

T 002



Sichere Technik

Schlauchleitungen

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Diese Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmerinnen oder Unternehmer nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin oder der Unternehmer“ verwendet wird.

Ausgabe 1/2025 (Überarbeitung der Ausgabe 07/2018)

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Fachbegriffe	7
3 Rechtsgrundlagen	13
4 Risikoanalyse und -bewertung/Gefährdungsbeurteilung.....	14
4.1 Risikoanalyse und -bewertung des Herstellers	14
4.1.1 Allgemeines.....	14
4.1.2 Checkliste zur Risikoanalyse und -bewertung – Beispiel.....	15
4.2 Gefährdungsbeurteilung des Betreibers	15
4.2.1 Rechtsgrundlagen	15
4.2.2 Durchführung	17
4.2.3 Gefährdungskatalog.....	17
5 Beschaffenheitsanforderungen.....	20
5.1 Schläuche	20
5.2 Schlaucharmaturen/-kupplungen	24
5.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	24
5.2.2 Befestigungsarten	24
5.2.3 Spezialarmaturen und Überwachungssysteme.....	27
5.3 Schlauchleitungen.....	30
5.4 Vermeiden gefährlicher elektrostatischer Aufladungen von Schläuchen/Schlauchleitungen	36
5.4.1 Aufladung von Schläuchen	36
5.4.2 Anforderungen an Schlauchleitungen in explosionsgefährdeten Bereichen.....	36
5.4.3 Leitfähige, ableitfähige und isolierende Schläuche und Schlauchleitungen	37
5.4.4 Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten zum Beispiel nach DIN EN 12115 oder DIN EN ISO 6134.....	38
5.4.5 Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schlauchleitungen nach DIN EN 13765	41
5.4.6 Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen.....	41
5.5 Kennzeichnung	41
5.5.1 Kennzeichnung von Schläuchen (durch den Hersteller).....	43
5.5.2 Kennzeichnung der Armaturen von Schlauchleitungen (durch den Hersteller)	43
5.5.3 Kennzeichnung der Schlauchleitungen (durch den Konfektionär).....	43
5.6 Prüfung und Dokumentation durch den Hersteller der Schlauchleitung	44
5.6.1 Überprüfung der Dokumentation.....	44
5.6.2 Äußere Prüfung.....	44
5.6.3 Prüfung des elektrischen Widerstands.....	44
5.6.4 Druckprüfungen (Festigkeitsprüfungen).....	44
6 Auswahl und Beschaffung.....	46
6.1 Schlauchleitung oder Rohrleitung	46
6.2 Planung	46
6.3 Auswahl einer geeigneten Schlauchleitung	46
6.4 Beschaffung einer Schlauchleitung.....	46

7	Betrieb von Schlauchleitungen	49
7.1	Allgemeines	49
7.2	Lagerung	50
7.3	Technische Schutzmaßnahmen beim Betreiben	50
7.3.1	Handhabung von Schlauchleitungen	50
7.3.2	Weitere Hinweise für den Umgang	53
7.3.3	Zusätzliche Hinweise für den Umgang mit Schlauchleitungen für Dampf und Heißwasser	54
7.3.4	Zusätzliche Hinweise für den Umgang mit Schlauchleitungen für Wasserstoff	55
7.3.5	Umbau und Instandsetzung	57
7.4	Organisatorische Maßnahmen	57
7.4.1	Betriebsanweisung, Unterweisung	57
7.4.2	Vermeiden von Verwechslungen	58
7.4.3	Schlauchfachwerkstatt	58
8	Prüfungen nach Betriebssicherheitsverordnung, Gefahrstoffverordnung sowie dem Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen	59
8.1	Allgemeine Grundsätze	59
8.2	Prüfzuständigkeiten	59
8.3	Art der Prüfung	61
8.3.1	Prüfungen vor der Inbetriebnahme	63
8.3.2	Wiederkehrende Prüfungen	64
8.4	Prüffristen	64
8.5	Umfang und Durchführung der Prüfungen	66
8.5.1	Äußere Prüfungen	66
8.5.2	Elektrische Leitfähigkeitsprüfungen bei nichtmetallischen Schlauchleitungen	66
8.5.3	Wiederkehrende Festigkeitsprüfungen	67
8.6	Dokumentation	68
8.7	Vorgehen bei Mängeln	70
Anhänge:		
Anhang 1:	Konformitätsbewertungsdiagramme 6 bis 9 nach Anhang II der DGRL 2014/68/EU	71
Anhang 2:	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	75
Anhang 3:	Prüfbescheinigung für wiederkehrende Prüfungen	76
Anhang 4:	Prüfzuständigkeiten bei Rohrleitungen/Schlauchleitungen nach Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 6 Tabellen 8–11 Betriebssicherheitsverordnung	77
Anhang 5:	Übertragung von Prüfaufträgen an zur Prüfung befähigte Personen – Muster	86
Anhang 6:	Transportlaufzettel für gebrauchte Schlauchleitungen – Beispiel	87
Anhang 7:	Bestelltext für Schlauchleitungen – Beispiel	89
Anhang 8:	Checkliste 1 für Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme von Schlauchleitungen	90
Anhang 9:	Checkliste 2 für Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme und für wiederkehrende Prüfungen von Schlauchleitungen (zu Sichtprüfungen siehe Anhang 10)	91
Anhang 10:	Sichtprüfungen – Empfehlungen	93
Anhang 11:	Literaturverzeichnis	94
Anhang 12:	Bildnachweis	98

1 Anwendungsbereich

Schlauchleitungen¹ kommen zum Einsatz, wenn Verbindungen zwischen stationären und beweglichen Betriebseinrichtungen notwendig sind beziehungsweise 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.

- Diese Schrift gilt für den Einsatz von Schlauchleitungen² aus
 - Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten,
 - Folienwickelschläuchen,
 - nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen und
 - gewellten Metallschläuchen.
- Die Schrift 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, Betriebssicherheitsverordnung und dem Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen³ 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.
- 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 526 „Laboratorien“⁴ zu behandeln.
- Schläuche und Schlauchleitungen, die gewerblich für Flüssiggas zu Brennzwecken verwendet werden, sind gemäß der DGUV Regel 110-010 „Verwendung von Flüssiggas“ zu behandeln.
- Bei Schlauchleitungen, die keinem Regelwerk unterliegen, ist unter Berücksichtigung von Betriebserfahrungen und Gefährdungspotential sinngemäß zu verfahren.
- Die Schrift wendet sich mit den Abschnitten 4.1 und 5 insbesondere an Hersteller von Schläuchen, Armaturen und 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 29 unten.

3 Siehe Anhang 11 Nr. 2, 3 und 10 – siehe auch Abschnitt 3 dieser Schrift.

4 Siehe Anhang 11 Nr. 15

- Mit den übrigen Abschnitten werden sowohl die betrieblichen Vorgesetzten als auch die Beschäftigten angesprochen, die mit der Auswahl, dem Umgang und der Überwachung der Schlauchleitungen betraut sind.
Sie kann als Unterstützung herangezogen werden
 - zur Beurteilung der Gefährdungen und zur Festlegung der im Einzelfall erforderlichen Schutzmaßnahmen,
 - zur Auswahl/Auslegung einer geeigneten Schlauchleitung,
 - zur richtigen Handhabung beim Betreiber,
 - zum 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).

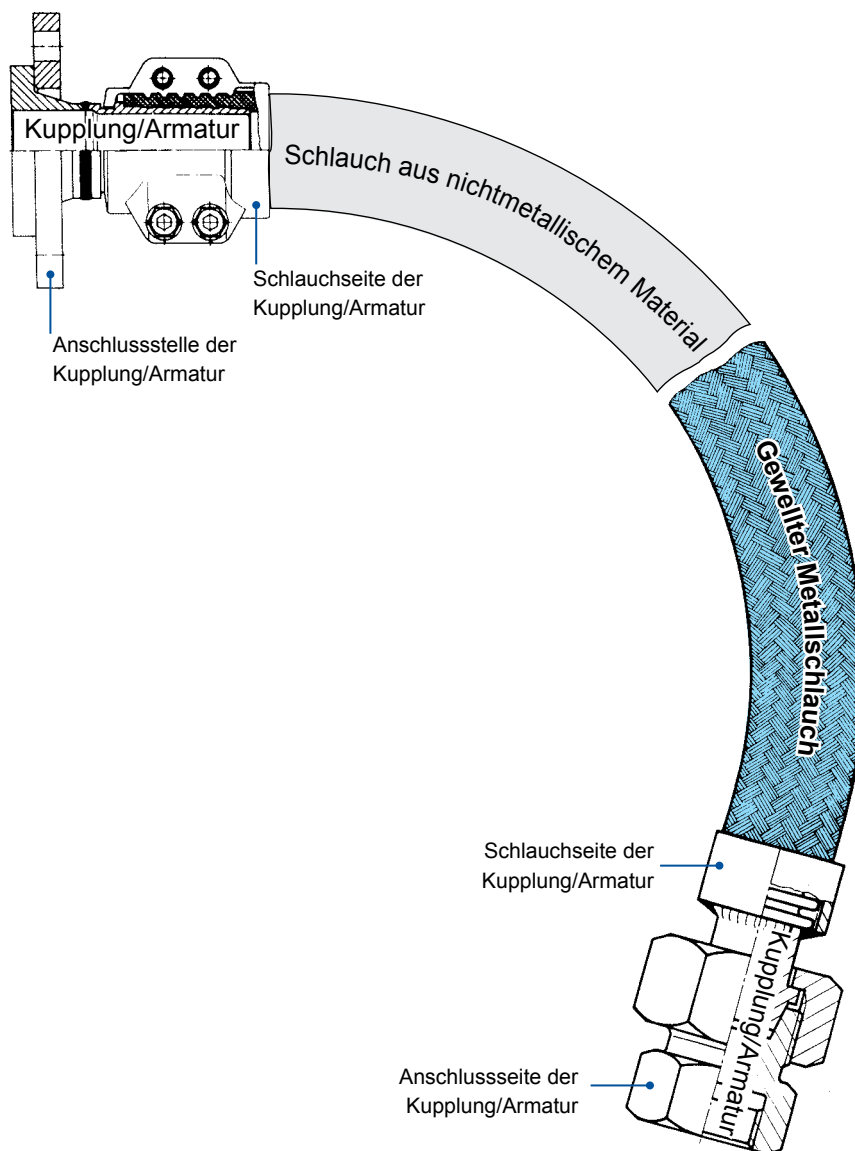


Abbildung 1: Bestandteile einer Schlauchleitung (zur Kennzeichnung siehe Abschnitt 5.5 dieser Schrift).

5 Siehe Anhang 11 Nr. 3, 13

6 Siehe Anhang 11 Nr. 18, 3, 13

2 Fachbegriffe

Betreiber

Betreiber sind natürliche oder juristische Personen, die unter Berücksichtigung der rechtlichen, wirtschaftlichen und tatsächlichen Umstände bestimmenden Einfluss auf die Änderung oder den Betrieb von Schlauchleitungen ausüben. Betreiber sind als Arbeitgeber oder als Unternehmer tätig (im Sinne dieser Schrift werden die zwei Ausdrücke gleichgesetzt).

Betriebsanleitung

Schlauchleitungen ist beim Inverkehrbringen eine Betriebsanleitung für den Benutzer beizufügen. Sie muss alle der Sicherheit dienenden Informationen zu Montage, Inbetriebnahme, Benutzung und Wartung enthalten (Einzelheiten in Anhang I Nr. 3.4 Druckgeräte-richtlinie). Der Begriff Betriebsanleitung ist gleichzusetzen mit Benutzungsanweisung und Benutzungsanleitung. Die Betriebsanleitung muss in deutscher Sprache abgefasst sein.

Betriebsdruck

Druck, bei dem die Schlauchleitung betrieben wird (PB). Dieser wird vom Betreiber festgelegt.

Fluide

Gase, Flüssigkeiten und Dämpfe als reine Phase sowie deren Gemische. Fluide können eine Suspension von Feststoffen enthalten. Nach ihren Gefahrstoffmerkmalen werden Fluide in Gruppe 1 beziehungsweise Gruppe 2 eingeteilt. Die Kriterien hierfür finden sich in Art. 13 der Druckgeräte-richtlinie oder entsprechend in Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 2.3 Buchstabe b) der Betriebssicherheitsverordnung.

Folienwickelschläuche

Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche zur Förderung von Kohlenwasserstoffen, Lösemitteln und Chemikalien (z. B. DIN EN 13765).

Gewellte Metallschläuche

Parallel-/ring- oder wendelgewellte Metallschläuche aus korrosionsbeständigen Stählen in der Regel mit Umflechtung, gegebenenfalls Außenschicht, vorzugsweise zum Fördern von chemischen Stoffen in gasförmigem, dampfförmigem oder flüssigem Zustand (z. B. DIN 2827, DIN EN 16617, DIN EN 14585, DIN EN ISO 10380).

Gute Ingenieurpraxis (GIP)

„Gute Ingenieurpraxis“ bedeutet, dass diese Schlauchleitungen unter Berücksichtigung aller sicherheitsrelevanten Faktoren entworfen worden sind, zum Beispiel nach DIN-, DIN EN-, DIN EN ISO-Normen. Außerdem ist die Schlauchleitung so gefertigt, überprüft und mit einer entsprechenden Betriebsanleitung ausgeliefert worden, dass ihre Sicherheit, wenn sie unter vorhersehbaren oder unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen benutzt wird, während ihrer vorhergesehenen Lebensdauer gewährleistet wird. Der Hersteller ist für die Einhaltung der guten Ingenieurpraxis verantwortlich.

Händler

Händler ist jede natürliche oder juristische Person in der Lieferkette, die eine Schlauchleitung auf dem Markt bereitstellt, mit Ausnahme des Herstellers oder des Einführers.

Hersteller

Hersteller ist jede natürliche oder juristische Person, die

- Schlauchleitungen herstellt beziehungsweise entwickeln oder herstellen lässt,
- Schlauchleitungen herstellt und für eigene Zwecke verwendet oder
- Schlauchleitungen wiederaufarbeitet oder wesentlich verändert und erneut in den Verkehr bringt.

Als Hersteller gilt auch jeder, der geschäftsmäßig seinen Namen, seine Marke oder ein anderes unterscheidungskräftiges Kennzeichen an einem Produkt anbringt und sich dadurch als Hersteller ausgibt, oder der als sonstiger Inverkehrbringer die Sicherheitseigenschaften eines Verbraucherprodukts beeinflusst.

Herstellerbescheinigung

Ein der Schlauchleitung zugeordnetes Dokument, das erkennen lässt, wer die Schlauchleitung in Verkehr gebracht hat.

In der Regel wird vereinbart, dass die Herstellerbescheinigung auch weitere Informationen zum Produkt oder zum Einsatzzweck enthält.

Höchstzulässiger Druck

Siehe: Maximal zulässiger Druck PS.

Inverkehrbringen

Inverkehrbringen bedeutet die erstmalige Bereitstellung einer Schlauchleitung auf dem Markt (der Europäischen Union), unabhängig davon, ob das Produkt neu, gebraucht, wiederaufgearbeitet oder wesentlich verändert wurde.

Konfektionär

Konfektionäre führen in der Regel die letzte Produktionsstufe bei der Herstellung einer Schlauchleitung aus. Hierbei werden Schlauchmeterware und Armaturen, gegebenenfalls auch Sicherheitsausrüstung, zu einem verwendungsfertigen Produkt vereint. Auf Grund dieser Handlung wird er zum „Hersteller“. Sollte der Konfektionär detaillierte Vorgaben für die Verwendung von Komponenten und deren Zusammenbau zu einer Schlauchleitung erhalten, so ist die Person, die die Vorgaben macht, der Hersteller.

