. Technische Regeln aufgrund von Verordnungen aus dem Recht der überwachungsbedürftigen Anlagen nach § [11](#) GSG, aus dem Chemikalienrecht ([GefStoffV](#) - TRGS), aus dem [Sprengstoffrecht](#), aus dem [Wasserrecht](#), aus dem Gerätesicherheitsrecht, aus dem sonstigen Arbeitsschutzrecht (z.B. [ArbStättV](#)));
  - b. Technischen Regeln, die sich aus dem Recht der Berufsgenossenschaften zum Erlaß von Unfallverhütungsvorschriften aufgrund der Reichsversicherungsordnung ergeben;
  - c. allgemein anerkannten Regeln der Technik der Berufsgenossenschaften oder privater Institutionen (z.B. Merkblätter, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, VDI-Richtlinien, VdTÜV-Merkblätter, DVGW-Arbeitsblätter);
2. Werknormen;
3. Fachliteratur;
4. spezifischen, verfahrensbedingten sicherheitstechnischen Erkenntnissen.

(3) Wegen der Vielzahl der möglichen Maßnahmen und ihrer starken Abhängigkeit vom Einzelfall können die

Sicherheitsmaßnahmen nicht aufgelistet werden. Sie sind bei der Sicherheitsbetrachtung eines konkreten Arbeitsverfahrens im Einzelfall festzulegen.

(4) Technische Maßnahmen sind, soweit möglich, vor organisatorischen Maßnahmen zu treffen. Maßnahmen, die unabhängig vom Verhalten der Beschäftigten deren Schutz gewährleisten oder die Gefährdung mindern, sind bevorzugt anzuwenden.

### 5.3 Beispiel zur systematischen Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen

(1) An dem Beispiel eines Lackierverfahrens soll die Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen über Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen beispielhaft erläutert werden (siehe Tabelle 6). Die Sicherheitsbetrachtung wurde zweckmäßigerweise in tabellarischer Form dokumentiert.

(2) Unter Berücksichtigung der nach Nummer 3 erfaßten Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials wurden für das technische Arbeitsmittel "Spritzstand" der Sicherheitsgrundsatz "7. Vermeiden von Zündquellen" und die Sicherheitsanforderung "Anforderungen gemäß Ex-RL" nach Anhang 3 Tabelle 1 aufgelistet. Neben dem Sicherheitsgrundsatz und der -anforderung sind in dem Beispielauch die korrespondierenden Begriffe "Gefahrenquelle" und "Bedingung zum Wirksamwerden der Gefahrenquelle" aufgeführt worden. Ausgehend von dieser Darstellung wurden anschließend die Sicherheitsmaßnahmen festgelegt.

(3) Um Entscheidungsabläufe objektiv nachvollziehbar zu machen und spätere Änderungen am Arbeitsverfahren oder bei der Auswahl des technischen Arbeitsmittels zu erleichtern, ist es zweckmäßig, die Entscheidungsgrundlage für die zu treffenden Maßnahmen gesondert zu dokumentieren.

**Tabelle 6:** Systematische Ermittlung von Sicherheitsmaßnahmen an einem Beispiel [top](#)

Art des Arbeitsverfahrens:

Lackieren

Arbeitsmittel:

Spritzstand

Lfd	Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen	Sicherheitsmaßnahme
-----	----------------------	--------------------------	---------------------

. Nr.	z Gefahrenquelle	n Bedingungen zum Wirksamwerden der Gefahrenquellen	n
...	...	...	...
n	<p>7. Vermeiden von Zündquellen</p> <p>7. Zünden eines lösemittelhaltigen Dampf/Luft-Gemisches</p>	<p>...</p> <p>Anforderungen gemäß Ex-RL</p> <p>Funkenerzeugung durch elektrische Geräte</p>	<p>...</p> <p>Im Innern des Standes und 2,5 m um die Standöffnung herum Zone 1</p> <p>Ex-Motoren, zusätzlich IP 44</p> <p>Im Innern von Abluftleitungen Zone 1</p> <p>Aufstellen des Ventilatormotors außerhalb der Abluftleitung</p> <p>Errichtung elektrischer Betriebsmittel innerhalb Zone 1 nach den Bestimmungen der DIN/VDE 0165 und DIN/VDE 0170/0171</p>
...	...	...	...

