

Sichere Technik

Schlauchleitungen

Sicherer Einsatz



T 002
DGUV Information 213-053
Stand: Juli 2018

VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

Die **VISION ZERO** ist die Vision einer Welt ohne Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen. Höchste Priorität hat dabei die Vermeidung tödlicher und schwerer Arbeitsunfälle sowie Berufskrankheiten. Eine umfassende Präventionskultur hat die **VISION ZERO** zum Ziel.



Nähere Informationen zur **VISION ZERO**-Präventionsstrategie finden Sie unter www.bgrci.de/praevention/vision-zero.

In diesem Merkblatt besonders angesprochener Erfolgsfaktor:
„Maschinen, Technik, Anlagen – sicher und gesund“

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Rechtsgrundlagen	8
3 Risikoanalyse und -bewertung/Gefährdungsbeurteilung.....	9
3.1 Risikoanalyse und -bewertung des Herstellers	9
3.1.1 Allgemeines.....	9
3.1.2 Checkliste zur Risikoanalyse und -bewertung – Beispiel.....	10
3.2 Gefährdungsbeurteilung des Betreibers	10
3.2.1 Rechtsgrundlagen	10
3.2.2 Durchführung	11
3.2.3 Gefährdungskatalog.....	11
4 Beschaffenheitsanforderungen.....	14
4.1 Schläuche	14
4.2 Schlaucharmaturen.....	17
4.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	17
4.2.2 Befestigungsarten	18
4.2.3 Spezialarmaturen und Überwachungssysteme.....	20
4.3 Schlauchleitungen.....	23
4.4 Vermeiden gefährlicher elektrostatischer Aufladungen von Schläuchen/Schlauchleitungen	30
4.4.1 Aufladung von Schläuchen	30
4.4.2 Anforderungen an Schlauchleitungen (Schlauch mit Armaturen) in explosionsgefährdeten Bereichen	30
4.4.3 Leitfähige, ableitfähige und isolierende Schläuche und Schlauchleitungen	31
4.4.4 Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten nach DIN EN 12115 oder DIN EN ISO 6134.....	32
4.4.5 Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schlauchleitungen nach DIN EN 13765	34
4.4.6 Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen.....	34
4.5 Kennzeichnung	35
4.5.1 Kennzeichnung von Schläuchen (durch den Hersteller).....	36
4.5.2 Kennzeichnung der Armaturen von Schlauchleitungen (durch den Hersteller)	36
4.5.3 Kennzeichnung der Schlauchleitungen (durch den Konfektionär)	37
4.6 Prüfung und Dokumentation durch den Hersteller der Schlauchleitung	37
4.6.1 Überprüfung der Dokumentation.....	38
4.6.2 Äußere Prüfung.....	40
4.6.3 Prüfung des elektrischen Widerstands.....	40
4.6.4 Druckprüfungen (Festigkeitsprüfungen).....	40
5 Auswahl und Beschaffung	42
5.1 Schlauchleitung oder Rohrleitung	42
5.2 Planung.....	42
5.3 Auswahl einer geeigneten Schlauchleitung	42
5.4 Beschaffung einer Schlauchleitung.....	42
6 Betrieb von Schlauchleitungen	45
6.1 Allgemeines.....	45
6.2 Lagerung	45
6.3 Technische Schutzmaßnahmen beim Betreiben	46
6.3.1 Handhabung von Schlauchleitungen	46
6.3.2 Weitere Hinweise für den Umgang	50
6.3.3 Zusätzliche Hinweise für den Umgang mit Schlauchleitungen für Dampf und Heißwasser.....	51
6.3.4 Umbau und Instandsetzung	52
6.4 Organisatorische Maßnahmen.....	52
6.4.1 Betriebsanweisung, Unterweisung.....	52
6.4.2 Vermeiden von Verwechslungen	53
6.4.3 Schlauchfachwerkstatt	53