Konfektionieren

Anwendungsgerechte Auswahl der Einzelteile und Herstellen einer Schlauchleitung. Unter Herstellen der Schlauchleitung ist die Montage (oder auch das Verschweißen) der Schlaucharmaturen an den Schlauch (auch „Einbinden“) zu verstehen.

Leerschlauchbetrieb

Die Schlauchleitung wird nach dem Einsatz entleert und gegebenenfalls gereinigt.

Maximal zulässiger Druck (PS)

Nach Art. 2 der Druckgeräterichtlinie ist der „maximal zulässige Druck (PS)“ der vom Hersteller angegebene höchste Druck, für den das Druckgerät ausgelegt ist, und der für eine von diesem vorgegebene Stelle festgelegt ist, wobei es sich entweder um die Anschlussstelle der Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion oder um den höchsten Punkt des Druckgeräts oder, falls nicht geeignet, um eine andere angegebene Stelle handelt.“

M-Schläuche

Schläuche aus elektrisch nicht leitfähigen Werkstoffen, bei denen bei Herstellung der Schlauchleitung die leitfähige Verbindung zwischen den Stutzen der Schlaucharmaturen nur durch eingebaute metallische Leiter hergestellt werden kann. Sie müssen mit dem Buchstaben „M“ gekennzeichnet sein (siehe z. B. DIN EN 12115).

M/T-Schläuche

Schläuche aus nichtmetallischen Werkstoffen, bei denen bei Herstellung der Schlauchleitung die leitfähige Verbindung zwischen den Stutzen der Schlaucharmaturen aus ableitungsfähigem Schlauchmaterial und einer metallischen Verbindung besteht.

Der elektrische Widerstand darf durch die Schlauchwand gemessen nicht größer $10^9 \Omega$ sein (siehe z. B. DIN EN 12115).

Nichtmetallische Glatt- und Wellschläuche

Glatte und gewellte Schläuche aus Fluorkunststoffen, gegebenenfalls mit einer äußeren Armierung und Außenschicht, vorzugsweise zum Fördern von chemischen Stoffen in gasförmigem, dampfförmigem oder flüssigem Zustand.

Notifizierte Stelle

Die notifizierte Stelle ist eine unabhängige externe Konformitätsbewertungsstelle, die mit der Durchführung der Konformitätsbewertungsverfahren beauftragt wird.

Ω -Schläuche

Schläuche aus nichtmetallischen Werkstoffen, bei denen bei Herstellung der Schlauchleitung die leitfähige Verbindung zwischen den Stutzen der Schlaucharmaturen durch innen oder außen ableitungsfähigem Schlauchmaterial besteht (siehe z. B. DIN EN 12115).

Ω /T-Schläuche

Schläuche, wie unter Ω -Schläuche beschrieben, bei denen bei Herstellung der Schlauchleitung die leitfähige Verbindung zwischen den Stutzen der Schlaucharmaturen aus ableitfähigem Schlauchmaterial besteht. Der elektrische Widerstand durch die Schlauchwand darf nicht größer als $10^9 \Omega$ sein (siehe z. B. DIN EN 12115). Diese Schläuche sind uneingeschränkt unter Ex-Bedingungen verwendbar und daher dafür vorzugsweise zu verwenden.

Prüfbescheinigungen des Herstellers

DIN EN 10204⁷ unterscheidet:

- Bescheinigungen auf der Grundlage „nichtspezifischer“ Prüfungen, wie Qualitätsprüfungen in der Serienprüfung (Werksbescheinigung 2.1 und Werkszeugnis 2.2).
- Bescheinigungen auf der Grundlage „spezifischer“ Prüfungen, das heißt Prüfungen am betreffenden Bauteil selbst (Abnahmeprüfzeugnisse 3.1, 3.2).

Prüfpflichtige Schlauchleitungen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung

Schlauchleitungen als Arbeitsmittel, die der Betreiber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung als prüfpflichtig erkannt hat, und Schlauchleitungen als überwachungsbedürftige Anlagen.

Schlaucharmaturen/-kupplungen

Im Sinne dieses Textes sind Schlaucharmaturen mit Kupplungen gleichgesetzt. Anschluss- und Verbindungselemente von Schläuchen (z. B. DIN EN 14420 (Teile 1–8), DIN EN 14422, DIN EN 14423, DIN EN 14424, DIN EN ISO 10806)

Schlauchfachwerkstatt

Für die Bearbeitung von Schlauchleitungen qualifizierte Werkstatt (Inverkehrbringen von Schlauchleitungen nach Druckgeräterichtlinie und/oder wiederkehrende Prüfungen nach Betriebssicherheitsverordnung). Für die Durchführung von schlauchtechnischen Arbeiten muss sie

- über mindestens einen Beschäftigten verfügen, der für die Bearbeitung und Prüfung von Schlauchleitungen als zur Prüfung befähigte Person (siehe dort) qualifiziert ist und die Arbeiten auch selbst durchführen kann, und
- mit geeigneten Einrichtungen ausgestattet sein.

Die Schlauchfachwerkstatt darf beim Betreiber, beim Hersteller oder beim Konfektionär organisatorisch eingebunden sein.

Schlauchleitungen

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

Schläuche

Flexible rohrförmige Halbzeuge zum Beispiel aus Elastomeren, Thermoplasten oder korrosionsbeständigem Stahl, die aus einer oder mehreren Schichten und Einlagen aufgebaut sind.

Schläuche aus Elastomeren und Thermoplasten

Schläuche für flüssige oder gasförmige Chemikalien, Dampf und Heißwasser (z. B. DIN EN 12115, DIN EN ISO 6134).

7 Siehe Anhang 11 Nr. 34

Schläuche aus Gummi und Kunststoffen

Siehe Schläuche aus Elastomeren und Thermoplasten.

Stand der Technik

Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der nach herrschender Auffassung führender Fachleute die Erreichung des gesetzlich vorgegebenen Zieles gesichert erscheinen lässt. Im Rahmen der gesetzlichen Zielvorgabe sind, als Teil der Verhältnismäßigkeitserwägungen, wirtschaftliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen; in Teilbereichen, je nach gesetzlicher Zielvorgabe, allerdings nur nachrangig. Das Verfahren oder ein vergleichbares Verfahren muss sich in der Praxis bewährt haben oder das Verfahren sollte möglichst im Betrieb mit Erfolg erprobt sein.

Zapfventil

Umgangssprachlich werden Zapfventile auch als Zapfpistole bezeichnet. Eine Einrichtung zur Abfüllung von Medien.

Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS)⁸

Zugelassene Überwachungsstellen sind Prüfstellen, die von der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik (ZLS) für die jeweiligen Aufgabengebiete zugelassen werden. Diese zugelassenen Überwachungsstellen wiederum werden von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) bekannt gemacht. Als zugelassene Überwachungsstellen können auch Prüfstellen von Unternehmen benannt werden.

Zulässige minimale/maximale Temperatur (TS)

Die maximale/minimale zulässige Temperatur nach Druckgeräterichtlinie ist die vom Hersteller angegebene minimale/maximale Temperatur, für die das Gerät ausgelegt ist.

Temperatur und Druck stehen in Wechselwirkung. Dieses ist unter anderem bei der Druckprüfung zu beachten (siehe Abschnitt 5.6.4 dieser Schrift).

Zulässiger Betriebsdruck (PB)

Der zulässige Betriebsdruck gemäß der Technischen Regel TRBS 1201 Teil 2⁹ bezeichnet den vom Betreiber aus Sicherheitsgründen festgelegten höchsten beziehungsweise im Vakuumbereich niedrigsten Wert des Druckes, für den das Druckgerät gegebenenfalls durch ein Ausrüstungsteil mit Sicherheitsfunktion abgesichert ist. Dieser darf im Betrieb nicht über beziehungsweise unterschritten werden.

Der zulässige Betriebsdruck (PB) kann sich vom maximal zulässigen Druck (PS) gemäß der Richtlinie 2014/68/EU unterscheiden.

⁸ Siehe § 15 ÜAnlG, Anhang 11 Nr. 2

⁹ Siehe Anhang 11 Nr. 6

Zur Prüfung befähigte Personen¹⁰

Eine zur Prüfung befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Kenntnisse zur Prüfung von Schlauchleitungen verfügt. Die detaillierte Beschreibung der Qualifikationen und der Anforderungen an zur Prüfung befähigte Personen ist in der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und der Technischen Regel TRBS 1203 zu finden.

Die zur Prüfung befähigte Person darf hinsichtlich ihrer Prüftätigkeit nicht benachteiligt werden und ist hierbei weisungsfrei.

Eine zur Prüfung von überwachungsbedürftigen Schlauchleitungen befähigte Person muss nach Anhang 2 Abschnitt 4 Punkt 3 der Betriebssicherheitsverordnung und TRBS 1203 darüber hinaus über die folgenden Qualifikationen verfügen:

- 1.** über eine einschlägige technische Berufsausbildung oder eine andere für die vorgesehenen Prüfungsaufgaben ausreichende technische Qualifikation,
- 2.** über eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau, dem Betrieb oder der Instandhaltung von Schlauchleitungen und
- 3.** ihre Kenntnisse über Druckgefährdungen durch Teilnahme an Schulungen oder Unterweisungen, insbesondere zu folgenden Themen, auf aktuellem Stand halten:
 - a.** anzuwendende Rechtsvorschriften
 - Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG),
 - Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. ProdSV),
 - Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU,
 - Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG),
 - Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV),
 - b.** Aufbau und Inhalt der zutreffenden technischen Regelwerke (TRBS, Herstellungsregelwerke), Regelungen der Unfallversicherungsträger,
 - c.** Herstellungsverfahren, besondere Beanspruchungen (z. B. mechanische Beanspruchung, Biegung, Chemikalienangriff), spezifische Anforderungen (z. B. Ableitfähigkeit),
 - d.** Aufbau, Einbindung, Leitungsherstellung, Kupplungen, Verwendung von Schlauchleitungen (An- oder Abkoppelung, Entleerung, Entlastung, Aufbewahrung),
 - e.** Prüfungen vor Inbetriebnahme, nach Änderungen oder außergewöhnlichen Ereignissen, wiederkehrende Prüfungen,
 - f.** Gefährdungsbeurteilung,
 - g.** Prüffristen, Prüftätigkeiten und Prüfabläufe, Prüfverfahren einschließlich Bewertung der Ergebnisse, Dokumentation,
 - h.** Schaden verursachende Einflüsse, Schadensbilder, Betriebspraxis.

¹⁰ Siehe TRBS 1203, Anhang 11 Nr. 7

3 Rechtsgrundlagen

Grundlegende Regelungen für Schlauchleitungen:

- Beschaffenheit: Europäische Richtlinie über Druckgeräte (Druckgeräterichtlinie – DGRL),
- Betrieb: Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG).

Einen Überblick über die beim Umgang mit Schlauchleitungen anzuwendenden Vorschriften und Regeln gibt die folgende Tabelle (Stand 2024). Einschlägige Normen sind in Anhang 11 Abschnitt 3 dieser Schrift 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)	Gilt für die Inverkehrbringung, Auslegung und Konformitätsbewertung von Baugruppen und Druckgeräten mit einem Druck von mehr als 0,5 bar (siehe Abschnitt 6.4 dieser Schrift).
Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG)	Regelt unter anderem den Betrieb von Schlauchleitungen als überwachungsbedürftige Anlage.
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) Umsetzung der europäischen Richtlinie 2009/104/EG	Regelt den Betrieb von Schlauchleitungen als Arbeitsmittel und als überwachungsbedürftige Anlage (siehe auch Abschnitt 7 dieser Schrift).
„Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (TRGS 727)	Anforderungen zur Ableitung elektrostatischer Aufladungen <i>4.9 Rohre und Schläuche für Flüssigkeiten</i> <i>6.4 Rohre und Schläuche für Schüttgüter</i>

4 Risikoanalyse und -bewertung/ Gefährdungsbeurteilung

4.1 Risikoanalyse und -bewertung des Herstellers

Unter Berücksichtigung der Betriebsweise/Betriebszustände der Schlauchleitung hat der Hersteller eine Risikoanalyse und -bewertung durchzuführen. Dabei können individuelle Checklisten helfen.

4.1.1 Allgemeines

Der Hersteller ist verpflichtet, eine Risikoanalyse und -bewertung für Schlauchleitungen durchzuführen, um die mit der Schlauchleitung verbundenen druckbedingten Gefahren zu ermitteln. Er muss die Schlauchleitung unter Berücksichtigung dieser Risikoanalyse und -bewertung auslegen und bauen.

Der Hersteller hat 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; gegebenenfalls ist eine Rücksprache mit dem Betreiber erforderlich. Daraus leiten sich dann die Auslegungsbedingungen (Betriebsweise, Druck, Temperatur, Medium, Umfeld und so weiter), die Anforderungen an die Werkstoffe sowie gegebenenfalls weitere betriebspezifische Anforderungen ab. Diese Parameter bilden in Summe die Randbedingungen für Auslegung, Konstruktion und Fertigung einer Schlauchleitung.

Der Hersteller der fertigen Schlauchleitung hat für alle Schlauchleitungen eine Betriebsanleitung mitzuliefern¹¹, die insbesondere auf die maximal zulässigen Betriebsdaten und die Beständigkeit eingeht. Steht die Betriebsanleitung beispielsweise im Katalog oder auf der Internetseite des Herstellers, genügt ein Hinweis darauf in den Lieferpapieren.

Es gibt keine festgelegten Vorgaben bezüglich Art, Umfang oder Form der Dokumentation von Risikoanalysen und -bewertungen von Schlauchleitungen. 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.

¹¹ § 4 Abs. 1 Nr. 2 der Druckgeräteverordnung (Betriebsanleitung ist gleichzusetzen mit Benutzungsanweisung, Benutzungsanleitung), siehe Anhang 11 Nr. 11

4.1.2 Checkliste zur Risikoanalyse und -bewertung – Beispiel

Die Risikoanalyse und -bewertung des Herstellers der verwendungsfertigen Schlauchleitung kann anhand einer Checkliste durchgeführt werden.