### Literaturverzeichnis:

[1] Gefahrstoffverordnung( [GefStoffV](#)) in der Fassung vom 26. Oktober 1993, BGBl. I S. 1782 zuletzt geändert am 19. September 1994 (BGBl. I S. 2557)



[2] Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - [ChemG](#)) vom 25. Juli 1994, geändert am 2. August 1994 (BGBl. I S. 1963, 1983)

[3] Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz- [GSG](#)) vom 23. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1793) zuletzt geändert am 2. August 1994 (BGBl. I S. 1963, 1983)

[4] DIN 28 004 Teil 1, Fließbilder verfahrenstechnischer Anlagen, Begriffe, Fließbildarten, Informationsinhalt, Ausgabe: Mai 1988

[5] Bundes-Immissionsschutzgesetz ([BlmSchG](#)) vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert am 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705)

[6] Störfall-Verordnung( [StörfallV](#)) in der Fassung vom 20. September 1991 (BGBl. I S. 1891, 2044) geändert am 26. Oktober 1993 (BGBl. I S. 1782)

[7] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung( [1. StörfallVwV](#)) vom 20.09.1993 (GMBI. 1993 Nr. 33, S. 582)

[8] VDI/VDE-Richtlinie 2180 Blatt 3, Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik, Klassifizierung von Meß-, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, Ausgabe: Dezember 1984

[9] Feldhaus: Bundesimmissionsschutzrecht (BlmSchR), Deutscher Fachschriften Verlag, Wiesbaden 5/1993

[10] Landmann/Rohmer: Umweltrecht (UmwR), C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1993

[11] Haferkamp, Hein, Rudolph und Wietfeldt: Ermittlung des aktuellen Standes der Sicherheitstechnik und der Lücken im Bereich der Sicherheitsvorschriften in Anlagen, die der Störfallverordnung unterliegen. Forschungsbericht des Umweltbundesamtes Nr. 10409212 (1987)

[12] Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung( [2. Störfall-VwV](#)) vom 27. April 1982. GMBI. 1982, S. 205

[13] Richtlinien für die Vermeidung von Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre - Explosions-Richtlinien - (Ex-RL), Ausgabe 9, 1990. Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (Hrsg.), Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg

[14] Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (VbF (jetzt [BetrSichV](#))) vom 27. Februar 1980 (BGBl. I S. 173/229), zuletzt geändert am 27. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2378)

<b>Grunddaten zur Ermittlung des Gefahrenpotentials nach Nummer <a href="#">3</a>:</b>	<b>Anhang 1 zur TRGS 300</b>
--	--------------------------------------

In Abhängigkeit von der Anlage und dem Verfahren bzw. den Arbeitsverfahren und den eingesetzten technischen Arbeitsmitteln können z.B. folgende Grunddaten für die Ermittlung des Gefahrenpotentials von Bedeutung sein:

## **1. Gefahrstoffe (Roh-, Hilfs-, Reststoffe, Zwischen-, Neben-, Endprodukte)**

### 1.1 Stoffbezeichnung

### 1.2 Eigenschaften

- Eigenschaften nach § [3a](#) Abs. 1 ChemG
- spezifisches Gewicht
- Schmelzpunkt
- Löslichkeit
- Verdampfungswärme
- Siedetemperatur bei Normaldruck
- Dampfdruck bei Normaltemperatur
- Viskosität
- Flammpunkt, Gefahrklasse gemäß VbF [14]
- Zündtemperatur, Temperaturklasse gem. DIN VDE 57 165
- Mindestzündenergie
- untere und obere Explosionsgrenze
- O<sub>2</sub>-Grenzkonzentration (Brand, Explosion)
- Entzündlichkeit von Stäuben
- Brennverhalten
- Selbstentzündung
- Selbstzersetzung, thermische Stabilität
- Druckanstiegsgeschwindigkeit, K<sub>st</sub>-Wert, K<sub>G</sub>-Wert
- explosionsgefährlich nach dem Sprengstoffgesetz
- Geruchsschwelle
- toxikologische Daten (MAK, TRK, LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub>)
- korrosive Eigenschaften