Hersteller

Betreiber

Betreiber ↑ ↓	7	Prüfungen nach Betriebssicherheitsverordnung	54
	7.1	Allgemeine Grundsätze	54
	7.2	Schlauchleitungen als Arbeitsmittel	54
	7.2.1	Prüfungen vor der Inbetriebnahme	54
	7.2.2	Wiederkehrende Prüfungen	55
	7.2.3	Dokumentation	58
	7.2.4	Vorgehen bei Mängeln	60
	7.3	Schlauchleitungen in überwachungsbedürftigen Anlagen	60
		Anhang 1: Fachbegriffe	70
		Anhang 1a: Übertragung von Prüfaufträgen an zur Prüfung befähigte Personen – Muster	74
	Anhang 1b: Abnahmeprüfzeugnis 3.1	75	
	Anhang 1c: Prüfbescheinigung	76	
	Anhang 2: Transportlaufzettel für gebrauchte Schlauchleitungen – Beispiel	77	
	Anhang 3: Bestelltext für Schlauchleitungen – Beispiel	79	
	Anhang 4a: Checkliste 1 für Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme von Schlauchleitungen	80	
	Anhang 4b: Checkliste 2 für Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme und für wiederkehrende Prüfungen von Schlauchleitungen (zu Sichtprüfungen siehe Anhang 5)	81	
	Anhang 5: Sichtprüfungen – Empfehlungen	82	
	Anhang 6: Literaturverzeichnis	83	
	Bildnachweis	86	

1 Anwendungsbereich

Schlauchleitungen¹ kommen zum Einsatz, wenn Verbindungen zwischen stationären und beweglichen Betriebseinrichtungen notwendig sind bzw. eine Anschlussseite ortsbeweglich sein muss. Besonders in der chemischen Industrie, wo Stoffe mit ganz unterschiedlichen Gefährlichkeitsmerkmalen transportiert werden müssen, ist die Sicherheit der Schlauchleitung von herausragender Bedeutung.

> Dieses Merkblatt gilt für den Einsatz von Schlauchleitungen² aus

- Schlauchen aus Elastomeren und Thermoplasten,
- Folienwickelschläuchen,
- nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen und
- gewellten Metallschläuchen.

> Das Merkblatt beschreibt technische und organisatorische Maßnahmen für den sicheren Einsatz von Schlauchleitungen, die zur Förderung von Stoffen unter gefährdenden Bedingungen eingesetzt werden. Dabei sind besondere Anforderungen nach Druckgeräterichtlinie und Betriebssicherheitsverordnung³ berücksichtigt.