Gefahr	Beispiele für die in der Betriebsanleitung anzugebenden Daten/Maßnahmen
■ Innen- und Außendruck Festigkeit der Schlauchleitung, der Einbauteile und der Verbindungselemente	→ Maximal zulässiger Druck der Schlauchleitung unter Berücksichtigung der Angaben der Hersteller von Schlauch und Armaturen (besonders beachten bei Vakuumbetrieb und bei doppelwandigen Schläuchen)
■ Umgebungs- und Betriebstemperaturen Unzulässige Temperatureinwirkung auf die Schlauchleitung, die An- und Einbauteile	→ Minimal und maximal zulässige Temperatur der Schlauchleitung unter Berücksichtigung der Angaben der Hersteller von Schlauch und Armaturen
■ Mechanische Gefahren zum Beispiel durch: • Belastung durch Eigengewicht, Füllung, Knickstellen an den Anschlüssen beziehungsweise Aufhängungen • Torsion • Nichteinhaltung der zulässigen Mindestbiegeradien der Schlauchleitung • Überfahren der Schlauchleitung mit Flurförderzeugen; Quetschung der Schlauchleitung erzeugt bleibende Verformungen (maximal zulässige bleibende Verformung: 5 %)	→ Belastungen vermeiden, zum Beispiel durch Handhabungshilfen, Schlauchab- und aufwickelhilfen → Mindestbiegeradius von ... einhalten → Überfahren ausschließen, zum Beispiel durch Schlauchbrücken
■ Korrosion, Erosion, Abrasion	→ Hinweis auf Beständigkeitslisten → Stoffe, für die die Schlauchleitung geeignet ist → Reinigungsmittel, die verwendet werden dürfen
■ Wechselbeanspruchung (dynamische Beanspruchung, Druck, Temperatur)	→ Schlauchleitung nach dem Betrieb vollständig entspannen und entleeren → Schädliche Bewegungen vermeiden → Dampfschlauchleitungen: Betrieb mit überhitztem (trockenem) Dampf vermeiden
■ Elektrostatische Aufladung • Gefahr durch Zündfunken in einem Ex-Bereich • Schreckreaktion bei Kontakt	→ Hinweis auf Art der konstruktiven Ableitfähigkeit der Schlauchleitung (z. B. M, Ohm ...) → Hinweise auf mögliche Einsatzgrenzen TRGS 727 (z. B. pneumatische Förderung Feststoffe) → Hinweise zur Erdung (z. B. bei nichtmetallischen Armaturen)

4.2 Gefährdungsbeurteilung des Betreibers

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

4.2.1 Rechtsgrundlagen

Entsprechend § 3 der Betriebssicherheitsverordnung¹² hat der Betreiber eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Dabei hat er unter Berücksichtigung¹³

- von § 5 des Arbeitsschutzgesetzes,
- von § 6 der Gefahrstoffverordnung sowie
- der allgemeinen Grundsätze von § 4 des Arbeitsschutzgesetzes und
- der Technischen Regel für Betriebssicherheit TRBS 1111

¹² Siehe Anhang 11 Nr. 3

¹³ Siehe Anhang 11 Nr. 1, 13 und 4

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 Verwendung der Schlauchleitungen selbst verbunden sind, sowie solche, die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln (z. B. Flurförderzeugen), mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

Zusätzlich sind Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen und Prüfzeiten zu ermitteln (siehe Abschnitt 8 dieser Schrift). Neben den Prüfpflichten nach Betriebssicherheitsverordnung können für Schlauchleitungen auch zusätzliche Prüfpflichten nach anderen Rechtsvorschriften bestehen. Daher ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln, welche Prüfungen vorgenommen werden müssen. Wenn zusätzliche Prüfanforderungen nach weiteren Rechtsvorschriften bestehen, können sich Möglichkeiten zur Optimierung des Gesamtaufwands für die Prüfungen (Vermeidung von doppeltem Prüfaufwand) ergeben. Siehe hierzu auch die Empfehlung zur Betriebssicherheit EmpfBS 1201 „Leitfaden zur Umsetzung von Prüfanforderungen nach verschiedenen Rechtsvorschriften“¹⁴.

In der Praxis kann es beispielsweise im Bereich von Tankstellen oder Füllanlagen vorkommen, dass zusätzliche Anforderungen nach der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)¹⁵ bestehen. Diese Betriebe werden regelmäßig wiederkehrend von Sachverständigen nach AwSV überprüft. Die Prüfungen der Schlauchleitungen nach Gefahrstoffverordnung, Betriebssicherheitsverordnung und dem Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (siehe Abschnitt 8 dieser Schrift) müssen nicht von Prüfpersonal mit zusätzlichen Qualifikationen nach AwSV durchgeführt werden. Nach der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen wird auch die Dokumentation über die durchgeführten Prüfungen von Schlauchleitungen einer formalen Überprüfung unterzogen. Hierbei wird ein vorrangiges Prüfkriterium die Dichtheitsprüfung sein, die in solchen Betrieben auch regelmäßig überprüft werden muss.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind sicherheitstechnisch relevante Angaben aus der Betriebsanleitung¹⁶ des Herstellers zu berücksichtigen, zum Beispiel

- sachgemäße Montage der Schlauchleitung in der Anlage,
- Inbetriebnahme,
- Betrieb,
- Wartung und Inspektion sowie gegebenenfalls
- 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. Hierfür ist es sinnvoll, die Überlassung im Kaufvertrag als Teil des Lieferumfangs zu vereinbaren.

Bei der Ermittlung der druckbedingten Gefährdungsfaktoren und der Ableitung entsprechender Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung können zusätzlich zu dem Gefährdungskatalog in Abschnitt 4.2.3 dieser Schrift die im Technischen Regelwerk beschriebenen Schutzzielanforderungen und beispielhafte sicherheitstechnische Lösungen herangezogen werden. Weitere Hinweise enthält Abschnitt 6 des Merkblatts T 024 „Leitfaden Druckgeräte“¹⁷.

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“¹⁸).

¹⁴ Siehe Anhang 11 Nr. 9

¹⁵ Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, siehe Anhang 11 Nr. 17

¹⁶ Betriebsanleitung ist gleichzusetzen mit Benutzungsanweisung, Benutzungsanleitung.

¹⁷ Siehe Anhang 11 Nr. 23

¹⁸ Siehe Anhang 11 Nr. 1, 13, 18

4.2.2 Durchführung

Weder die Betriebssicherheitsverordnung noch das Arbeitsschutzgesetz regeln, wie die Gefährdungsbeurteilung im Einzelnen durchzuführen und zu dokumentieren ist. Möglich ist das beispielsweise auch im Rahmen von Betriebsbegehungen oder Anlagenbetrachtungen. Hinweise und Hilfsmittel enthält die Technische Regel TRBS 1111 und die Merkblätter A 016 und A 017¹⁹ der BG RCI.

4.2.3 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 entsprechend Stand der Technik verwenden
- Schlauchleitung entspricht nicht den Anforderungen des Benutzers
 - Beschaffung organisieren (Abschnitt 6.4)
 - Beständigkeit der Schlauch- und Armaturenwerkstoffe unter Betriebsbedingungen berücksichtigen (Abschnitte 5.1, 6.3)
 - Einbaubedingungen berücksichtigen (Abschnitte 6.2, 6.3)

2 Konfektionieren von Schlauchleitungen

- Ungeeignete Schläuche
 - Normgerechte Schläuche verwenden (Abbildung 2)
 - Kennzeichnung der Schläuche beachten (Abschnitt 5.5.1)
- Ungeeignete Armaturen
 - Normgerechte Armaturen verwenden (Abschnitt 5.2.1)
 - Kennzeichnung der Armaturen beachten (Abschnitt 5.5.2)
- Unsachgemäßes Konfektionieren der Armaturen
 - Sachgerecht konfektionieren (Abschnitt 5.3)
 - Zulässige Befestigungsart wählen (Abschnitt 5.2.2)
 - Ableitung elektrostatischer Aufladungen sicherstellen (Abschnitte 5.2.1, 5.4)
 - Auf Qualitätssicherung achten (Abschnitt 6.4)
- Mangelhafte Prüfung und Dokumentation
 - Schlauchleitungen prüfen (Abschnitt 5.6)
 - Dokumentation erstellen (Abschnitt 5.6)

¹⁹ Siehe Anhang 11 Nr. 4, 21, 22

3 Prüfung von Schlauchleitungen

- Prüfenden fehlen Kenntnisse und Erfahrungen
 - Geeignete Personen auswählen und unterweisen/ausbilden/benennen (Abschnitte 2 und 8.2)
- Unzureichender Prüfumfang
 - Inhalt und Ablauf der Prüfungen schriftlich festlegen (Abschnitt 8; Anhänge 8 und 10)
 - Prüfungen dokumentieren (Abschnitt 8.2.3; Anhänge 2 und 3)
- Zu lange Prüfzeiten
 - Prüfzeiten im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ermitteln (siehe Abschnitt 8.4)

4 Betrieb von Schlauchleitungen

- Falsche Auswahl von Schlauchleitungen für den Einzelfall
 - Anforderungen in der Betriebsanweisung festlegen (Abschnitt 7.4.1)
 - Kennzeichnung der Schlauchleitung beachten (Abschnitt 5.5.3)
- Einsatz und Weiterbetrieb beschädigter Schlauchleitungen
 - Äußere Prüfungen durchführen
 - Beschädigte Schlauchleitungen der Benutzung entziehen (Abschnitte 7.3.2)
- Einsatz von nicht sachgemäß instandgesetzten Schlauchleitungen
 - Ablauf der Instandsetzung prüfen
 - Prüfung nach der Instandsetzung sicherstellen (Abschnitte 7.3.5, 8)
- Elektrostatische Aufladungen
 - Erdung sicherstellen – siehe auch Abschnitt 7.3.2 dieser Schrift sowie TRGS 727
 - Wirksamkeit der Erdung regelmäßig prüfen
- Falsches Verlegen der Schlauchleitungen
 - Sachgemäßes Verlegen in der Betriebsanweisung beschreiben (Abschnitte 7.3.1, 7.4.1)
 - Kodierungssysteme verwenden (Abschnitt 5.2.3.2)
- Verwechslung von Schlauchleitungen
 - Schlauchleitungen gut erkennbar und unverwechselbar kennzeichnen (Abschnitt 7.4.2)
 - Kennzeichnung in der Betriebsanweisung ansprechen (Abschnitt 7.4.1)
 - Kodierungssysteme verwenden (Abschnitt 5.2.3.2)
 - Gegebenenfalls Sicherheitskupplungen einsetzen (Abschnitt 5.2.3.3)
- 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 7.4.1)
- Nicht nachvollziehbarer Ablauf
 - Reinigungsablauf nachvollziehbar gestalten und dokumentieren (Anhang 6)

6 Lagerung und Trocknung von Schlauchleitungen

■ Falsche Lagerung

- Schlauchleitungen sachgerecht lagern (Abschnitt 7.2)

■ Lagerdauer

- Schlauchleitungen nach einer Lagerzeit immer einer Sichtkontrolle und spätestens nach einer Lagerzeit von zwei oder mehr Jahren vor der Benutzung einer wiederkehrenden Prüfung unterziehen (siehe letzter Absatz des Abschnitts 7.2 dieser Schrift).
- Bereits benutzte Schlauchleitungen sind mit Mitteln zu reinigen, die die Innenschicht nicht angreift und sie sind zu trocknen.
- Dampfschlauchleitungen sind zur Vermeidung von Popcorning (siehe Abschnitt 7.3.3 dieser Schrift) mit Pressluft auszublasen.

Der Katalog ergänzt die im Merkblatt A 017²⁰ abgedruckten allgemeinen Prüflisten.

²⁰ Siehe Anhang 11 Nr. 22

5 Beschaffenheitsanforderungen

5.1 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 oder mit ihm reagieren:

■ Physikalische Einwirkungen

- Bei nichtmetallischen Werkstoffen können der Durchflusstoff beziehungsweise dessen Bestandteile in den Schlauchwerkstoff eindringen (Permeation) und zum Beispiel Weichmacher oder Alterungsschutzmittel auslaugen. Als Folge ändern sich die Eigenschaften des Schlauchwerkstoffes, zum Beispiel Härte, Zugfestigkeit, Dehnung (siehe auch Abschnitt 7.3.3 dieser Schrift 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 beziehungsweise 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.

■ Diffusion/Permeation

Gase haben die Möglichkeit, die Barrieren metallischer und polymerer Materialien zu überwinden und in die Schlauchwand einzudringen oder diese zu durchdringen. Dies kann zur Zersetzung der Schlauchmaterialien führen (z. B. korrosive Gase wie Chlor). Für Wasserstoff siehe auch Abschnitt 7.3.4.

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, zum Beispiel Witterung, Ozon, Abrieb.

Wesentlich ist, dass für jeden Durchflusstoff eine Schlauchleitung mit geeigneten, das heißt beständigen Werkstoffen der Schlauchinnenschicht gewählt wird. Orientierende Hinweise auf die Beständigkeit der Innenschichten von **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten** gibt die Tabelle 3. Ergänzende Angaben enthält Beiblatt 1 zu DIN EN 12115 Tabelle F.2 sowie nationaler Anhang NA ²¹. Die Angaben können nur für eine erste Einordnung dienen. Die Beständigkeit von Schlauchwerkstoffen hängt neben dem Inhaltsstoff noch von mehreren Parametern wie zum Beispiel der Betriebstemperatur ab, da die Aggressivität vieler Stoffe mit der Temperatur zunimmt. Daher ist die Eignung eines Schlauchwerkstoffes im Zweifel für den jeweiligen Einsatzzweck mit dem Hersteller abzustimmen.

²¹ Siehe Anhang 11 Nr. 44

Hinweis:

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**

Werkstoff der Innenschicht	NBR 1	NBR 2	NBR 3	NR	II R	EPDM	CSM	FPM	PE-X/ UPE	Fluor-Kunststoffe ²²
Farbenkennzeichnung nach Tab. 4, DIN EN 12115, Mediengruppen	gelb	blau	weiß	... ²³	lila	lila	grün	grün-weiß	blau-weiß	... ²⁴
				keine						
Ester	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+
Ketone	–	–	–	O	+	+	–	–	+	+
Alkohole	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aliphatische KW	+	+	+	–	–	–	O	+	+	+
Aromatische KW	–	O	–	–	–	–	–	+	+	+
CKW	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+
Säuren schwach	O	O	O	+	+	+	+	+	+	+
Säuren stark	–	–	–	O	O	O	O	O	O	+
Laugen schwach	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Laugen stark	–	–	–	O	+	+	+	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: Anhaltswerte zur Vorauswahl des Schlauchmaterials anhand der Medienbeständigkeit von Schlauchwerkstoffen

Einen Einblick in die Beständigkeit von **gewellten Metallschläuchen** gibt die untenstehende Tabelle 4, dort sind Anhaltswerte festgelegt. Konkrete Angaben stehen zum Beispiel in der „DECHEMA-Werkstofftabelle“ und DIN EN 12285-1²⁵. Die Auswahl muss aufgrund von Medium, Betriebstemperatur und Betriebsdauer gemäß Herstellerangaben erfolgen. Gegebenenfalls ist die Beständigkeit durch Tests zu ermitteln.

²² Zum Beispiel PTFE, PFA, FEP – Kein Kurzzeichen festgelegt.

²³ Keine Farbe empfohlen.

²⁴ Blau-weiß und eine dritte Farbe.