### 1.3 Zustand

- bei Normalbedingungen und unter Betriebsbedingungen
- Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig)
- thermischer Zustand (überhitzt, tiefkalt, druckverflüssigt etc.)
- Korngröße

#### 1.4 Ausbreitungsverhalten

- Gas, Dampf, Nebel, Staub, Rauch
- spezifisches Gewicht (leichter oder schwerer als Luft)

#### 1.5 Reaktionsdaten

- Reaktionsgleichungen
- Reaktionswärme
- thermische Stabilität
- Reaktionsverzögerung

### **2. Menge der Gefahrstoffe**

#### 2.1 Gesamtanlage

#### 2.2 Funktionseinheit

#### 2.3 sicherheitstechnisch bedeutsame Funktionselemente

### **3. Verfahren/Arbeitsverfahren**

#### 3.1 kontinuierliches oder diskontinuierliches Verfahren

#### 3.2 Verfahrensparameter

- Druck
- Temperatur
- Konzentration
- Durchfluß
- pH-Wert
- Verweilzeit

#### 3.3 Durchmischungsänderung

- örtlich und zeitlich
- lokale Überkonzentration
- lokale Überhitzung
- Phasentrennung
- Verhalten bei Wiedereinsetzen der Durchmischung

### 3.4 Zustandsänderungen

- thermische Effekte bei Zustandsänderungen, wie Verdampfen, Kondensieren, Kristallisieren, Lösen und Mischen
- Siedeverzug
- Krustenbildung
- Schäumen
- Sublimatbildung
- Änderung des Wärmedurchgangs
- Viskositätsänderungen

### 3.5 Explosionsgefahren

- Zündquellen
- Zoneneinteilung

### 3.6 Arbeitsverfahren

- Mechanisierungsgrad/Automatisierungsgrad
- offene oder geschlossene Betriebsweise
- Einsatz sicherheitstechnisch geprüfter Arbeitsmittel

## **4. Bauart der Anlage**

### 4.1 Freianlage

### 4.2 Anlage im Gebäude

### 4.3 eingehauste Anlage

## **5. Betriebszustand**

### 5.1 bestimmungsgemäßer Betrieb

- Normalbetrieb
- An- und Abfahrvorgänge
- Probebetrieb
- Reinigungsarbeiten
- Probenahme
- Instandhaltungsarbeiten
- Füll-, Umfüll- und Abfüllbetrieb
- Bereitstellen
- vorübergehende Stilllegung

### 5.2 Betriebsstörung

- Änderung der Verfahrensparameter
- Versagen von sicherheitstechnisch bedeutsamen EMSR-Einrichtungen
- Verunreinigungen der Roh- und Hilfsstoffe
- Rückströmung
- Dosierfehler
- Anreicherung von Reaktionspartnern und Gefahren einer Durchgehreaktion
- Kühl- oder Heizmitteleinbruch
- Luft- oder Feuchtigkeitszutritt
- Versorgung mit Energie, Roh- und Hilfsstoffen
- Bildung explosionsfähiger Gemische
- Bildung toxischer Stoffe
- Zersetzungsreaktionen

<b>Tabellen zu den Sicherheitsanforderungen an Anlagen und bei Verfahren nach Nummer <a href="#">4</a>:</b>	<b>Anhang 2</b> zur TRGS 300
---	------------------------------------

Bei der Anwendung der Tabellen des Anhangs 2 ist darauf zu achten, daß die Auflistung der Sicherheitsanforderungen nicht abschließend ist. Darüber hinaus muß bei der Anwendung der Sicherheitsanforderungen auf konkrete Anlagen und Verfahren geprüft werden, welche der genannten Sicherheitsanforderungen relevant sind oder gegebenenfalls ergänzt werden müssen.