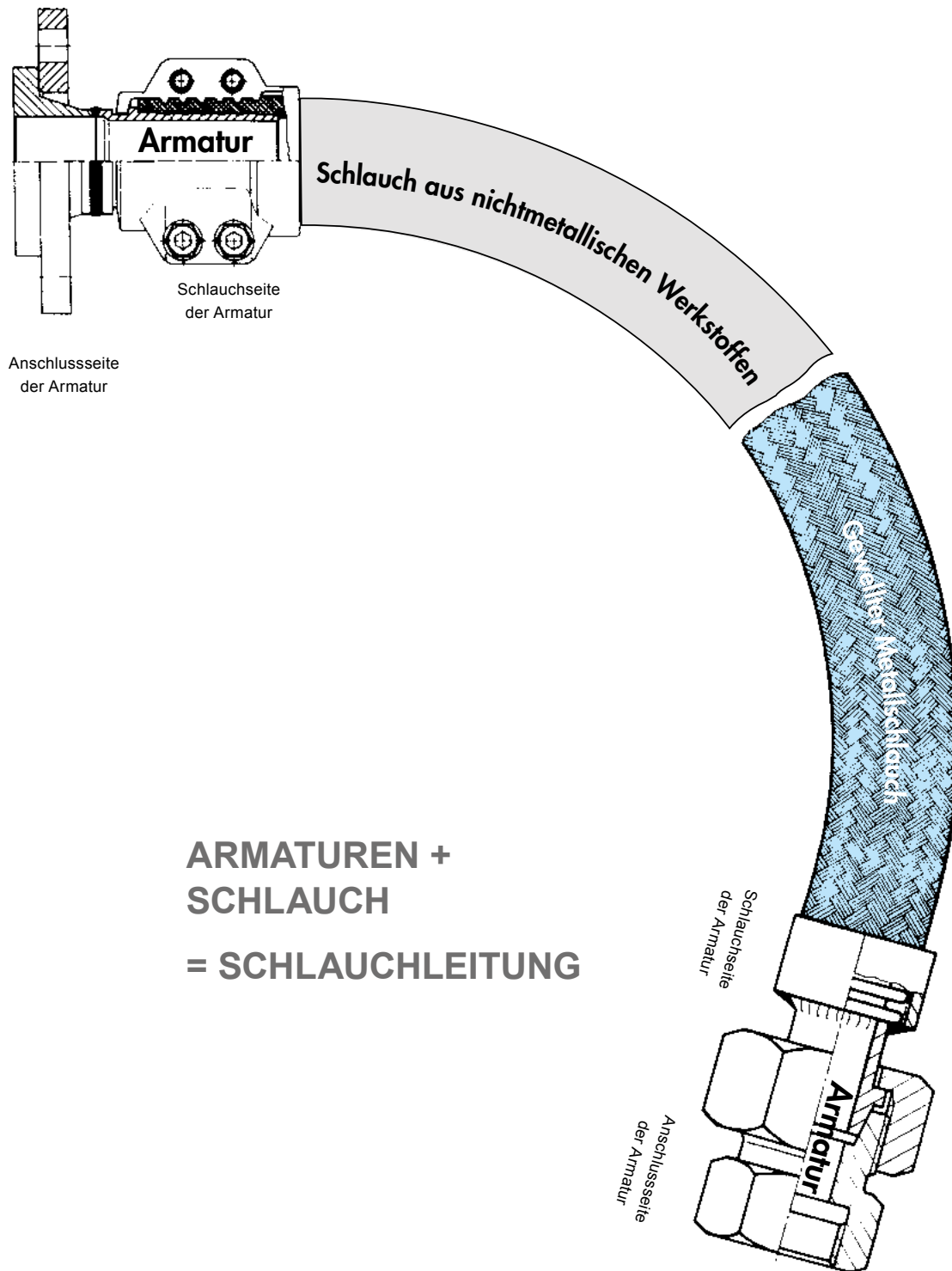
> Nicht behandelt werden

- Atemluftschlauchleitungen,
- Hydraulik-Schlauchleitungen,
- Schlauchleitungen für Schweißgase,
- Schlauchleitungen aus gewellten Metallwellschläuchen, die als Begleitheizungen mit Dampf oder Heißwasser betrieben werden und fest eingebaut sind,
- Feuerwehrschräuche,
- Schlauchleitungen für Kältemittel,
- Schlauchleitungen für Sauerstoff,
- als Kompensatoren eingesetzte Schlauchleitungen.

1 Schläuche, die beidseitig in Schlaucharmaturen eingebunden oder eingeschweißt sind; eingebundene Schlaucharmaturen dürfen sich nur mit einem Werkzeug lösen lassen.

2 Zur Farbkennzeichnung im Text siehe auch Seite 18 unten.

3 Siehe Anhang 6 Nr. 2, 6, 7 – siehe auch Abschnitt 2 dieses Merkblatts.



**ARMATUREN +
SCHLAUCH
= SCHLAUCHLEITUNG**

Abbildung 1: Bestandteile einer Schlauchleitung (zur Kennzeichnung siehe Abschnitt 5 dieses Merkblatts).

- > Schläuche und Schlauchleitungen, die im Labor oder in labornahen Bereichen zur Anwendung kommen, sind gemäß der DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ beziehungsweise der TRGS „Laboratorien“ (TRGS 526)⁴ zu behandeln.
- > Bei Schlauchleitungen, die keinem Regelwerk unterliegen, ist unter Berücksichtigung von Betriebserfahrungen und Gefährdungspotential sinngemäß zu verfahren.
- > Das Merkblatt wendet sich mit den Abschnitten 3.1 und 4 insbesondere an Hersteller von Schläuchen, Armaturen und Schlauchleitungen.
- > Mit den übrigen Abschnitten werden sowohl die betrieblichen Vorgesetzten als auch die Mitarbeiter angesprochen, die mit der Auswahl, dem Umgang und der Überwachung der Schlauchleitungen betraut sind. Es kann als Anleitung herangezogen werden
 - zur Beurteilung der Gefährdungen und zur Festlegung der im Einzelfall erforderlichen Schutzmaßnahmen,
 - zur Auswahl einer geeigneten Schlauchleitung,
 - zur richtigen Handhabung beim Betreiber,
 - für Konfektionieren und Instandsetzen durch Fachbetriebe,
 - zur Ermittlung von Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen (§ 3 Abs. 6 der Betriebssicherheitsverordnung),
 - zur Ausarbeitung der Betriebsanweisung (z. B. nach § 12 Abs. 2 der Betriebssicherheitsverordnung und § 14 Abs. 1 der Gefahrstoffverordnung⁵),
 - zur Durchführung der regelmäßigen arbeitsplatzbezogenen mündlichen Unterweisungen (z. B. nach § 4 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“, § 12 Abs. 1 der Betriebssicherheitsverordnung und § 14 Abs. 2 der Gefahrstoffverordnung⁶).