²⁵ Siehe Anhang 11 Nr. 64, 36

Medium		Werkstoffe													
		Konzentration	Temperatur	unlegierte und niedrig- legierte Stähle	Nichtrostende Stähle			Nickelbasis-Legierungen					Kupferbasis- Legierungen		
					ferritische	austenitische	austenitische + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 6002.4816	Inconel 6252.4856	Hastelloy-C2.4610	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombak	Bronze
		%	°C												
Chlorbenzol C ₆ H ₅ Cl	tr		0	0	0	0	0				0				
	fe	100	20	0	L	L	L	0	0	0	0	0	0	0	0
Natrium- hydroxid NaOH	fest	100	alle	0	0	0	0	0	0	0	0				
	wl	<10	SP	3	3	0	0	0	0	0					
	wl	<40	<100	3	3	0	0	0	0	0					
	wl	<40	>100	3	3	3	3	0	0	0					
Salzsäure HCl		0,2	20	3	3	L	L			0					
		0,5	20	3	3	3	L			0					
		0,5	SP	3	3	3	3			3					
		1	20	3	3	3	L	3		0	1	3	3	3	
Schwefelsäure H ₂ SO ₄		0,05	20	3	1	0	0								
		0,05	SP	3	1	1	0								
		1	20	3	3	1	0	1	0	0	1	3			
		5	SP	3	3	3	3	1		3	1	3			

tr = trockener Zustand | fe = feuchter Zustand | wl = wässrige Lösung | SP = Siedepunkt

Bewertung	Korrosionsverhalten	Eignung
0	beständig	geeignet
1	Abtragende Korrosion mit Dickenabnahme bis zu 1 mm/Jahr	bedingt geeignet
L	Gefahr von Lochkorrosion	bedingt geeignet
S	Gefahr von Spannungsrisskorrosion	bedingt geeignet
3	unbeständig (Korrosionsform unterschiedlich)	ungeeignet

Tabelle 4: Anhaltswerte zur Vorauswahl von Werkstoffen für gewellte Metallschläuche²⁶

²⁶ Aus Handbuch der Metallschläuche der Firma Witzenmann, siehe Anhang 11 Nr. 65

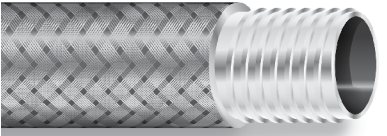
Typ	Aufbau
1 Druck-Schlauch Typ D nach DIN EN 12115 Dampfschlauch nach DIN EN ISO 6134, Schläuche aus Elastomeren mit oder ohne Inliner DIN EN 16820, DIN EN 16821 	• Innenschicht aus Gummi und/oder Kunststoff • Druckträgerlagen aus Textilien oder korrosionsgeschützten/korrosionsbeständigen Stahldrähten. Hierbei ist die Ausführung materialunabhängig entweder geflochten oder gewickelt. Grundsätzlich gilt, ein Geflecht entspricht zwei Wickellagen. • Außenschicht aus Gummi
2 Saug-Druck-Schlauch Typ SD nach DIN EN 12115, Schläuche aus Elastomeren mit oder ohne Inliner DIN EN 16820, DIN EN 16821 	Aufbau wie 1 • Zusätzlich eine oder mehrere parallel liegende Stahlwendel zwischen den Druckträgerlagen
3 Wellenschlauch, zum Beispiel aus korrosionsbeständigem Stahl nach DIN 2827, DIN EN 14585 Glatt- oder Wellenschlauch aus Kunststoffen nach DIN 26054 und DIN EN 16643 	• Glatt- oder Wellenschlauch (aus korrosionsbeständigem Stahl oder Kunststoff) • Umflechtung aus Textilien oder korrosionsbeständigem Stahl • gegebenenfalls Außenschicht aus Gummi und/oder Kunststoffschlauch
4 Kunststoff-Wendelschlauch (Folienwickelschlauch) nach DIN EN 13765 	• Beschichtete oder unbeschichtete Stahlwendel oder Edelstahlwendel • Kunststoff-Folien • Druckträgerlagen • Kunststoff-Außenschicht • Außenwendel

Abbildung 2: Häufig verwendete Schlauchtypen

5.2 Schlaucharmaturen/-kupplungen

Schlaucharmaturen/-kupplungen sollen normgerecht sein.

5.2.1 Allgemeine Anforderungen

Ein wesentliches Kriterium für den sicheren Betrieb einer Schlauchleitung ist die fachgerechte Einbindung der Schlaucharmaturen/-kupplungen in die Endstücke des Schlauches. Die Einbindung darf daher nur von einer Schlauchfachwerkstatt vorgenommen werden²⁷. Die Montagehinweise der Hersteller sind zu beachten.

Schlaucharmaturen/-kupplungen müssen so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten (siehe Beständigkeitslisten der Hersteller). Der Temperatur- und Druckbereich der Schlaucharmatur/Kupplung und der Dichtung ist mit dem Druck- und Temperaturbereich des Schlauchs abzugleichen. **Achtung: Immer das schwächste Glied beachten.**

Wird eine Änderung der Bauart an Schlauchleitungen vorgenommen, ist das einem neuen Inverkehrbringen nach Druckgeräterichtlinie²⁸ gleichzusetzen. In diesem Fall sind die Herstellerpflichten für die Schlauchleitung zu erfüllen. Änderungen der Bauart sind beispielsweise das Einbinden von anderen Sonderarmaturen und Anschweißen von anderen Armaturen an Metallschläuchen. Um keine Änderung der Bauart handelt es sich beispielsweise, wenn der Ersatz einer Schlaucharmatur/-kupplung durch eine baugleiche oder eine Reparaturschweißung erfolgt. In diesem Fall sind die Betreiberpflichten zu erfüllen, das heißt die Gefährdungsbeurteilung muss überprüft werden.

Um elektrostatische Aufladungen sicher abzuleiten, sind bei Schlauchleitungen die leitfähigen Teile des Schlauches mit den beiden metallischen/elektrisch leitfähigen Endarmaturen elektrisch leitfähig zu verbinden.

Bei Schläuchen mit leitfähigem Schlauchmaterial (z. B. leitfähige Elastomerschichten bei Ω - oder Ω /T-Schläuchen) ist die Verbindung der Armaturen mit dem leitfähigen Schlauchmaterial ausreichend. Eine metallische Stützwendel oder andere Metalleinlagen müssen aus elektrostatischen Gründen nicht an die Armaturen angeschlossen werden, wenn die Metallteile direkt in das leitfähige Schlauchmaterial eingebettet sind. Es ist jedoch auch möglich, die Metalleinlagen an nur einer Armatur anzuschließen²⁹.

Bei isolierendem Schlauchmaterial sind alle leitfähigen Teile des Schlauches mit den Endarmaturen zu verbinden (Beispiele: bei **Folienwickelschläuchen** die metallische Innen- und Außenwendel; bei M- oder M/T-Schläuchen sind die metallischen Litzen und gegebenenfalls vorhandene metallische Stützwendeln anzuschließen).

5.2.2 Befestigungsarten

Bei **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten** sind nur Klemmfassungen, Pressfassungen und, in Ausnahmefällen, einvulkanisierte Schlaucharmaturen zugelassen³⁰. Bei **Folienwickelschläuchen** sind die von den Herstellern empfohlenen Armaturen einzusetzen. Schlauchbefestigungen zum Beispiel mittels Schlauchschelle, Spannband, Schlauchbinder, Montagedraht sind bei keinem dieser Schläuche zulässig.

Klemmfassungen umfassen den Schlauch von außen und stellen so eine dichte kraft- und formschlüssige Verbindung her. Klemmfassungen sind in der Regel ohne Sonderwerkzeug zu montieren. Sie können wiederverwendet werden.

²⁷ Siehe Abschnitte 2 und 7.4.3 dieser Schrift

²⁸ Siehe Anhang 11 Nr. 10

²⁹ Diese Ausführungen gelten nicht bei der pneumatischen Förderung von Schüttgütern. Hier gelten besondere Anforderungen (siehe TRGS 727).

³⁰ Siehe Anhang 11 Nr. 38–45, 47

Bei Pressfassungen wird die erforderliche Kraft zum Halten und Dichten durch eine bleibende Verformung der Außenhülle erzeugt. Zur Montage ist eine spezielle Montagepresse erforderlich. Pressfassungen können nicht wiederverwendet werden. Sie können bei Undichtigkeit nicht nachgepresst werden.

Die Konfektionierung von **gewellten Metallschläuchen** erfolgt durch Schweißen. Sie ist durch den Hersteller der Schlauchleitung oder eine Schlauchfachwerkstatt durchzuführen. Dabei ist die in DIN 2827³¹ vorgeschriebene innen grat- und spaltfreie Schweißverbindung anzuwenden (Abbildung 3 dieser Schrift).

Für Schlauchleitungen vorzugsweise benutzte Anschlussarten zeigt die Tabelle 5. Weitere Armaturen:

- Für Schlaucharmaturen mit Klemmfassung für Dampf und Heißwasser siehe DIN EN 14423³².
- Für Schlauchleitungen aus korrosionsbeständigen Stählen für chemische Stoffe siehe DIN 2827.

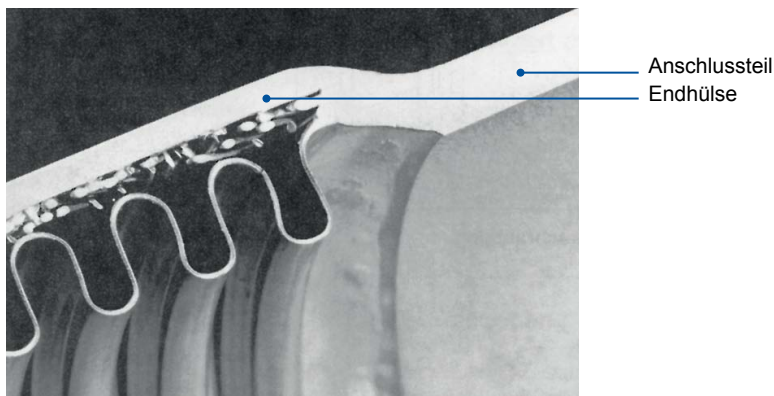
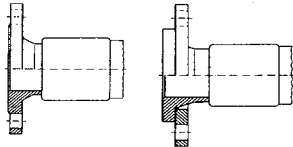
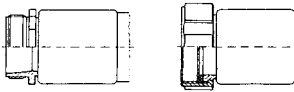
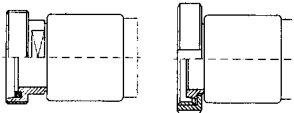
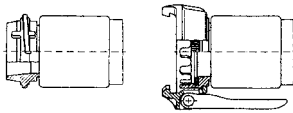
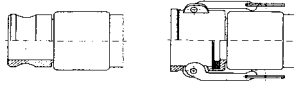
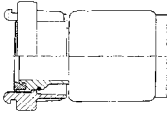


Abbildung 3: Grat- und spaltfreie Schweißverbindung

31 Siehe Anhang 11 Nr. 27

32 Siehe Anhang 11 Nr. 47

Symbol	Vorteile	Nachteile
Flansch (DIN EN 1092-1, DIN EN 14420-4) 	• Bevorzugt eingesetzt bei großen Nennweiten (ab DN 150)	• Schlüsselsatz erforderlich • Große Ausladung • Schwer • Aufwändiges Montieren und Dichten: bei höheren Drücken Nut und Feder erforderlich
Verschraubung (DIN EN ISO 228-1, DIN EN 14420-5) 	• Gewinde flachdichtend • Kleine Ausladung • Feste Verbindung • Handlich	• Vielzahl von Varianten, die unterschiedliche Schlüssel benötigen • Begrenzung auf G4
Rundgewindeverschraubung (DIN 405-1, DIN 11851) 	• Rundes Gewinde • Schnelle Verbindung, da nur 3 ½ Gewindgänge	• Hakenschlüssel erforderlich • Nicht vibrationsfest • Verwechslungsgefahr mit Verschraubungen gleicher Bauart für Getränke
Tankwagenkupplung (DIN EN 14420-6) 	• Gewinde bei Anschlussteilen flachdichtend • Nur geringes Positionieren (bis 15°) der Kupplungshälften • Kein Spezialschlüssel • Schnelles Kuppeln • Vibrationsfest durch Klapphebelarretierung	• Nur 3 Größen vorhanden (DN 50, 80, 100) • Entkuppeln unter Druck möglich
Hebelarmkupplung (DIN EN 14420-7) 	• Gewinde bei Anschlussteilen flachdichtend • Keine Positionierung der Kupplungshälften • Kein Spezialschlüssel • Schnelles Kuppeln • Mehr Größen (½" bis 6")	• Entkuppeln unter Druck möglich • Kupplung unhandlich bei 5" und 6" (Leckagen bei Biegung, da nur 2 Hebel) • Undichtigkeiten bei gealterter Kupplungsdichtung
Storzkupplung (DIN 14301–14303 und DIN 14323) 	• Handlich • Schnelles Kuppeln	• Hakenschlüssel erforderlich • Nur 4 Größen vorhanden (DN 25, 50, 80, 100) • Großes Positionieren (bis 30°) der Kupplungshälften

In den angeführten Normen sind Temperaturbereiche definiert (z. B. DIN EN 14420 Teil 1 bis Teil 8: maximal 65 °C). Wenn abweichende Temperaturen für den Einsatz der Schlauchleitung vorgesehen sind, ist vom Armaturenhersteller eine Bestätigung der Eignung der Armatur für die geplante Einsatztemperatur erforderlich (Herstellererklärung).

Tabelle 5: Vorzugsweise benutzte Anschlussarten

5.2.3 Spezialarmaturen und Überwachungssysteme

Sie tragen dazu bei, unbeabsichtigtes Austreten gefährlicher Stoffe und Anschlussverwechslungen zu verhindern.

5.2.3.1 Trockenkupplungen

Trockenkupplungen sind Sicherheitskomponenten. Sie ermöglichen ein schnelles An- und Abkuppeln gefüllter und unter Betriebsdruck stehender Schlauch- und Rohrleitungen ohne signifikanten Austritt beziehungsweise Verlust des Fördermediums. Sie kommen überall dort zum Einsatz, wo der Mensch und/oder die Umwelt vor dem Austreten gefährlicher Medien geschützt oder umgekehrt sensible Medien vor einer Kontamination durch die Umwelt bewahrt werden müssen.

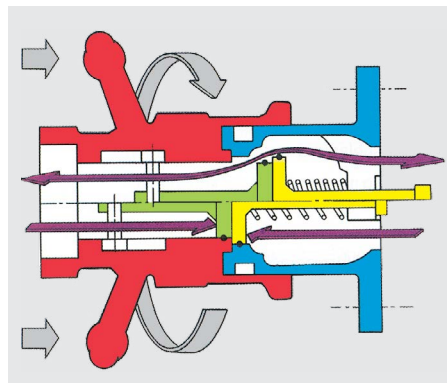


Abbildung 4: Funktionsprinzip auf Tellerventilbasis (geöffnet und geschlossen)

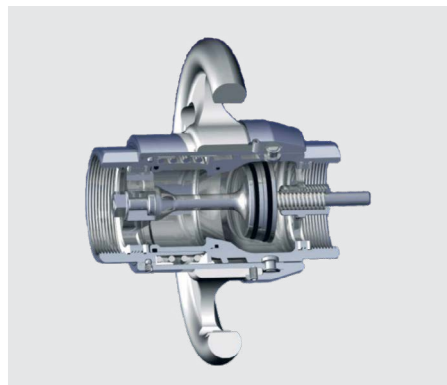
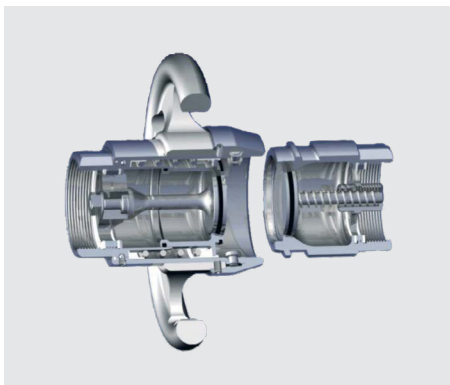


Abbildung 5a: Trockenkupplung – Beispiel 1 (ventilgesteuert schließendes System)

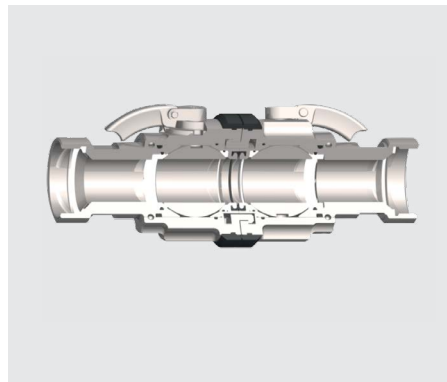
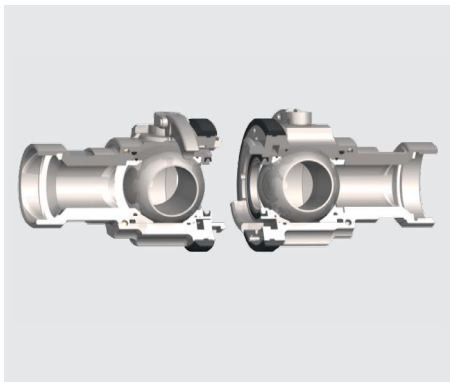


Abbildung 5b: Trockenkupplung – Beispiel 2 (Full-Flow-System)

- Feststoffpartikel können die Dichtheit und Funktion der Kupplung beeinträchtigen.
- Drehgelenke sind integriert.
- Sonderausführungen für Wasserdampf haben einen erweiterten Temperaturbereich und besitzen einen Vakuumausgleich, um zum Beispiel einen Gummischlauch vor Popcorning (Abbildung 14) zu schützen
- Full-Flow-Trockenkupplungen (siehe Abbildung 5b) basierend auf Kugelhahntechnik bieten höhere Durchflussleistung, laminare Strömung und bessere Reinigbarkeit. Sie sind molchbar.