**Tabelle 1:** Allgemeine Sicherheitsanforderungen [top](#)

<b>Sicherheitsgrundsatz</b>	<b>Sicherheitsanforderung</b>
<b>z</b>	
1. Ersatz gefährlicher Stoffe und Zubereitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung auf weniger gefährliche Stoffe mit dem Ziel, das Gesamtgefahrenpotential zu minimieren<sup>21</sup>, auch unter Berücksichtigung gefährlicher Nebenprodukte sowie von Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten</li> </ul>
2. Verringerung der Menge der eingesetzten Gefahrstoffe <sup>22</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche statt diskontinuierliche Betriebsweise</li> <li>• Reduzierung der Volumina der Funktionselemente</li> <li>• Reduzierung der Bereitstellungsmengen in der Anlage</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrstrangbetrieb</li> </ul>
3. Wahl von Verfahren mit möglichst geringen betriebsmäßigen Freisetzungen von Gefahrstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlossene Betriebsweise</li> <li>• Geschlossene Umfüllvorgänge, z.B. Gaspindelverfahren</li> <li>• Emissionsarme Arbeitsverfahren, z.B. keine Isolierung von Zwischenprodukten</li> <li>• Verfahren im Unterdruckbereich</li> </ul>
4. Sichere Umschließung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter Werkstoffe</li> <li>• Funktionsgerechte Konstruktion</li> <li>• Werkstoffgerechte Fertigung</li> <li>• Qualitätssicherung, z.B. Werkstoffzeugnisse und zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> <li>• Qualifikation des Herstellungs- und Montagepersonals, unterwiesenes Personal</li> <li>• Anlagengerechte Aufstellung, z.B. spannungsfreie Errichtung</li> <li>• Vermeiden von unzulässigen Beanspruchungen, z.B. Schwingungen</li> <li>• Einhalten der zulässigen Verfahrensparameter. z.B. Druck, Temperatur und Durchfluß</li> <li>• Vermeiden von Korrosion, Erosion, Kavitation</li> <li>• Auswahl geeigneter statischer und dynamischer Dichtungssysteme und Dichtungen</li> <li>• Auswahl geeigneter Armaturen. Verbindungen, Meß- und Probenahmestellen</li> <li>• Verhindern von Fehlfunktionen bei Druckentlastungseinrichtungen</li> <li>• Sicherung gegen und bei Lagerversagen rotierender Wellen</li> <li>• Sicherung gegen Lösen bewegter Teile</li> </ul>
5. Sichere Beherrschung des Stoffflusses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung des thermodynamischen und chemischen Zustandes der eingesetzten und der entstehenden Gefahrstoffe</li> <li>• Sicheres Ein- und Ausbringen der Gefahrstoffe</li> <li>• Vermeiden ungewollter Anreicherung von Gefahrstoffen bei der Reaktion</li> <li>• Gewährleistung des ungestörten, gerichteten</li> </ul>

	Stoffflusses durch geeignete EMSR-Technik
6. Sicherstellen des sachgemäßen Umgangs mit Gefahrstoffen sowie Sichern gegen Fehlhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierung/Mechanisierung/Verriegelung</li> <li>• Anwendung ergonomisch/psychologisch geeigneter Arbeitsmethoden</li> <li>• Benutzungsfreundliche Anordnung von Funktionselementen</li> <li>• Bereitstellen geeigneter Hilfsmittel beim Ein-, Um- und Abfüllen</li> <li>• Betriebsanweisungen/-unterweisungen unter besonderer Berücksichtigung von An- und Abfahrvorgängen, Probebetrieb, Probenahme, Reinigungsarbeiten, Instandhaltungsarbeiten, vorübergehende Betriebsstilllegung</li> <li>• Sichere Ausführung von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten, auch unter Berücksichtigung des Einsatzes von Fremdpersonal</li> <li>• Verwechslungssichere Anschlüsse</li> <li>• Sichern gegen Beschädigung durch betriebsbedingte Vorgänge, z.B. Anfahrerschutz</li> <li>• Sicherstellung der betrieblichen Aufsicht</li> <li>• Sicherstellung von Ausbildung, Schulung und Training</li> </ul>
7. Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre innerhalb und außerhalb der Umschließung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierung brennbarer Stoffe</li> <li>• Vermeidung von Lufteintritt oder anderer oxidierend wirkender Stoffe</li> <li>• Konzentrationsüberwachung (Ex-Grenzen)</li> <li>• Sicherstellung der Inertisierung</li> <li>• Überwachung der Prozeßführung, insbesondere bei An- und Abfahrvorgängen, Probebetrieb</li> <li>• Geeignete konstruktive Gestaltung, um die Bildung örtlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu vermeiden, z.B. Vermeiden von Toträumen</li> <li>• Vermeiden von Undichtigkeiten</li> <li>• Sicherstellung der Belüftung</li> <li>• Sicherstellung der Absaugung</li> <li>• Vermeiden brennbarer Reinigungsmittel</li> <li>• Gewährleistung regelmäßiger und</li> </ul>