4 Siehe Anhang 6 Nr. 11

5 Siehe Anhang 6 Nr. 2; 9

6 Siehe Anhang 6 Nr. 14; 2; 9

2 Rechtsgrundlagen

Grundlegende Regelungen für Schlauchleitungen:

- > Beschaffenheit: Europäische Richtlinie über Druckgeräte (Druckgeräterichtlinie),
- > Betrieb: Betriebssicherheitsverordnung.

Einen Überblick über die jetzt beim Umgang mit Schlauchleitungen anzuwendenden Vorschriften und Regeln gibt die folgende Tabelle. Einschlägige Normen sind in Anhang 6, Abschnitt 3 dieses Merkblatts aufgelistet.

In der folgenden Tabelle sind Zitate aus Vorschriften und Regeln *kursiv* gedruckt.

Staatliche Vorschriften und Regeln	
Regelwerk	Anforderungen
Druckgeräteverordnung 14. VO zum Produktsicherheitsgesetz (Umsetzung der Europäischen Richtlinie über Druckgeräte 2014/68/EU – Druckgeräterichtlinie)	Siehe Abschnitt 5.4 dieses Merkblatts.
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)	Regelt den Betrieb von Schlauchleitungen als Arbeitsmittel und als überwachungsbedürftige Anlage (siehe auch Abschnitt 6 dieses Merkblatts).
„Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (TRGS 727)	Anforderungen zur Ableitung elektrostatischer Aufladungen 4.9 Rohre und Schläuche für Flüssigkeiten 6.4 Rohre und Schläuche für Schüttgüter

Tabelle 1: Rechtsgrundlagen

3 Risikoanalyse und -bewertung/ Gefährdungsbeurteilung

3.1 Risikoanalyse und -bewertung des Herstellers

Unter Berücksichtigung der Betriebsweise/Betriebszustände (Druck, Temperatur, Fluid) der Schlauchleitung hat der Hersteller eine Risikoanalyse und -bewertung durchzuführen. Dabei können individuelle Checklisten helfen.

3.1.1 Allgemeines

Nach Anhang I Vorbemerkung Absatz 3 der Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte (Druckgeräterichtlinie)⁷ ist der Hersteller verpflichtet, eine Risikoanalyse und -bewertung durchzuführen, um die mit der Schlauchleitung verbundenen druckbedingten Gefahren zu ermitteln. Er muss die Schlauchleitung unter Berücksichtigung dieser Risikoanalyse und -bewertung auslegen und bauen.

Nach Anhang I Nr. 1.2 der Druckgeräterichtlinie hat der Hersteller bei der Wahl der angemessenen Lösung folgende Grundsätze in der angegebenen Reihenfolge zu beachten:

- > Abwendung oder Verminderung der Gefahren, soweit dies nach vernünftigem Ermessen möglich ist;
- > Anwendung von geeigneten Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren;
- > gegebenenfalls Unterrichtung der Benutzer über die Restgefahren und Hinweise auf geeignete besondere Maßnahmen zur Verringerung der Risiken bei der Installation und/oder der Benutzung.

Basis für die Risikoanalyse und -bewertung ist die vorgesehene Betriebsweise einer Schlauchleitung. Zur Festlegung der vorgesehenen Betriebsweise muss die Kenntnis des Prozesses vorhanden sein, in welchen die Schlauchleitung integriert wird; ggf. ist eine Rücksprache mit dem Betreiber erforderlich. Daraus leiten sich dann die Auslegungsbedingungen (Betriebsweise, Druck, Temperatur, Medium, usw.), die Anforderungen an die Werkstoffe sowie ggf. weitere betriebsspezifische Anforderungen ab. Diese Parameter bilden in Summe die Randbedingungen für Auslegung, Konstruktion und Fertigung einer Schlauchleitung.

Der Hersteller hat für alle Schlauchleitungen eine Betriebsanleitung mitzuliefern⁸, die insbesondere auf die maximal zulässigen Betriebsdaten und die Beständigkeit eingeht. Steht die Betriebsanleitung z. B. im Katalog oder auf der Internetseite des Herstellers, genügt ein Hinweis darauf in den Lieferpapieren.