Trockenkupplungen können nicht als Nottrennsysteme eingesetzt werden (siehe Abschnitt 5.2.3.2 dieser Schrift).

5.2.3.2 Mechanische und elektronische Kodierungssysteme

Sie sollen Anschlussverwechslungen verhindern und sicherstellen, dass korrekt gekuppelt beziehungsweise angeschlossen ist.

Die mechanischen Systeme funktionieren nach dem Schlüsselprinzip. Sie sind für unterschiedliche Kupplungsprinzipien, wie für Trockenkupplungen, erhältlich.

Das elektronische Kodierungssystem bietet eine weitaus flexiblere Möglichkeit, Verwechslungen auszuschalten, als die mechanische Kodierung. Es integriert auch die Peripherie, zum Beispiel eine Massekabelüberwachung oder Soll-Ist-Vergleiche. Die Digitalisierung ermöglicht eine lückenlose Einbindung in das Prozessleitsystem. Vor Ort überprüft das System beispielsweise mit digitalen Signalen, ob und wie die flexiblen Verbindungen gelegt sind. Das System kann explosionsgeschützt ausgelegt sein.

5.2.3.3 Sicherheits- und Nottrennkupplungen (Abreißkupplungen)

Als Sicherheitskomponenten vermeiden Nottrennkupplungen eine der größten Gefahrenquellen im Verladeprozess von Fluiden: die ungewollte und überproportionale Zugbelastung auf die Verladeleitung, wie sie beispielsweise durch ein verfrühtes Losfahren von Tankwagen und Bahnkesselwagen oder ein Verdriften von Schiffen entsteht. Derartige Zugbelastungen können die Anschlussstellen und die Verladeleitung mechanisch beschädigen oder gar zerstören und dadurch bedingt sogar zu einem unkontrollierten Austritt der zu verladenden Medien mit entsprechenden Risiken für Mensch und Umwelt führen. Sicherheits- oder Nottrennkupplungen sind an der Verladestation an der Schlauchleitung montiert und werden in der Nähe des Transportbehältnisses beispielsweise mit Tankwagenkupplung, Flansch angeschlossen.

Zur Vermeidung der Risiken sind Nottrennkupplungen mit den beiden folgenden Funktionen ausgestattet:

- Definierter Trennungsmechanismus, der die Leitung zwischen der mobilen Einheit und dem Verladesystem unterhalb der zulässigen Belastung trennt.
- Verschlussautomatik für beide Trennstellen, um das Austreten der Medien zu verhindern.

Trennung durch Kraftbegrenzung (Nottrennkupplungen mit Bruchelementen)

Die Abreißkraft wird durch den Schlauch auf die Kupplung übertragen (Abbildungen 6a, b dieser Schrift) und führt zu einem definierten Abreißen der Bruchelemente unterhalb der Reißlast der Schläuche. Konstruktionsabhängig sind Schrägabriss bis zu 90° möglich.

Trennung durch Wegbegrenzung (Nottrennkupplungen mit Seilzug)

Die Trennkraft wird durch ein zusätzliches Hilfsmittel (z. B. Seil als Wegbegrenzung – Abbildungen 7 dieser Schrift) auf die Verriegelung der Kupplungshälften übertragen. So sind Abreißkupplungen mit geringerer Trennkraft realisierbar. Sie sind speziell an Verladehilfen und Nichtelastomerschläuche sowie in ihrer Wegbegrenzung und Auslösekraft anzupassen.

Nottrennsystem mit aktiver Auslösung

Die Trennung erfolgt hier durch aktives Auslösen der Trennpneumatik, zum Beispiel durch eine Überwachungsperson. Nottrennsysteme gibt es auch mit integrierter Trockenkupplungsfunktion.

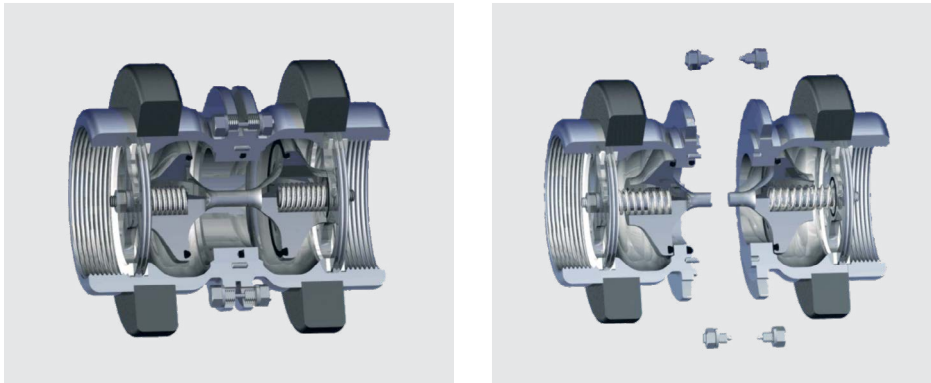


Abbildung 6a: Abreißkupplung mit Bruchelement – Beispiel

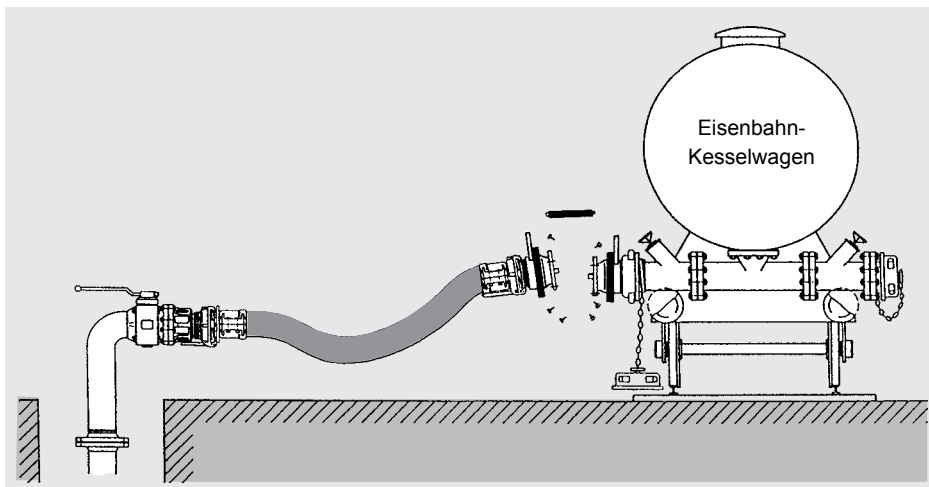


Abbildung 6b: Abreißkupplung mit Bruchelement – Einbaubeispiel



Abbildung 7: Abreißkupplung mit Wegbegrenzung – Beispiel

5.3 Schlauchleitungen

Schlauchleitungen müssen sachgerecht konfektioniert sein.

Das Einbinden von Schlaucharmaturen erfordert Sachkenntnis, Erfahrung und Sorgfalt (Tabellen 6a–6c dieser Schrift) und darf daher nur von einer Schlauchfachwerkstatt unter Beachtung der Anleitungen der Hersteller vorgenommen werden³³. Haben Betriebe/Unternehmen keine Schlauchfachwerkstatt, sind einsatzbereite Schlauchleitungen von externen Schlauchfachwerkstätten oder Fachhändlern zu beziehen.

Eine wichtige weitere Voraussetzung für die dichte und betriebssichere Verbindung von **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten** und Armatur ist die Auswahl normgerechter Teile, die maßlich aufeinander abgestimmt sind³⁴.

Beim Konfektionieren von **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten** ist auch auf die Herstellung leitfähiger Verbindungen nach Angaben des Herstellers zu achten (siehe auch Abschnitt 5.4 dieser Schrift).

Bei **Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen** werden die Anschlussteile bei der Herstellung der Schlauchleitung nach den in DIN EN 14585 beschriebenen Regeln der Schweißtechnik durch geprüfte Schweißer angeschweißt. Bei Schlauchleitungen aus rostfreien Stählen ist die in DIN 2827³⁵ vorgeschriebene innen grat- und spaltfreie Schweißverbindung (Abbildung 3 dieser Schrift) anzuwenden.

Die Tabellen 6a–6c zeigen häufig vorkommende Fehler beim Konfektionieren und geben Hinweise zu sachgerechtem Arbeiten.

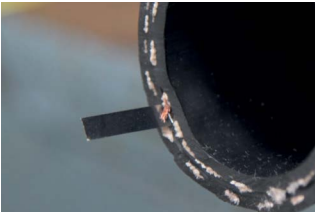
Ausführungsschritte	Vorgehensweise und Maßnahmen	Mögliche Fehler und Auswirkungen
1a 	zu 1a Wanddicke des Schlauches und Spannbe- reich der zu montierenden Klemmschalen müssen aufeinander abgestimmt sein. Die Wanddickenangabe (z. B. auf der Innenseite der Klemmschale oder aus der Dokumentation) bezüglich geeigneter Schlauchmaße beachten.	zu 1a Wanddicke des Schlauches zu dünn: • Schlauch wird kurzfristig undicht werden. Wanddicke des Schlauches zu dick: • Klemmschale schneidet in Schlauch- decke ein. • Druckträger ist äußeren Angriffen ausge- setzt • Abreißen der Schlauchleitung durch Schädigung des Druckträgers
1b 	zu 1b Schlauch horizontal in Schraubstock ein- spannen (fester Sitz, keine bleibenden Verformungen). Schlauch senkrecht zur Schlauchachse schneiden (mittels Schlauchmesser oder Kappsäge).	zu 1b Schlauch zu fest eingespannt: • bleibende Verformung Schlauch mit falschem Werkzeug geschnit- ten: • Verletzungsgefahr Schlauch schräg geschnitten • Schlauch liegt nicht komplett am Siche- rungsbund an, dadurch zu geringe Dicht- fläche

³³ DIN EN ISO 6134, DIN 2827, DIN EN 12115, siehe Anhang 11 Nr. 56, 27, 35

³⁴ DIN EN ISO 6134, siehe Anhang 11 Nr. 56

³⁵ Siehe Anhang 11 Nr. 27

Ausführungsschritte	Vorgehensweise und Maßnahmen	Mögliche Fehler und Auswirkungen
2a 	zu 2a (Herstellung einer Ω- und Ω/T-Schlauchleitung) Zur Herstellung einer Ω/T-Schlauchleitung sind die metallischen Leiter nicht an die Armatur anzuschließen. Metallische Einlagen sind in die Schlauchwand zu kürzen oder eine isolierende Scheibe zu verwenden. Nur sicherheitstechnisch relevant im Falle einer Gefahr von Streuströmen (siehe auch Abschnitt 4.4.2 Nr. 4).	zu 2a Die metallischen Einlagen stehen aus der Schlauch-Stirnfläche heraus, weil sie nicht ausreichend zurückgeschnitten sind: Beim Kontakt metallischer Einlagen mit dem Schlauchstutzen könnte eine ungewollte elektrische Verbindung entstehen (M-Leitfähigkeit statt Ω-Leitfähigkeit der Schlauchleitung)
2b 	zu 2b (zur Herstellung einer M-Schlauchleitung oder einer metallisch verbundenen Schlauchleitung) Wendel durch Herausziehen aus dem Schlauchanschnitt freilegen und etwas überstehend abkneifen	zu 2b Wendel zu kurz abgekneifen: Mangelhafter elektrischer Kontakt (keine M-Schlauchleitung)
3 	zu 3 Schlauch im Schraubstock so kurz wie möglich und so lang wie nötig überstehen lassen (Überstand auf Stutzen anpassen)	zu 3 Zu langer Überstand: - Verformung des Schlauches bei weiteren Arbeiten möglich Zu kurzer Überstand - Klemmschalen lassen sich nicht montieren
4a 	zu 4a und b Wendel mittels Zange zu einer flachen Schlaufe biegen (4a), dabei passend abkneifen und darauf achten, dass das scharfkantige Drahtende nicht auf dem Schlauchstutzen schaben kann (4b)	zu 4a und 4b Draht zu kurz abgekneifen: - Schlaufe lässt sich nicht herstellen Draht zu lang abgekneifen: - Verletzungsgefahr bei Benutzung der fertigen Schlauchleitung Drahtende nicht eingedreht: - Kratzspuren auf Schlauchstutzen (besonders bei empfindlichen, kunststoffbeschichteten Stutzen), dadurch keine saubere Dichtfläche Schlaufe nicht federnd gebogen: - Mögliche Fehlerquelle bei elektrisch nicht leitfähigem Anschluss
4b 		
5	Einbindung eines metallischen Leiters an den Stutzen.	
5a 	zu 5a Im Bereich der Kupferlitze mittels Schraubendreher ca. 1 cm tief in Schlauchachse einstechen, um die Schlauchdecke von der Schlauchseele zu trennen	zu 5a Einstichstelle falsch gewählt: - Keine elektrische Verbindung herstellbar Nicht tief genug eingestochen - Metallplättchen fällt heraus

Ausführungsschritte	Vorgehensweise und Maßnahmen	Mögliche Fehler und Auswirkungen
5b 	zu 5b Metallplättchen (ideal: 0,2 mm dick, 30 mm lang und 5 mm breit) umbiegen ($\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$)	zu 5b Ungeeignetes Metallplättchen oder ungeeignete Geometrie gewählt: • Lässt sich nicht sinnvoll montieren und elektrisch anschließen
5c 	zu 5c Das gefaltete Metallplättchen mittels Schraubendreher in den Hohlraum einschieben (langes Ende des Plättchens zur Schlauchdecke)	zu 5c Nicht tief genug eingeschoben: • Metallplättchen fällt wieder heraus
5d 	zu 5d Metallplättchen und Kupferlitze haben elektrischen Kontakt	zu 5d Metallplättchen nicht im Bereich der Kupferlitze: • Schlechte oder keine elektrische Verbindung
5e 	zu 5e Langes Ende des Metallplättchens nach innen umbiegen.	zu 5e Ende zu kurz oder in falsche Richtung umgebogen: • Schlechte oder keine elektrische Verbindung
6a 	zu 6a und b Schlauchstutzen und Schlauchinnenseite mit geeignetem Schmiermittel benetzen (z. B. Wasser, Spülmittel, Seife, Vaseline).	zu 6a und b Kein Schmiermitteleinsatz: • Schlauchstutzen lässt sich nur sehr schwer einbringen, kann dabei die Schlauchseele beschädigen Nur einseitiger Schmiermitteleinsatz: • Schmiermittel wird beim Einschieben des Schlauchstutzens abgestreift Falsches Schmiermittel (z. B. mineralöhlhaltige Mittel): • Schlauchseele quillt, zersetzt sich
6b 		