	fachgerechter Reinigung und Instandhaltung
8. Vermeiden von Zündquellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzung der Betriebstemperatur ausreichend weit unterhalb der Zündtemperatur</li> <li>• Vermeiden der Bildung entzündend wirkender Stoffe</li> <li>• Vermeiden von</li> <li>• Reibungswärme</li> <li>• elektrostatischen Aufladungen</li> <li>• offenem Feuer, mechanischen und elektrischen Funken</li> <li>• Weitere Anforderungen gem. Ex-RL</li> </ul>
9. Reduzierung der Exposition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung und gefahrlose Beseitigung von Gefahrstoffen an der Austrittsstelle</li> <li>• Vermeiden unnötiger Tätigkeiten im Gefahrenbereich, Fernbedienung, Automatisierung</li> <li>• Sicherstellung der Absaugung und Belüftung</li> <li>• Sicherstellung der Abdeckung und Einhausung</li> <li>• Alarmierung bei Überschreiten von Grenzwerten</li> </ul>
10. Räumliche Trennung der Beschäftigten vom Gefahrenbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fernbedienung, Automatisierung</li> </ul>

**Tabelle 2:** Störungsbezogene Sicherheitsanforderungen [top](#)

Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderung
1. Vorbeugender Brandschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellen von ausreichendem baulichen Brandschutz, auch gegen Brand aus benachbarten Anlagen, z.B. Wahl geeigneter Feuerwiderstandsklasse, Verwenden möglichst nicht brennbarer oder schwer entflammbarer Baustoffe, Blitzschutzanlage</li> <li>• Begrenzung der Menge brennbarer, oxidierender oder anderer brandfördernder</li> </ul>



	<p>Stoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzung der Brandlast</li> <li>• Sachgemäße Bereitstellung und Lagerung brennbarer Stoffe</li> <li>• Dichter Einschluß brennbarer Stoffe</li> <li>• Begrenzung austretender brennbarer Stoffmengen</li> <li>• Verhindern der Einwirkung von Luftsauerstoff, oxidierender oder anderer brandfördernder Stoffe auf brennbare Stoffe</li> <li>• Vorhalten geeigneter Auffangräume, z.B. für brennbare Flüssigkeiten</li> <li>• Einhalten ausreichender Schutzabstände</li> <li>• Ableitung bzw. Entfernung brennbarer Stoffe aus dem Einwirkungsbereich der Anlage</li> <li>• Verhindern des Wirksamwerdens von Zündquellen</li> <li>• Überwachung auf mögliche explosionsfähige Atmosphäre außerhalb von Umschließungen</li> <li>• Freihalten von Flucht-, Rettungs- und Angriffswegen</li> </ul>
<p>2. Abwehrender Brandschutz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten ausreichender Brandmeldeanlagen</li> <li>• Vorhalten ortsfester und ortsbeweglicher Brandbekämpfungseinrichtungen</li> <li>• Vorhalten geeigneter Löschmittel</li> <li>• Sicherstellung des ausreichenden Zugangs zur Brandbekämpfung</li> <li>• Vorhalten einer wirksamen Brandschutzorganisation (Feuerwehr)</li> <li>• Vorhalten von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen</li> </ul>
<p>3. Schutz vor den Auswirkungen von Explosionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung eines geeigneten konstruktiven Explosionsschutzes, z.B. explosionsfeste Bauweise, Explosionsunterdrückung, Explosionsabbruch, Druckentlastung</li> <li>• Vorhalten ausreichender</li> </ul>