Die Druckgeräterichtlinie enthält keine verbindlichen Aussagen über Art, Umfang oder Form der Dokumentation der Risikoanalyse und -bewertung. Unter dem Aspekt der Produkthaftung kann jedoch die ausführliche Dokumentation der Risikoanalyse und -bewertung zweckdienlich sein.

Ist die Möglichkeit einer unsachgemäßen Verwendung bekannt oder vorhersehbar, sind Schlauchleitungen so auszulegen, dass der Gefahr aus einer derartigen Verwendung vorgebeugt wird. Ist dies nicht möglich, muss der Hersteller den Betreiber vor einer unsachgemäßen Verwendung der Schlauchleitungen warnen. Restgefahren und Schutzmaßnahmen sind in der Betriebsanleitung zu beschreiben. Diese gewinnt somit auch unter dem Aspekt der Produkthaftung zunehmend an Bedeutung.

⁷ Siehe Anhang 6 Nr. 6

⁸ § 4 Abs. 1 Nr. 2 der Druckgeräteverordnung (Betriebsanleitung ist gleichzusetzen mit Benutzungsanweisung, Benutzungsanleitung), siehe Anhang 6 Nr. 7.

3.1.2 Checkliste zur Risikoanalyse und -bewertung – Beispiel

Die Risikoanalyse und -bewertung nach Anhang I der Druckgeräterichtlinie sollte anhand einer Checkliste durchgeführt werden.

Gefahr	Beispiele für die in der Betriebsanleitung anzugebenden Daten/ Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Innen- und Außendruck Festigkeit der Schlauchleitung, der Einbauteile und der Verbindungselemente 	<ul style="list-style-type: none"> → Maximal zulässiger Druck der Schlauchleitung unter Berücksichtigung der Angaben der Hersteller von Schlauch und Armaturen (besonders beachten bei Vakuumbetrieb und bei doppelwandigen Schläuchen)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Umgebungs- und Betriebstemperaturen Unzulässige Temperatureinwirkung auf die Schlauchleitung, die An- und Einbauteile 	<ul style="list-style-type: none"> → Minimal und maximal zulässige Temperatur der Schlauchleitung unter Berücksichtigung der Angaben der Hersteller von Schlauch und Armaturen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mechanische Gefahren z. B. durch: <ul style="list-style-type: none"> → Belastung durch Eigengewicht, Füllung, Knickstellen an den Anschlüssen bzw. Aufhängungen → Nichteinhaltung der zulässigen Mindestbiegeradien der Schlauchleitung → Überfahren der Schlauchleitung mit Flurförderzeugen; Quetschung der Schlauchleitung erzeugt bleibende Verformungen (max. zulässige bleibende Verformung: 5 %). 	<ul style="list-style-type: none"> → Belastungen vermeiden, z. B. durch Handhabungshilfen → Mindestbiegeradius von ... einhalten → Überfahren ausschließen, z. B. durch Schlauchbrücken
<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosion, Erosion, Abrasion 	<ul style="list-style-type: none"> → Hinweis auf Beständigkeitslisten → Stoffe, für die die Schlauchleitung geeignet ist → Reinigungsmittel, die verwendet werden dürfen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Wechselbeanspruchung (dynamische Beanspruchung, Druck, Temperatur) 	<ul style="list-style-type: none"> → Schlauchleitung nach dem Betrieb vollständig entspannen und entleeren → Schädliche Bewegungen vermeiden → Dampfschlauchleitungen: Betrieb mit überhitztem (trockenem) Dampf vermeiden

Tabelle 2: Checkliste Risikoanalyse und -bewertung – Beispiel

3.2 Gefährdungsbeurteilung des Betreibers

Der Betreiber einer Schlauchleitung muss Gefährdungen ermitteln, Schutzmaßnahmen und Prüfungen festlegen.

3.2.1 Rechtsgrundlagen

Entsprechend § 3 der Betriebssicherheitsverordnung⁹ hat der Unternehmer eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Dabei hat er unter Berücksichtigung¹⁰

- > von § 5 des Arbeitsschutzgesetzes,
- > von § 6 der Gefahrstoffverordnung sowie
- > der allgemeinen Grundsätze von § 4 des Arbeitsschutzgesetzes

die notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung von Schlauchleitungen zu ermitteln. Das betrifft auch Schlauchleitungen, die im Folgenden nicht gesondert angesprochen werden.