Ausführungsschritte	Vorgehensweise und Maßnahmen	Mögliche Fehler und Auswirkungen
7 	zu 7 Bei der Montage von allen elektrisch leitenden Schlauchleitungen ist darauf zu achten, dass bei Verwendung von Armaturen mit isolierender Beschichtung vor dem Sicherungsbund eine metallisch blanke Zone vorhanden ist.	
7a 	zu 7a Beim Einschieben des Schlauchstutzens das nach innen stehende Metallplättchen umbiegen, so dass es zwischen Schlauchseele und Schlauchstutzen eingeklemmt wird.	zu 7a Metallplättchen nicht korrekt zwischen Schlauchseele und Schlauchstutzen eingeklemmt: • Schlechte oder keine elektrische Verbindung
7b 	zu 7b Schlauchstutzen bis zum Anschlag einschieben, dabei Wendel federnd zusammendrücken.	zu 7b Schlauchstutzen nicht bis zum Anschlag eingeschoben: • Zu geringe Dichtfläche, Undichtigkeit, schlechte oder keine elektrische Verbindung Wendel nicht federnd zusammengedrückt: • Schlechte oder keine elektrische Verbindung, möglicherweise erst nach längerer Nutzung kein Kontakt mehr Schlaufe rutscht über Sicherungsbund: • Schlechte oder keine elektrische Verbindung, Klemmschalenmontage nicht fachgerecht möglich
8 	zu 8 Im Montagebereich der Klemmschalen die Schlauchdecke mit Schmiermittel benetzen.	zu 8 Kein Schmiermitteleinsatz: • Schalen können die Schlauchdecke einschneiden, zu hohe Montagekräfte nötig Falsches Schmiermittel (z. B. mineralöhlhaltige Mittel) • Schlauchdecke quillt, zersetzt sich

Tabelle 6a: Montage von Armaturen an **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten**

Ausführungsschritte	Vorgehensweise und Maßnahmen	Mögliche Fehler und Auswirkungen
9a  9b 	zu 9a und b Klemmschalen jeweils mit ihrem Kragen im Bereich der Nut des Stutzens positionieren und mittels Montageschrauben und -mutter (länger als Spannschrauben, Mutter mit höherer Festigkeit) diagonal fixieren. Mittels Montageschrauben die Klemmschalen beidseitig gleichmäßig bis kurz vor den Endmontagezustand zusammenschrauben.	zu 9a und b Klemmschalen nicht vorschriftsgemäß positioniert: - Kein Formschluss zum Schlauchstutzen, dieser kann unter Druck herausrutschen Keine Verwendung von Montageschrauben und -mutter (länger als Spannschrauben, Mutter mit höherer Festigkeit): - Montage nicht möglich, - Spannschrauben sind zu kurz, zu niedrige Festigkeit für Montage, dadurch können Spannschrauben abreißen. Spannschrauben nicht diagonal angezogen: - Klemmschalen werden nicht gleichmäßig zusammengezogen Spalt zwischen den Klemmschalen ungleichmäßig: - Spannschrauben oder Montageschrauben verkanten und lassen sich nicht auf Sollmaß anziehen
10 	zu 10 Spannschrauben mit Montagepaste benetzen.	zu 10 Keine Montagepaste benutzt: Zu hohe Montagekräfte nötig, Gefahr der Kaltverschweißung der Schrauben
11 	zu 11 Spannschrauben in die verbleibenden Bohrungen der Klemmschalen einschrauben, Montageschrauben danach durch Spannschrauben ersetzen.	zu 11 Spannschrauben zu gering in Mutter eingeschraubt: - Gefahr von Ausreißen Spalt zwischen den Klemmschalen ungleichmäßig: - Spannschrauben einseitig zu stark zusammengeschraubt. Klemmschalen liegen nicht parallel zueinander.
12a  12b 	zu 12a und b Klemmschalen gleichmäßig anziehen bis die Restspalte das gleiche Maß haben. Hierbei müssen die Klemmschalen parallel zueinander sitzen (12b) (Beispiel für das Spaltmaß siehe Tabelle 4, DIN EN 14420-3)	zu 12a und b Spaltlos zusammengezogen: - Schlauch wird gequetscht (Beschädigungen, Deformation des Stutzens, kein Nachziehen möglich) Spalt nicht parallel und/oder mit ungleichem Maß: - Schlauchleitung wird sofort oder kurzfristig undicht.

Tabelle 6b: Montage mit Klemmschalen (verschraubt) an Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten

Ausführungsschritte	Vorgehensweise und Maßnahmen	Mögliche Fehler und Auswirkungen
Montagevariante Klemmschale mit Spannstift: Alle Montageschritte aus Tabelle 6a bis einschließlich Bild 8 sind identisch.		
9.1 	zu 9.1 Klemmschale aufsetzen und in korrekte Montageposition bringen (Klemmschale mit ihrem Kragen im Bereich der Nut des Stützens positionieren).	zu 9.1 Klemmschalen nicht vorschriftsgemäß positioniert: • ein Formschluss zum Schlauchstutzen, dieser kann unter Druck herausrutschen
9.2 	zu 9.2 Offenes Ende der Klemmschale zwischen Spannbacken einspannen (beispielhaft ist auf der Abbildung ein hydraulisches System zu sehen), Klemmschale auf Endmaß zusammendrücken (Bohrungen fluchten zueinander).	zu 9.2 Durch unsachgemäßes Einspannen oder ungeeignetes Werkzeug lässt sich die Klemmschale nicht ordnungsgemäß zusammendrücken. Durch ungeeignetes Werkzeug kann die Klemmschale aus den Klemmbacken herauspringen: • Verletzen des Montagepersonals Wenn in Schritt 8 kein oder zu geringer Schmiermitteleinsatz erfolgt ist, wird die Klemmschale in die Schlauchdecke einschneiden.
9.3 	zu 9.3 Spannstift (Ausführung hier mit Öse) mittels Hammer bis zum Anschlag vollständig in die Bohrung eintreiben.	zu 9.3 Klemmschale nicht mit zueinander fluchtenden Bohrungen zusammengedrückt: • Spannstift lässt sich nicht eintreiben Klemmschale sitzt schief: • Spannstift lässt sich nicht vollständig in die Bohrungen eintreiben und die Schlauchleitung wird undicht Klemmstift beim Eintreiben verbogen: • Klemmschale sitzt schief und die Schlauchleitung wird undicht

Tabelle 6c: Montage mit Klemmfassung (verstiftet) von Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten

5.4 Vermeiden gefährlicher elektrostatischer Aufladungen von Schläuchen/Schlauchleitungen

Schlauchleitungen dürfen durch betriebliche Vorgänge nicht gefährlich aufgeladen werden.

5.4.1 Aufladung von Schläuchen

Strömt ein Medium, zum Beispiel eine Flüssigkeit oder ein Schüttgut, durch einen Schlauch, treten elektrische Ladungen an den Schlauchoberflächen und im Medium auf. Der Oberflächenwiderstand und der Durchgangswiderstand des Schlauches, die Leitfähigkeit des Mediums und die Strömungsgeschwindigkeit beeinflussen die Höhe der elektrostatischen Aufladung. Darüber hinaus ist es möglich, dass leitfähige Teile aufgeladen werden, beispielsweise bei Einrichtungen aus Metall, die durch isolierende Schläuche von Erdpotential getrennt sind.³⁶

5.4.2 Anforderungen an Schlauchleitungen in explosionsgefährdeten Bereichen

Folgende vier Bedingungen müssen erfüllt sein:

1. Die äußere Oberfläche der Schlauchleitung muss so beschaffen sein, dass sie nicht gefährlich aufgeladen werden kann. Das Aufladen kann beispielsweise durch äußere Reibungsprozesse, wie Ziehen über den Boden, der Schlauchleitung erfolgen.
Das wird erreicht durch
 - einen hinreichend kleinen Oberflächenwiderstand der äußeren Schicht von zum Beispiel höchstens $10^9 \Omega$ (bei 23 °C und 50 % relative Luftfeuchte) oder einen hinreichend kleinen spezifischen Widerstand der äußeren Schicht von zum Beispiel höchstens $10^9 \Omega \text{ m}$ oder
 - eine Begrenzung des Außendurchmessers isolierender Oberflächen gemäß Tabelle 1b in Abschnitt 3.2.1 der TRGS 727³⁷ oder
 - bei leitfähigen oder ableitfähigen inneren Schichten durch eine Begrenzung der Schichtdicke der äußeren, isolierenden Schicht gemäß Abschnitt 3.2.3.1 der TRGS 727.
2. Ein durch elektrostatisch aufgeladene Medien in der Schlauchleitung entstehendes elektrisches Feld muss nach außen abgeschirmt werden. Dazu muss der Schlauch eine geerdete, leitfähige oder mindestens ableitfähige Schicht besitzen. Anstelle einer durchgehenden homogenen Schicht kann auch ein ausreichend enges Netzwerk aus Drähten gewählt werden.
3. Auf der inneren Oberfläche der Schlauchleitung durch strömende Medien entstehende Ladungen müssen abgeführt werden, wenn im Inneren der Schlauchleitung explosionsfähige Gemische auftreten können.
Dies ist erfüllt, wenn der Ableitwiderstand der inneren, produktberührten Schicht so niedrig ist, dass der Ladungsstrom bei ungefährlichem Potential abgeführt wird (für Flüssigkeitsschläuche siehe Nummer 4.9.4 der TRGS 727). Zur Förderung von zum Beispiel hellen Stäuben, Gieß oder Granulat werden oft Schläuche mit nichtverfärbenden hellen produktberührenden Schichten eingesetzt. Diese Schläuche haben eine leitfähige Außenschicht und in die Schlauchwand eingebettete elektrische Leiter sowie gegebenenfalls Stützwendeln. Die Forderungen der Nummer 6.4 der TRGS 727 sind einzuhalten. Die elektrischen Leiter und die Stützwendel müssen mit den Armaturen verbunden sein.
Diese M/T-Schlauchleitungen sind elektrostatisch so sicher, dass sie sowohl für Flüssigkeitstransport, als auch für die pneumatische Förderung von brennbaren Stäuben verwendet werden können (vergleiche Tabelle 8 und Abschnitt 5.4.4 dieser Schrift).
4. Streuströme sind zu limitieren. Bei ordnungsgemäß geerdeten Anlagenteilen ist in der Regel nicht mit Streuströmen zu rechnen. Wenn dennoch aufgrund spezieller Installationen mit Streuströmen zu rechnen ist, sind zur Vermeidung von Funken beim Trennen von Verbindungen Schlauchleitungen mit einem Mindestwiderstand von $10^3 \Omega$ zu verwenden.

³⁶ Die diesbezüglichen Ausführungen der TRGS 727 werden durch weitere fachliche Ausführungen unter www.bgrci.de/exinfo/de/ex-schutz-wissen/aktuelle-forschung/elastomerschlauchleitungen-fuer-pneumatischen-transport-von-schuetttguetern ergänzt.

³⁷ Siehe Anhang 11 Nr. 16

Streuströme oder elektrische Ausgleichsströme können im Erdreich zu beträchtlichen elektrischen Strömen führen. Diese Ströme können sich in ungeschützten Leitern wie Schienen oder Rohrleitungen, die mit dem Erdreich in leitendem Kontakt stehen, bündeln und zu unkontrollierten Strömen in Anlagenteilen führen. Bei Anlagen in der Nähe starker elektrischer Verbraucher oder korrosionsgeschützter Anlagen sind daher Streuströme, wenn nicht besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, stets als mögliche Zündquelle in Betracht zu ziehen.

Definition Streuströme nach DIN EN ISO 80079-36

Streuströme können in elektrisch leitenden Systemen oder Teilen von Systemen fließen:

- als Rückstrom in Energieerzeugungssystemen – besonders in der Nähe von elektrischen Eisenbahnen und großen Schweißanlagen – wenn beispielsweise Komponenten von elektrisch leitenden Systemen, wie Schienen und Um-mantelungen von unterirdisch verlegten Kabeln, den Widerstand des Rückstromverlaufes verringern;
- als Folge eines Kurzschlusses oder eines Erdschlusses aufgrund von Fehlern in den Elektroinstallationen;
- als Folge von externer magnetischer Induktion (z. B. in der Nähe befindliche elektrische Installationen mit hohen Stromstärken oder Hochfrequenzen) und
- infolge von Blitzschlag (siehe geeignete Normen, z. B. IEC 62305).

Folgende Schlauchleitungen sind nicht geeignet:

- M-/MT-Schlauchleitungen
- Folienwickelschlauchleitungen
- Gewellte Metallschlauchleitungen
- Glatte und gewellte nichtmetallische Schlauchleitungen mit Metallumflechtung

Siehe auch Abschnitt 4.9.4 der TRGS 727.

5.4.3 Leitfähige, ableitfähige und isolierende Schläuche und Schlauchleitungen

Die TRGS 727 unterscheidet leitfähige, ableitfähige und isolierende Schlauchleitungen für Flüssigkeiten. In europäischen EN- und internationalen IEC-Standards für elektrostatische Grenzwerte von Schlauchleitungen wird für den Begriff „leitfähig“ der Begriff „elektrisch verbunden“ und für den Begriff „ableitfähig“ der Begriff „leitfähig“ verwendet. Für den Begriff „isolierend“ gibt es keine Doppelbenennung. Die Leitfähigkeit wird als elektrischer Widerstand an einer Schlauchleitung von einer metallischen Endarmatur zur anderen gemessen.

Der elektrische Widerstand einer Schlauchleitung wird zwischen den Armaturen in Ω gemessen. Auf Grundlage des Widerstandwertes werden die Schlauchleitungen in verschiedene Leitfähigkeitsklassen wie folgt eingeteilt:

- M-Schlauchleitung mit $\leq 10^2 \Omega$ und
- Ω -Schlauchleitung mit $\leq 10^6 \Omega$.

In der aktuellen TRGS 727 wird die elektrische Leitfähigkeit von Schlauchleitungen mit einem längenbezogenen Widerstand Ω/m angegeben. Das ist nicht im Sinne der Standardisierung und missverständlich. Die spezifischen Widerstände gelten nur in den Grenzen der oben unter M und Ω genannten absoluten Widerstandswerte.

Schlauchhersteller geben für ihre Schlauchleitungen gelegentlich Widerstandswerte in Ω/m an. Zur Beurteilung der tatsächlichen Einsatzfähigkeit für den jeweiligen Fall muss der Widerstand der gesamten Schlauchleitungslänge von Armatur zu Armatur gemessen werden.

Beispiel Schlauchmeterware mit folgenden Daten

Widerstand	$10^6 \Omega/\text{m}$
Schlauchleitungslänge	10 m

Damit ergibt sich ein Schlauchleitungswiderstand von $10^7 \Omega$ und somit eine isolierende Schlauchleitung.

Im Sinne dieser Schrift hat eine

- leitfähige oder elektrisch verbundene Schlauchleitung einen Widerstand bis $10^2 \Omega$,
- ableitfähige Schlauchleitung einen Widerstand zwischen $10^2 \Omega$ und $10^6 \Omega$,
- isolierende Schlauchleitung einen Widerstand größer $10^6 \Omega$.

Isolierende Schlauchleitungen sind für den Einsatz mit entzündbaren Stoffen und in explosionsfähiger Atmosphäre nicht geeignet.