	<p>Begrenzungseinrichtungen gegen Explosionsauswirkungen, auch aus benachbarten Anlagen, z. B Druck, Trümmerwurf, Wärmestrahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzung freigesetzter Stoffmengen</li> <li>• Sicherstellung ausreichender Schutzabstände</li> <li>• Erhalten der Funktionsfähigkeit von Einrichtungen zur Überwachung zündfähiger Stoff-Luftgemische außerhalb von Anlagen</li> </ul>
<p>4. Schutz vor den Auswirkungen durchgehender Reaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckfeste Bauweise</li> <li>• Sicherstellung der Zugabe von reaktionshemmenden Stoffen</li> <li>• Sicherstellung von Notkühlung</li> <li>• Wirksame Druckentlastung</li> <li>• Erfassung und gefahrlose Ableitung von Gefahrstoffen, z.B. Auffangbehälter, Wäscher, Neutralisationseinrichtungen, Fackelsysteme</li> </ul>
<p>5. Gewährleistung der Funktion von Alarmierungs- und Überwachungseinrichtungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter Geräte</li> <li>• Vorhalten einer ausreichenden Anzahl von Geräten</li> <li>• Sicherstellung einer sachgerechten Anordnung</li> <li>• Schutz gegen Beschädigungen</li> </ul>
<p>6. Schutz vor den Auswirkungen bei einer Freisetzung von Gefahrstoffen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung einer regelmäßigen Anlagenüberwachung</li> <li>• Sicherstellung der Konzentrationsüberwachung, z.B. in Kombination mit Alarmierungs- und NOT-AUS-Systemen</li> <li>• Einhausung</li> <li>• Gefahrloses Erfassen und Ableiten freigesetzter Gefahrstoffe</li> <li>• Bereithalten geeigneter provisorischer Dichtungseinrichtungen</li> <li>• Vorhalten geeigneter Einrichtungen zum Niederschlagen und Lenken von freigesetzten Gasen, Nebeln und Dämpfen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten geeigneter Einrichtungen zur Gefahrstoffbeseitigung, z.B. Auffanggefäße, Bindemittel</li> <li>• Vorhalten geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen</li> </ul>
7. Erhalt der Versorgung mit sicherheitstechnisch bedeutsamen Betriebsmitteln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten einer Ersatzstromversorgung</li> <li>• Vorhalten redundanter Dampf-, Luft-, Kühlmittel- und Inertisierungsmittelversorgung</li> </ul>
8. Erhalt der Wirksamkeit sicherheitstechnisch bedeutsamer Funktionselemente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten von redundanten oder diversitären Funktionselementen</li> <li>• Vorhalten von Reserveaggregaten</li> <li>• Sicherstellung einer fachgerechten Instandhaltung</li> </ul>
9. Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand, einschließlich Sichern gegen Fehlhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten geeigneter Sicherheitsabschaltungssysteme</li> <li>• Vorhalten von NOT-AUS-Systemen</li> <li>• Anwenden des Ruhesignalprinzips (Fail-Safe-Prinzip)</li> <li>• Automatisierung/Mechanisierung/Verriegelung</li> <li>• Benutzungsfreundliche Anordnung von Funktionselementen</li> <li>• Betriebsanweisungen/-unterweisungen</li> <li>• Verwechslungssichere Anschlüsse</li> <li>• Sicherstellung von Ausbildung, Schulung und Training</li> </ul>
10. Schutz vor mechanischen Beanspruchungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung ausreichender Standfestigkeit</li> <li>• Vorhalten von Einrichtungen zur Verhinderung oder Begrenzung von Trümmerflug</li> <li>• Berücksichtigung störungsbedingter Reaktionskräfte und dynamischer Belastungen</li> <li>• Schutz vor Rohrabriß</li> <li>• Vorhalten von Schutzwänden und Schutzwällen</li> <li>• Einhalten von Sicherheitsabständen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung von Druckbelastungen durch Innen- und Außendruck sowie Druckanstiegsgeschwindigkeit</li> <li>• Berücksichtigung zu hoher oder zu tiefer Temperatur</li> <li>• Berücksichtigung von Korrosionsbelastung</li> <li>• Anwendung von Korrosions- und Waddickenzuschlägen</li> </ul>
11. Gewährleistung der Handlungsfähigkeit der Beschäftigten, einschließlich der Hilfs- und Rettungsdienste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Schulungen und Übungen im Hinblick auf sicherheitsgerechtes Verhalten, z.B. anhand von Betriebsanweisungen</li> <li>• Überwachung der Gefahrstoffkonzentration</li> <li>• Vorhalten persönlicher Schutzausrüstungen</li> <li>• Absperren gefährlicher Bereiche</li> <li>• Fernhalten Unbefugter</li> </ul>
12. Gewährleistung der allgemeinen Sicherheitsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen von Betriebsanweisungen, unter Berücksichtigung möglicher Betriebsstörungen</li> <li>• Erstellen von betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen</li> <li>• Sicherstellung ausreichender Feuerwehreinsatzkräfte und Rettungsdienste</li> <li>• Sicherstellung ausreichender Erster Hilfe und ärztlicher Versorgung</li> <li>• Vorhalten geeigneter Rettungs- und Hilfsgeräte</li> </ul>
<b>Tabellen zu den Sicherheitsanforderungen bei der Verwendung von technischen Arbeitsmitteln nach Nummer 5:</b>	
<b>Anhang 3</b> zur TRGS 300	