Es sind insbesondere die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung der Schlauchleitungen selbst verbunden sind sowie solche, die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln (z. B. Flurförderzeuge), mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

⁹ Siehe Anhang 6 Nr. 2

¹⁰ Siehe Anhang 6 Nr. 1; 9

Zusätzlich sind Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen und Prüffristen zu ermitteln (siehe Abschnitt 7 dieses Merkblatts).

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind sicherheitstechnisch relevante Angaben aus der Betriebsanleitung¹¹ des Herstellers zu berücksichtigen, z. B.

- > sachgemäße Montage der Schlauchleitung in der Anlage,
- > Inbetriebnahme,
- > Betrieb,
- > Wartung und Inspektion sowie ggf.
- > Hinweise auf mögliche unsachgemäße Verwendung, sofern einer derartigen Verwendung nicht bereits durch Auslegung/technische Maßnahmen vorgebeugt wird.

In besonderen Fällen kann es zweckmäßig sein, die detaillierte Risikoanalyse und -bewertung des Herstellers heranzuziehen.

Bei der Ermittlung der druckbedingten Gefährdungsfaktoren und der Ableitung entsprechender Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung können zusätzlich zu dem Gefährdungskatalog in Abschnitt 3.2.3 dieses Merkblatts die im Technischen Regelwerk beschriebenen Schutzzielanforderungen und beispielhafte sicherheitstechnische Lösungen herangezogen werden. Weitere Hinweise enthält Abschnitt 6 des Merkblatts T 024 „Leitfaden Druckgeräte“¹².

Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren (§ 6 des Arbeitsschutzgesetzes, § 6 Abs. 8 der Gefahrstoffverordnung, § 3 Abs. 3 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“¹³).

3.2.2 Durchführung

Weder Betriebssicherheitsverordnung noch Arbeitsschutzgesetz regeln, wie die Gefährdungsbeurteilung im Einzelnen durchzuführen und zu dokumentieren ist. Möglich ist das z. B. auch im Rahmen von Betriebsbegehungen oder Anlagenbetrachtungen. Hinweise und Hilfsmittel enthält das Merkblatt A 016¹⁴.

3.2.3 Gefährdungskatalog

In diesem Abschnitt sind die wesentlichen Gefährdungen zusammengestellt und durch beispielhafte Schutzmaßnahmen ergänzt. Für detaillierte Informationen wird auf die folgenden Abschnitte verwiesen.

Bedeutung der Symbole:

- Gefährdung
- Schutzmaßnahmen

1 Beschaffung von Schlauchleitungen

- **Schlauchleitung entspricht nicht dem Stand der Technik**
- **Schlauchleitung entspricht nicht den Anforderungen des Benutzers**
 - Beschaffung organisieren (Abschnitt 5.4)
 - Beständigkeit der Schlauch- und Armaturenwerkstoffe unter Betriebsbedingungen berücksichtigen (Abschnitte 4.1, 5.3)
 - Einbaubedingungen berücksichtigen (Abschnitte 5.2, 5.3)

¹¹ Betriebsanleitung ist gleichzusetzen mit Benutzungsanweisung, Benutzungsanleitung.

¹² Siehe Anhang 6 Nr. 23

¹³ Siehe Anhang 6 Nr. 1; 9, 14

¹⁴ Siehe Anhang 6 Nr. 18

2 Konfektionieren von Schlauchleitungen

- **Ungeeignete Schläuche**
 - Normgerechte Schläuche verwenden (Abbildung 2)
 - Kennzeichnung der Schläuche beachten (Abschnitt 4.5.1)
- **Ungeeignete Armaturen**
 - Normgerechte Armaturen verwenden (Abschnitt 4.2.1)
 - Kennzeichnung der Armaturen beachten (Abschnitt 4.5.2)
- **Unsachgemäßes Konfektionieren der Armaturen**
 - Sachgerecht konfektionieren (Abschnitt 4.3)
 - Zulässige Befestigungsart wählen (Abschnitt 4.2.2)
 - Ableitung elektrostatischer Aufladungen sicherstellen (Abschnitte 4.2.1, 4.4)
 - Auf Qualitätssicherung achten (Abschnitt 5.4)
- **Mangelhafte Prüfung und Dokumentation**
 - Schlauchleitungen prüfen (Abschnitt 4.6)
 - Dokumentation erstellen (Abschnitt 4.6)