5.4.4 Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten zum Beispiel nach DIN EN 12115 oder DIN EN ISO 6134

Die **M- oder M/T-Schlauchleitung** besitzt elektrisch leitfähige Einlagen, zum Beispiel metallische Drähte, die eine Ableitung ermöglichen. Die beidseitige elektrische Verbindung der leitfähigen Einlagen mit den Schlaucharmaturen ist unbedingt notwendig. Die elektrische Verbindung zur Erde erfolgt in der Regel durch Anschluss der Schlaucharmatur an ein geerdetes Gegenstück. Der Widerstandswert einer M- oder M/T-Schlauchleitung darf nicht mehr als $10^2 \Omega$ betragen. Bei M/T darf zusätzlich der Widerstandswert durch die Schlauchwand nicht größer als $10^9 \Omega$ sein. Dieser Wert ist durch den Schlauchhersteller zu garantieren, er ist nicht Bestandteil einer elektrischen Schlauchüberprüfung.

Die **Ω - oder Ω /T-Schlauchleitung** besteht aus leitfähigem oder ableitfähigem Material.

Sie kann auch mit Metalleinlagen ausgerüstet sein, die jedoch elektrisch nicht an beiden Endarmaturen angeschlossen wurden, zum Beispiel wenn die Erdung der Metalleinlagen durch den Kontakt mit dem leitfähigen Schlauchmaterial erfolgt. Der Widerstandswert zwischen den Armaturen darf nicht mehr als $10^6 \Omega$ betragen. Bei Ω /T darf zusätzlich der Widerstandswert durch die Schlauchwand nicht größer als $10^9 \Omega$ sein.

Bestehen die Ω /T-Schlauchleitungen aus einem Gummischlauch mit eingebetteter Stahlwendel, kann es bei der Montage dieser Schläuche mit Klemmschalen nach DIN EN 14420 oder Presshülsen vergleichbaren Aufbaues zu einer Verformung des Außengummis unter den Rippen der Schalen oder Hülsen kommen, wobei die Gummischicht über der Stahlwendel reduziert wird. Das kann dazu führen, dass im Laufe der Einsatzzeit durch die Gummialterung die Stahlwendel elektrischen Kontakt zu den Rippen der Schale/Hülse bekommt. Wenn das an beiden Schlaucharmaturen auftritt, entsteht eine elektrische Verbindung der Armaturen über die Stahlwendel, das heißt, die Ω /T-Schlauchleitung wird zu einer M/T-Schlauchleitung. Wenn anlagenspezifisch nichts dagegenspricht, kann die Leitung weiterhin als M/T verwendet werden, ist aber entsprechend zu kennzeichnen. Ansonsten ist sie neu als Ω /T einzubinden oder auszutauschen.

Bezeichnung der elektrischen Eigenschaft	Aufbau Schlauchwandung	Beispiele
M	Enthält angeschlossene metallische Leiter	- Folienwickelschläuche - Gewellte Metallschläuche - PTFE-Schläuche mit isolierender Seele Elastomerschlauch mit isolierenden Schichten und metallischem Leiter
M/T	Angeschlossener metallischer Leiter, mit ableitfähiger Seele und Decke	- PTFE-Schläuche mit ableitfähiger (schwarzer) Seele und Edelstahl Druckträger - Ω/T-Schlauch mit Anbindung der metallischen Komponenten an die Kupplung/Armatur
Ω	Kein angeschlossener metallischer Leiter, enthält eine ableitfähige Schicht	Schläuche mit isolierender Decke oder isolierender Seele mit oder ohne Stahlwendel
Ω/T	Kein angeschlossener metallischer Leiter, ableitfähige Seele und Decke	Elastomer- oder Thermoplastenschläuche ohne Stahlwendel oder ohne Anbindung der metallischen Komponenten

T = (Transfer) Durchgangswiderstand; Ω = Widerstand < 10⁶ Ohm; M = Widerstand < 10² Ohm

Tabelle 7: Beispiele für die Einteilung von Schläuchen nach Elektrostatischeigenschaften

Die folgenden zwei Tabellen geben einen Überblick über Eigenschaften und Anwendungen der unterschiedlichen Leitfähigkeitstypen von Schlauchleitungen.

Typ	Referenz/ Fundstellen	Eigenschaft	Anwendung in Ex-Bereichen	Streuströme
M	ISO 8031 TRGS 727 DIN EN 16643 DIN EN 16820 DIN EN 12115 IEC 60079-32-1 DIN 26054	Eine Schlauchleitung mit einer metallischen Verbindung zwischen beiden Armaturen, bestehend aus isolierendem Schlauchleitungsmaterial mit metallenen Einlagen.	M-Schlauchleitungen sind nur dann elektrostatisch für die Förderung von Flüssigkeiten geeignet, wenn die Wendelsteigung der metallischen Einlage maximal 3 cm beträgt und deren Überdeckung mit isolierendem Material 2 mm nicht überschreitet.	M-Schlauchleitungen dürfen in Bereichen, bei denen mit Streuströmen zu rechnen ist, nicht eingesetzt werden.
Ω	ISO 8031 TRGS 727 DIN EN 16643 DIN EN 16820 DIN EN 12115 IEC 60079-32-1	Eine Schlauchleitung, zumindest teilweise aus ableitfähigem Schlauchleitungsmaterial.	Ω-Schlauchleitungen sind bei vorhandenen isolierenden Schichten nur bedingt elektrostatisch sicher.	Ω-Schlauchleitungen mit metallischer Verbindung zwischen beiden Armaturen dürfen in Bereichen, bei denen mit Streuströmen zu rechnen ist, nicht eingesetzt werden.
Ω CL	ISO 8031 IEC 60079-32-1	Eine Ω-Schlauchleitung, die zumindest auf der Innenseite und der Außenseite aus ableitfähigem Schlauchleitungsmaterial besteht und bei der evtl. vorhandene isolierende Zwischenschichten ableitfähig überbrückt sind. Sofern die Schlauchleitung metallene Stützwendeln aufweist, dürfen diese nicht an beiden Armaturen angeschlossen sein. Die zuverlässige und dauerhafte Erdung der Metalleinlagen muss, zum Beispiel über den direkten Kontakt mit dem leitfähigen Schlauchmaterial, sichergestellt sein.	Diese Ω-Schlauchleitungen sind elektrostatisch ohne Einschränkung für die Förderung von Flüssigkeiten und zur Absaugung (Aspiration) brennbarer Stäube geeignet.	Diese Schlauchleitungen müssen in Bereichen, bei denen mit Streuströmen zu rechnen ist, eingesetzt werden.
Ω/T	DIN EN 16643 DIN EN 16820 DIN EN 12115			
ΩM	IEC 60079-32-1	Eine Ω/T-Schlauchleitung, identisch mit Ω-CL-Schlauchleitung, jedoch mit einer metallenen Verbindung zwischen beiden Armaturen.	Diese Schlauchleitungen sind elektrostatisch so sicher, dass sie auch für die pneumatische Förderung von brennbaren Stäuben verwendet werden können.	Diese Schlauchleitungen dürfen in Bereichen, bei denen mit Streuströmen zu rechnen ist, nicht eingesetzt werden.
M/T	DIN EN 16643 DIN EN 16820 DIN EN 12115 DIN 2827			

Tabelle 8: Zuordnung der Leitfähigkeitstypen von Schlauchleitungen – Eigenschaften und Anwendung in explosionsgefährdeten Bereichen und beim Vorhandensein von Streuströmen

Kennzeichnung		Bezeichnung	Elektrischer Widerstand zwischen den Endarmaturen				Bedeutung		Einsatz in Zone 0, 1 und 2
			DIN EN ISO 8031	IEC 60079-31	DIN EN 12115	DIN EN ISO 10380***			
M		elektrisch verbunden	< 10 ² Ω	< 10 ² Ω	≤ 10 ² Ω		Elektrische Leitfähigkeit durch zwei an die metallischen Endarmaturen leitfähig angeschlossene sich überkreuzende Drähte. Weitere metallische Leiter, zum Beispiel Stützspiralen, müssen ebenfalls angeschlossen werden. M-Schläuche sind nicht zu verwenden, wenn Streuströme auftreten können.		Nein*
M/T			–	–	≤ 10 ² Ω	< 1 Ω/m	Gleiche Anforderungen wie „M“. Zusätzlich darf der elektrische Widerstand durch die Schlauchwand 10 ⁹ Ω nicht übersteigen.		Ja
Ω	Ω-L	leitfähig	< 10 ⁶ Ω	< 1 M Ω	≤ 10 ⁶ Ω		Elektrische Leitfähigkeit wird durch Verwendung elektrisch leitfähiger Materialien erzielt (Widerstandswert größer 10 ² Ω).	Leitfähige Innenschicht	Nein*
	Ω-C							Leitfähige Außenschicht	Nein**
	Ω-CL							Leitfähige Innen- und Außenschicht	Ja
Ω/T							Elektrische Leitfähigkeit wird durch Verwendung elektrisch leitfähiger Materialien erzielt (Widerstandswert größer 10 ² Ω). Elektrischer Widerstand durch die Schlauchwand ist auf 10 ⁹ Ω begrenzt.	Ja	
–		unterbrochen/ discontinuous	> 2,5 x 10 ⁴ Ω bis maximal 10 ⁸ Ω	> 10 KΩ	–		Die Schlaucharmaturen sind von leitfähigem Material isoliert.		Ja
–		isoliert/ insulating	> 10 ⁸ Ω	> 10 ² MΩ	–		Isolierende Schlauchkonstruktion		Nein

* M- und Ω-L Schlauchleitungen sind nur dann elektrostatisch geeignet, wenn die Wendelsteigung der metallischen Einlagen maximal 3 cm beträgt und deren Überdeckung mit isolierendem Material 2 mm nicht überschreitet für die Förderung von Flüssigkeiten.

** Ω-C-Schlauchleitungen sind nur dann elektrostatisch geeignet, wenn Flüssigkeiten hoher Leitfähigkeit im Sinne der TRGS 727 oder nicht entzündliche Stoffe gefördert werden.

*** Metallschlauchleitungen, die nur aus elektrisch leitenden Werkstoffen hergestellt werden.

Tabelle 9: Schlauchleitungen für entzündbare Flüssigkeiten³⁸

³⁸ Beim pneumatischen Transport von Schüttgütern sind die Anforderungen der TRGS 727 für die einzelnen Schlauchtypen zu beachten.

5.4.5 Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schlauchleitungen nach DIN EN 13765

Es gelten die in Abschnitt 5.4.3 und 5.4.4 dieser Schrift beschriebenen Anforderungen an die elektrischen Eigenschaften. Diese Schlauchleitungen gehören elektrostatisch zu den M-Schlauchtypen. Der maximale elektrische Widerstand zwischen den metallischen Armaturen beträgt somit $10^2 \Omega$.

5.4.6 Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen

Bei Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen werden Bauformen mit und ohne Inliner unterschieden:

- **Schlauchleitungen ohne Inliner** mit fachgerecht hergestellter Schweißverbindung zwischen Armatur und Schlauch sind ausreichend leitfähig.
- **Schlauchleitungen mit Inliner** müssen die oben genannten Bedingungen erfüllen, um ausreichend leitfähig zu sein; insbesondere ist Nr. 3 in Abschnitt 5.4.2 dieser Schrift zu beachten.
- **Metallschlauchleitungen mit kompletter äußerer isolierender Ummantelung** dürfen in Ex-Bereichen eingesetzt werden.
 - Bei der Explosionsgruppe IIA oder IIB darf die Dicke der isolierenden Ummantelung 2 mm nicht überschreiten,
 - bei der Explosionsgruppe IIC nicht mehr als 0,2 mm betragen.

Metallschlauchleitungen, die nur aus metallisch leitfähigen Werkstoffen bestehen, können wie M/T-Schlauchleitungen eingesetzt werden (siehe Tabelle 8 und 9).

5.5 Kennzeichnung

Schläuche, Armaturen und Schlauchleitungen sind eindeutig und verwechslungsfrei zu kennzeichnen, um die Eignung jederzeit erkennen zu können.

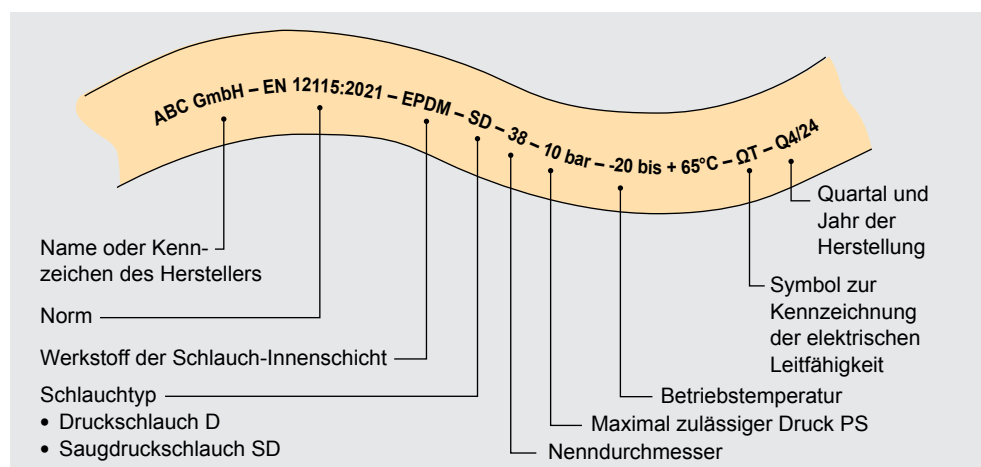


Abbildung 8: Kennzeichnungsbeispiel von Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten nach DIN EN 12115

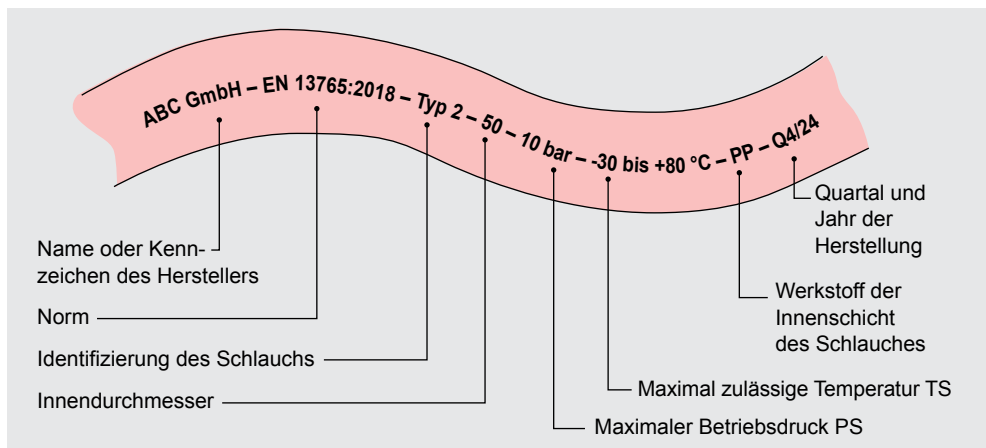


Abbildung 9: Kennzeichnungsbeispiel von Folienwickelschläuchen nach DIN EN 13765³⁹