Bei der Anwendung der Tabellen des Anhangs 3 ist darauf zu achten, ergänzt werden müssen daß die Auflistung der Sicherheitsanforderungen nicht abschließend ist. Darüber hinaus muß bei der Anwendung der Sicherheitsanforderungen auf das konkrete Arbeitsverfahren geprüft werden, welche der genannten Sicherheitsanforderungen relevant sind oder gegebenenfalls

**Tabelle 1:** Allgemeine Sicherheitsanforderungen

<b>Sicherheitsgrundsatz</b>	<b>Sicherheitsanforderung</b>
1. Ersatz gefährlicher Stoffe und Zubereitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung auf weniger gefährliche Stoffe mit dem Ziel, das Gesamtgefahrenpotential zu minimieren<sup>23</sup>, auch unter Berücksichtigung gefährlicher Nebenprodukte sowie von Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten</li> </ul>
2. Verringerung der Menge der eingesetzten Gefahrstoffe <sup>24</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der Bereitstellungsmengen</li> </ul>
3. Wahl von technischen Arbeitsmitteln, die zu einer möglichst geringen betriebsmäßigen Freisetzung von Gefahrstoffen führen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlossene Betriebsweise</li> <li>• Emissionsarme Arbeitsverfahren, z.B. Farbtauch- statt Farbspritzverfahren</li> </ul>
4. Bestimmungsgemäße Verwendung von technischen Arbeitsmitteln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualifikation der Beschäftigten, unterwiesenes Personal</li> <li>• Einsatz der Arbeitsmittel unter Beachtung der Ex-RL</li> <li>• Vermeiden von unzulässigen Beanspruchungen</li> <li>• Einhalten der zulässigen Betriebsparameter, z.B. Druck und Temperatur</li> <li>• Sicherung gegen Lösen bewegter Teile</li> </ul>
5. Sicherstellen des sachgemäßen Umgangs mit Gefahrstoffen sowie Sichern gegen Fehlhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung ergonomisch/psychologisch geeigneter Arbeitsmethoden</li> <li>• Auswahl ergonomisch gestalteter Arbeitsmittel</li> <li>• Bereitstellen geeigneter Hilfsmittel beim Ein-, Um- und Abfüllen, inklusive Pumpen und Absaugungen</li> <li>• Betriebsanweisungen/-unterweisungen unter besonderer Berücksichtigung von Reinigungs- und</li> </ul>