3 Prüfung von Schlauchleitungen

- **Prüfern fehlen Kenntnisse und Erfahrungen**
 - Geeignete Personen auswählen und unterweisen/ausbilden (Abschnitt 7.1; Anhang 1: Zur Prüfung befähigte Personen)
- **Unzureichender Prüfumfang**
 - Inhalt und Ablauf der Prüfungen schriftlich festlegen (Abschnitt 7; Anhänge 4, 5)
 - Prüfungen dokumentieren (Abschnitt 7.2.4; Anhänge 1b, 1c)
- **Zu lange Prüffristen**
 - Prüffristen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ermitteln (Hinweise in Tabellen 10.1 –10.3)

4 Betrieb von Schlauchleitungen

- **Falsche Auswahl von Schlauchleitungen für den Einzelfall**
 - Anforderungen in der Betriebsanweisung festlegen (Abschnitt 6.4.1)
 - Kennzeichnung der Schlauchleitung beachten (Abschnitt 4.5.3)
- **Einsatz und Weiterbetrieb beschädigter Schlauchleitungen**
 - Äußere Prüfungen durchführen
 - Beschädigte Schlauchleitungen der Benutzung entziehen (Abschnitt 6.3.4)
- **Einsatz von nicht sachgemäß instandgesetzten Schlauchleitungen**
 - Ablauf der Instandsetzung prüfen
 - Prüfung nach der Instandsetzung sicherstellen (Abschnitt 7.2)
- **Elektrostatische Aufladungen**
 - Erdung sicherstellen – siehe auch Abschnitt 6.3.2 dieses Merkblatts sowie TRGS 727
 - Wirksamkeit der Erdung regelmäßig prüfen
- **Falsches Verlegen der Schlauchleitungen**
 - Sachgemäßes Verlegen in der Betriebsanweisung beschreiben (Abschnitte 6.3.1, 6.4.1)
 - Kodierungssysteme verwenden (Abschnitt 4.2.3.3)

■ **Verwechslung von Schlauchleitungen**

- Schlauchleitungen gut erkennbar und unverwechselbar kennzeichnen (Abschnitt 6.4.2)
- Kennzeichnung in der Betriebsanweisung ansprechen (Abschnitt 6.4.1)
- Kodierungssysteme verwenden (Abschnitt 4.2.3.3)
- Gegebenenfalls Sicherheitskupplungen einsetzen (Abschnitt 4.2.3.3)

■ **Sonstige organisatorische Mängel**

- Zentrale Verwaltung für Schlauchleitungen einrichten (z. B. Überwachung der Prüftermine, Ausfall- und Störungsanalysen)

5 Reinigung von Schlauchleitungen

■ **Ungeeignete Reinigungsmittel**

- Reinigungsmittel in der Betriebsanweisung benennen, Hinweise des Herstellers beachten (Abschnitt 6.4.1)

■ **Nicht nachvollziehbarer Ablauf**

- Reinigungsablauf nachvollziehbar gestalten und dokumentieren (Anhang 2)

6 Lagerung von Schlauchleitungen

■ **Falsche Lagerung**

- Schlauchleitungen sachgerecht lagern (Abschnitt 6.2)

■ **Lagerdauer**

- Schlauchleitungen nach einer Lagerzeit von drei oder mehr Jahren vor der Benutzung einer wiederkehrenden Prüfung unterziehen (Abschnitt 6.2 letzter Absatz)

Der Katalog ergänzt die im Merkblatt A 017¹⁵ abgedruckten allgemeinen Prüflisten.

¹⁵ Siehe Anhang 6, Nr. 19

4 Beschaffenheitsanforderungen

4.1 Schläuche

Schlauchwerkstoffe müssen unter Betriebsbedingungen gegen die Durchflusstoffe beständig sein.