	<p>Instandhaltungsarbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichere Ausführung von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten, auch unter Berücksichtigung des Einsatzes von Fremdpersonal</li> <li>• Sicheres Ein- und Ausbringen der Gefahrstoffe, z.B. durch Verwechslungssichere Anschlüsse; Eingangskontrolle .</li> <li>• Sichern gegen Beschädigung durch betriebsbedingte Vorgänge</li> <li>• Sicherstellung der betrieblichen Aufsicht</li> <li>• Sicherstellung von Ausbildung, Schulung und Training</li> <li>• Bereitstellen persönlicher Schutzausrüstung</li> <li>• Kennzeichnung von Behältern</li> </ul>
<p>6. Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre beim Einsatz der technischen Arbeitsmittel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierung brennbarer Stoffe</li> <li>• Konzentrationsüberwachung (Ex-Grenzen)</li> <li>• Vermeiden von Undichtigkeiten</li> <li>• Sicherstellung der Belüftung</li> <li>• Sicherstellung der Absaugung</li> <li>• Vermeiden brennbarer Reinigungsmittel</li> <li>• Gewährleistung regelmäßiger und fachgerechter Reinigung und Instandhaltung</li> </ul>
<p>7. Vermeiden von Zündquellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzung der Betriebstemperatur ausreichend weit unterhalb der Zündtemperatur</li> <li>• Vermeiden von <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reibungswärme</li> <li>○ elektrostatischen Aufladungen</li> <li>○ offenem Feuer, mechanischen und elektrischen Funken</li> </ul> </li> <li>• Weitere Anforderungen gem. Ex-RL</li> </ul>
<p>8. Reduzierung der Exposition</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung und gefahrlose Beseitigung von Gefahrstoffen an der Austrittsstelle</li> <li>• Vermeiden unnötiger Tätigkeiten im Gefahrenbereich</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellen der Absaugung und Belüftung</li> <li>• Sicherstellen der Abdeckung und Einhausung</li> <li>• Alarmierung bei Überschreiten von Grenzwerten</li> <li>• Bereitstellung und Einsatz geeigneter persönlicher Schutzausrüstung</li> </ul>
9. Räumliche Trennung der Beschäftigten vom Gefahrenbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fernbedienung, Automatisierung</li> </ul>

**Tabelle 2:** Störungsbezogene Sicherheitsanforderungen

<b>Sicherheitsgrundsatz</b>	<b>Sicherheitsanforderung</b>
1. Vorbeugender Brandschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellen von ausreichendem baulichen Brandschutz, auch gegen Brand aus benachbarten Anlagen, z.B. Wahl geeigneter Feuerwiderstandsklasse, Verwenden möglichst nicht brennbarer oder schwer entflammbarer Baustoffe, Blitzschutzanlage</li> <li>• Begrenzung der Menge brennbarer, oxidierender oder anderer brandfördernder Stoffe</li> <li>• Begrenzung der Brandlast</li> <li>• Sachgemäße Bereitstellung und Lagerung brennbarer Stoffe</li> <li>• Dichter Einschluß brennbarer Stoffe</li> <li>• Begrenzung austretender brennbarer Stoffmengen</li> <li>• Verhindern der Einwirkung von Luftsauerstoff, oxidierender oder anderer brandfördernder Stoffe auf brennbare Stoffe</li> <li>• Vorhalten geeigneter Auffangräume, z.B. für brennbare Flüssigkeiten</li> <li>• Einhalten ausreichender Schutzabstände</li> <li>• Ableitung bzw. Entfernung brennbarer Stoffe aus dem</li> </ul>

	<p>Einwirkungsbereich der Anlage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhindern des Wirksamwerden von Zündquellen</li> <li>• Überwachung auf mögliche explosionsfähige Atmosphäre außerhalb von Umschließungen</li> <li>• Freihalten von Flucht-, Rettungs- und Angriffswegen</li> </ul>
<p>2. Abwehrender Brandschutz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten ausreichender Brandmeldeanlagen</li> <li>• Vorhalten ortsfester und ortsbeweglicher Brandbekämpfungseinrichtungen</li> <li>• Vorhalten geeigneter Löschmittel</li> <li>• Sicherstellung des ausreichenden Zugangs zur Brandbekämpfung</li> <li>• Vorhalten einer wirksamen Brandschutzorganisation (Feuerwehr)</li> <li>• Vorhalten von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen</li> </ul>
<p>3. Gewährleistung der Funktion von Alarmierungs- und Überwachungseinrichtungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter Geräte</li> <li>• Vorhalten einer ausreichenden Anzahl von Geräten</li> <li>• Sicherstellung einer sachgerechten Anordnung</li> <li>• Schutz gegen Beschädigungen</li> </ul>
<p>4. Schutz vor den Auswirkungen bei einer Freisetzung von Gefahrstoffen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Konzentrationsüberwachung</li> <li>• Einhausung</li> <li>• Gefahrloses Erfassen und Ableiten freigesetzter Gefahrstoffe</li> <li>• Bereithalten geeigneter provisorischer Dichtungseinrichtungen</li> <li>• Vorhalten geeigneter Einrichtungen zur Gefahrstoffbeseitigung, z.B. Auffanggefäße, Bindemittel</li> <li>• Vorhalten geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen</li> </ul>