Von entscheidender Bedeutung bei der Auswahl von Schlauchwerkstoffen ist deren Beständigkeit gegen die Durchflusstoffe. Flüssige oder gasförmige Stoffe können in den Schlauchwerkstoff eindringen, auf ihn einwirken bzw. mit ihm reagieren:

- **Physikalische Einwirkungen**
 - > Bei nichtmetallischen Werkstoffen können der Durchflusstoff bzw. dessen Bestandteile in den Schlauchwerkstoff eindringen (Permeation) und z. B. Weichmacher oder Alterungsschutzmittel auslaugen. Als Folge ändern sich die Eigenschaften des Schlauchwerkstoffes, z. B. Härte, Zugfestigkeit, Dehnung (siehe auch Abschnitt 6.3.3 dieses Merkblatts unter „popcorning“).
 - > Mechanische Einwirkungen innen und außen können die Schlauchleitung schädigen.
- **Chemische Einwirkungen**
 - > Bei nichtmetallischen Werkstoffen können eindringende Stoffe (Permeation) das Trägermaterial angreifen und so die Druckfestigkeit verringern.
 - > Bei nichtmetallischen Werkstoffen können der Durchflusstoff bzw. dessen Bestandteile mit dem Schlauchwerkstoff reagieren und dessen chemische Struktur ändern. Als Folge ändern sich die mechanischen Eigenschaften. Bei **Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen** kann Korrosion zu Undichtheiten führen.

Wesentlich ist, dass für jeden Durchflusstoff eine Schlauchleitung mit geeigneten, d.h. beständigen Werkstoffen der Schlauchinnenschicht gewählt wird. Besonders zu berücksichtigen ist auch die Betriebstemperatur, da die Aggressivität vieler Stoffe mit der Temperatur zunimmt.

Orientierende Hinweise auf die Beständigkeit der Innenschichten von **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten** gibt die unten stehende Tabelle 3. Ergänzende Angaben nach DIN EN 12115 Tabelle F.2 sowie nationaler Anhang NA 1¹⁶.

Die Außenschicht von **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten**, **Folienwickelschläuchen** und **nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen** besteht meist aus unterschiedlichen Werkstoffen, um den jeweiligen Anforderungen gerecht zu werden. Sie müssen insbesondere auch gegen Umgebungseinflüsse beständig sein, z. B. Witterung, Ozon, Abrieb.

In schwarzer Schrift auf weißem Grund gedruckte Texte treffen für alle Schläuche/Schlauchleitungen zu. Texte, die nur für einzelne Schlauchtypen/Schlauchleitungstypen zutreffen, sind durch Farbraster gekennzeichnet:

Zusätzliche Hinweise für **Schläuche/Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten**

Zusätzliche Hinweise für **Schläuche/Schlauchleitungen aus Folienwickelschläuchen**

Zusätzliche Hinweise für **Schläuche/Schlauchleitungen aus nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen**

Zusätzliche Hinweise für **Schläuche/Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen**

¹⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 44










Werkstoff	NBR 1	NBR 2	NBR 3	NR	II R	EPDM	CSM	FKM/ FPM	PE-X/ UPE	Fluor- Kunst- stoffe ¹⁷
Farbenkenn- zeichnung nach Tab. 4 DIN EN 12115	gelb 	blau 	weiß 	... ¹⁸						... ¹⁹ 
Ester	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+
Ketone	–	–	–	O	+	+	–	–	+	+
Alkohole	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aliphatische KW	+	+	+	–	–	–	O	+	+	+
Aromatische KW	–	O	–	–	–	–	–	+	+	+
CKW	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+
Säuren schwach	O	O	O	+	+	+	+	+	+	+
Säuren stark	–	–	–	O	O	O	O	O	+	+
Laugen schwach	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Laugen stark	–	–	–	O	+	+	+	O	+	+
Salzlösungen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
kalt gesättigt										
Mineralöle	+	+	+	–	–	–	O	+	+	+
Aldehyde aq.	O	O	O	+	+	+	+	–	+	+
Amine aq.	O	O	O	O	O	O	O	–	+	+
Aldehyde	–	–	–	–	+	+	O/–	–	+	+
Amine	–	–	–	–	O	O	O/–	–	+	+
+ = beständig bei Raumtemperatur O = bedingt beständig – = nicht beständig										

Tabelle 3: Beispiele zur Vorauswahl des Schlauchmaterials anhand der Medienbeständigkeit von Schlauchwerkstoffen

Die Auswahl muss aufgrund von Medium, Betriebsdruck, Betriebstemperatur und Betriebsdauer gemäß Herstellerangaben erfolgen. Ggf. ist die Beständigkeit durch Tests zu ermitteln.

¹⁷ z. B. PTFE, PFA, FEP – Kein Kurzzeichen festgelegt.

¹⁸ Keine Farbe empfohlen.

¹⁹ Blau-weiß und eine dritte Farbe.