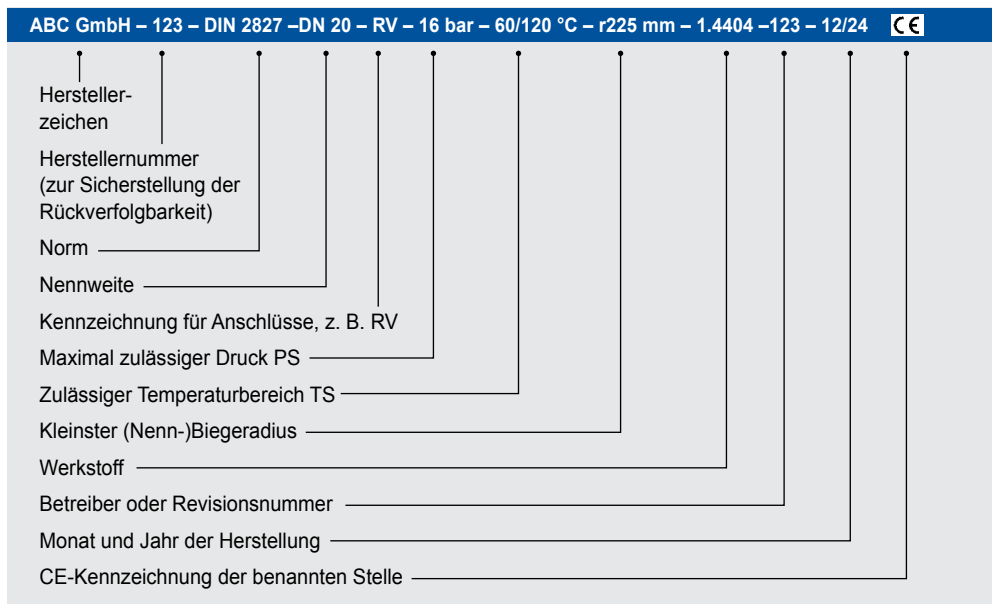


Abbildung 10: Kennzeichnungsbeispiel von Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen auf der Endhülse nach DIN 2827⁴⁰

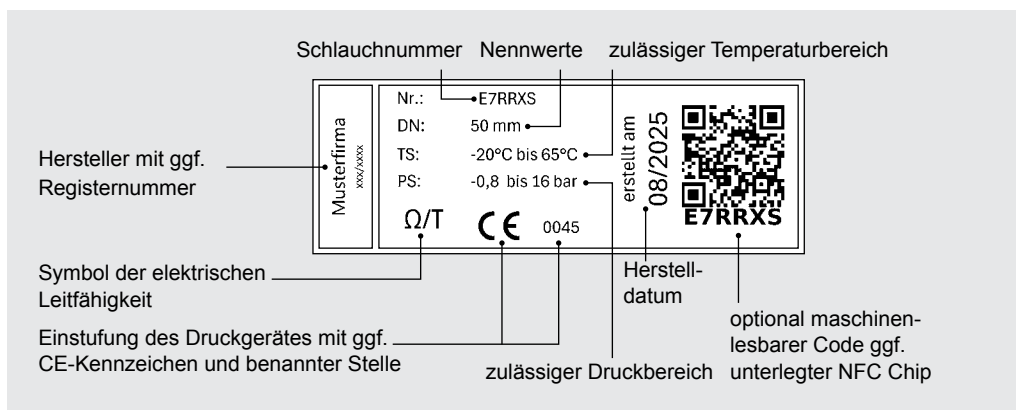


Abbildung 11: Beispiel für eine Kennzeichnung einer Schlauchleitung (siehe auch Kennzeichnungsband 1 nach DIN EN 12115) (weitere Beispiele siehe Abschnitt 8.6 dieser Schrift)

³⁹ Für Drucke > 16 bar sowie für Dampf und Heißwasser empfiehlt es sich, in Anlehnung an DIN 2827 zu verfahren.

⁴⁰ Siehe Anhang 11 Nr. 27

5.5.1 Kennzeichnung von Schläuchen (durch den Hersteller)

Schläuche aus Elastomeren und Thermoplasten haben nach DIN EN 12115 und DIN EN ISO 6134⁴¹

- eine farbliche Kennzeichnung entsprechend der Werkstoffgruppe (Tabelle 3 dieser Schrift; bei Dampf rot),
- eine dauerhafte Kennzeichnung wie zum Beispiel eine Prägung mit der in Abbildung 8 dieser Schrift aufgeführten Information.

5.5.2 Kennzeichnung der Armaturen von Schlauchleitungen (durch den Hersteller)

Soweit bei Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten nach Norm für bestimmte Teile keine Kennzeichnung erforderlich ist, sollen nur Teile verwendet werden, die mindestens folgende Angaben aufweisen:

- Nummer der heranzuziehenden Norm
- Herstellername oder -zeichen
- Werkstoffnummer (zumindest für Armaturenteile aus nichtrostenden Werkstoffen)

Vom Betreiber einer Schlauchleitung selbst gefertigte Sonderarmaturen müssen den einschlägigen Regelwerken entsprechen und von der zur Prüfung befähigten Person geprüft werden. Die Prüfung ist nachzuweisen. Diese Armaturenteile sind zu kennzeichnen⁴².

5.5.3 Kennzeichnung der Schlauchleitungen (durch den Konfektionär)

Schlauchleitungen sind zusätzlich zur Schlauchkennzeichnung des Herstellers mit ergänzenden Angaben durch den Konfektionär zu versehen.

Bei Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten besteht diese Kennzeichnung aus einer Typenkennzeichnung und einer Prüfkennzeichnung. Zum Beispiel aus nichtrostendem Stahl, die in der Nähe einer Armatur so angebracht werden, dass sie nicht verloren gehen:

- Typenkennzeichnung (Kennzeichnungsband 1, siehe Abbildung 11) Enthält Angaben zur Identifizierung und zu den betrieblichen Einsatzbedingungen. Wird angebracht von dem, der die Schlauchleitung konfektioniert oder in Verkehr bringt. Kennzeichnungsband 1 muss stets an der Schlauchleitung bleiben.
- Prüfkennzeichnung (Kennzeichnungsband 2, siehe Abbildung 22–24) Hat die Funktion einer Prüfplakette. Wird vom Betreiber oder von dem vom Betreiber beauftragten Konfektionär angebracht und bei jeder Prüfung ausgetauscht.

Andere Kennzeichnungen können verwendet werden, sofern sie eindeutig, ohne technische Geräte lesbar und dauerhaft sind.

Schlauchleitungen mit nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen oder Folienwickelschläuche können analog gekennzeichnet werden. Sofern Angaben bereits auf dem Schlauch oder der Armatur vorhanden sind, kann das Kennzeichnungsband 1 entfallen.

Bei Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen ersetzt die Kennzeichnung auf einer der Endhülsen weitgehend Kennzeichnungsband 1. Ein Kennzeichnungsband 1 ist jedoch unter Umständen mit zusätzlichen Angaben zur Identifizierung beim Betreiber erforderlich. Kennzeichnungsband 2 kann auch, wie hier beschrieben, verwendet werden. Eine Kennzeichnung nach Abschnitt 7 der DIN 2827 auf mindestens einer der Endhülsen ist vorgeschrieben (Abbildung 10 dieser Schrift).

Ein Beispiel für die Kennzeichnung einer Schlauchleitung nach Druckgeräterichtlinie zeigt Abbildung 11 dieser Schrift (Kennzeichnungsband 1 nach DIN EN 12115, DIN EN ISO 6134).

⁴¹ Siehe Anhang 11 Nr. 35, 56

⁴² DIN EN 10204, siehe Anhang 11 Nr. 34

5.6 Prüfung und Dokumentation durch den Hersteller der Schlauchleitung

Die Prüfungen gliedern sich in vier Abschnitte und sind zu dokumentieren.

Der Hersteller einsatzfähiger Schlauchleitungen (Konfektionär) muss eine Dokumentation über erfolgte Prüfungen erstellen (Hinweise in Checkliste 1 Anhang 8 dieser Schrift).

Selbstkonfektionierte Schlauchleitungen müssen vor einer ersten Inbetriebnahme von der Schlauchfachwerkstatt des Betriebes/Unternehmens geprüft werden. Das Ergebnis der Prüfungen ist ebenfalls zu dokumentieren (Hinweise in Checkliste 2 Anhang 9 dieser Schrift).

Schlauchleitungen, die den Prüfanforderungen nicht entsprechen, dürfen nicht in Betrieb genommen werden.

5.6.1 Überprüfung der Dokumentation

Überprüft werden die vollständige Dokumentation und Kennzeichnung der Schlauchleitung beziehungsweise deren Bestandteile. Hinweise:

- Die Dokumentation umfasst zum Beispiel Betriebsanleitung⁴³, Protokolle über Druckprüfungen (Festigkeitsprüfungen), Werkstoffprüfungen.
- Einsatzfähig bezogene Schlauchleitungen sind bereits vom Hersteller gekennzeichnet (Abschnitt 5.5.3 dieser Schrift).
- Einsatzfähig bezogene Schlauchleitungen ab Kategorie I Druckgeräte-richtlinie⁴⁴ bedürfen der CE-Kennzeichnung und einer Betriebsanleitung.

5.6.2 Äußere Prüfung

Die äußere Prüfung beinhaltet eine Sichtprüfung und gegebenenfalls die Prüfung sicherheitstechnischer Ausrüstungen. Dadurch werden äußere Schäden und Montagefehler erkannt. Zu Sichtprüfungen siehe Anhang 10.

5.6.3 Prüfung des elektrischen Widerstands

Der elektrische Widerstand zwischen den Armaturen muss im trockenen Zustand gemessen werden. Dabei soll sich die Schlauchleitung auf einer isolierenden Unterlage befinden. Aufeinanderliegende Schlauchwindungen können zu einem falschen Messergebnis führen. Die für die Messung geltenden maximalen elektrischen Widerstände sind abhängig vom Typ der Schlauchleitung. Die anzusetzenden Widerstandswerte sind unter Abschnitt 5.4.4 Tabelle 9 und Abschnitt 5.4.5 genannt.

5.6.4 Druckprüfungen (Festigkeitsprüfungen)

- **Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen** können für höhere Temperaturen eingesetzt werden. Bei höheren Temperaturen ist die Festigkeit des Metallschlauchs gegenüber einem Betrieb bei Raumtemperaturen geringer. Dieses ist bei der Druckprüfung zu berücksichtigen. Der Prüfdruck der wiederkehrenden Festigkeitsprüfung ist aus den Angaben des Herstellers aus dem Prüfzeugnis zu entnehmen oder gegebenenfalls beim Hersteller nachzufragen.

⁴³ Betriebsanleitung ist gleichzusetzen mit Benutzungsanweisung, Bedienungsanleitung.

⁴⁴ Siehe Anhang 11 Nr. 10

- Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten, Folienwickelschläuchen oder nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen
 - mit Kennzeichnungsband: maximal zulässiger Druck (PS) x 1,5
 - ohne Kennzeichnungsband: maximal zulässiger Druck des schwächsten Bauteils x 1,5
- Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren: maximal zulässiger Druck (Druck des Sattedampfes) x 5

Achtung

Immer das schwächste Glied beachten!

Beispiel: Schlauch PS 10 bar, ausgerüstet mit Losflansch PN 16 bar, reduziert den maximal zulässigen Druck der Schlauchleitung (PS) bei maximal 20 °C auf 10 bar.

Die Schlauchleitung muss mit dem maximal zulässigen Druck (PS) gekennzeichnet sein.

Bei Schlauchleitungen für die Förderung von Gasen ist eine Prüfung auf Gasdichtigkeit zu empfehlen.

Gasdruckprüfungen erfordern besondere Sicherheitsmaßnahmen⁴⁵.

⁴⁵ Merkblatt T 039, siehe Anhang 11 Nr. 25

6 Auswahl und Beschaffung

Es sind fertig konfektionierte und einsatzbereite Schlauchleitungen zu beziehen, wenn keine eigene Schlauchfachwerkstatt vorhanden ist.

6.1 Schlauchleitung oder Rohrleitung

Die wichtigste Sicherheitsregel lautet: **Schlauchleitungen nur einsetzen, wenn auf die Vorteile, die ihre Verwendung bietet, nicht verzichtet werden kann.**

Diese Vorteile sind ihre Beweglichkeit und die schnelle Einsatzbereitschaft (zu den Nachteilen siehe Abschnitt 4.2.3 dieser Schrift). Auf keinen Fall dürfen Schlauchleitungen als bequemer Ersatz für festverlegte Rohrleitungen betrachtet werden.

6.2 Planung

Alle Füllstellen und die dazugehörenden Leitungen, Schlaucharmaturen und Pumpen müssen vor der Errichtung sorgfältig geplant werden.

Nur so kann eine Gefährdung durch Provisorien, ungeeignete Schläuche und Schlaucharmaturen oder Nichtbeachtung von Arbeitsschutzvorschriften und Technischen Regelwerken vermieden werden.

6.3 Auswahl einer geeigneten Schlauchleitung

Der sichere Betrieb einer Schlauchleitung ist nur möglich, wenn bei der Auswahl die zutreffenden Einsatzbedingungen berücksichtigt werden. Dazu gehören Beständigkeit gegen die Durchflusstoffe, Betriebsdruck (statisch und dynamisch), Betriebstemperatur, Einbausituation, Biege-/Biegewechselhäufigkeit, Häufigkeit und Dauer des Einsatzes, Umgebungsbedingungen und mechanische Beanspruchung.

Bei **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten** sind auch Lagerbedingungen und Alter von Bedeutung (siehe auch Abschnitte 7.1 und 7.2 dieser Schrift).

Bei **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten** gibt es sogenannte Vielzweckschläuche, die eine breite Palette von Anwendungsfällen abdecken. Das sind zum Beispiel Schläuche mit einer Innenschicht aus vernetztem oder hochmolekularem Polyethylen oder fluorhaltigen Kunststoffen. Durch den Einsatz solcher Schläuche werden die Typenvielfalt und damit die Verwechslungsgefahr verringert, Bestellwesen, Lagerhaltung und Einsatzplanung vereinfacht.

Bei **gewellten Metallschläuchen** kann die Anwendungsbreite durch Wahl eines höherwertigen Werkstoffes, zum Beispiel Monel oder Hastelloy C, deutlich erweitert werden.

6.4 Beschaffung einer Schlauchleitung

Der Hersteller einer Schlauchleitung und dessen Vorlieferanten müssen über ein lückenloses Qualitätssicherungssystem (vorzugsweise nach DIN EN ISO 9000, 9001, 9004⁴⁶) und gegebenenfalls die Zertifizierung durch eine benannte Stelle nach Druckgeräterichtlinie verfügen.

⁴⁶ Siehe Anhang 11 Nr. 58–60

In den Geltungsbereich der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU (DGRL) fallen Schlauchleitungen zum Fortleiten von Fluiden mit einem maximal zulässigen Druck (PS) von mehr als 0,5 bar. Die Einstufung der Schlauchleitungen erfolgt nach zunehmendem Gefahrenpotential nach Artikel 4 Absatz 3 oder in Kategorien gemäß den in Anhang II der DGRL angegebenen Diagrammen (siehe Anhang 1).

Gemäß Richtlinie 2014/68/EU muss jede Schlauchleitung mit folgenden Mindestangaben gekennzeichnet sein:

- CE-Zeichen bei Schlauchleitungen der Kategorie I beziehungsweise CE-Zeichen und Nummer der benannten Stelle bei Kategorie II und III
- Alle zum Betrieb der Schlauchleitung notwendigen Auslegungsparameter, wie zum Beispiel maximaler zulässiger Druck, maximal zulässige Temperatur, Leitfähigkeit, Herstellungsjahr, Hersteller

Folgende Dokumentation ist gemäß dieser Schrift für jede Schlauchleitung erforderlich:

- Konformitätserklärung des Herstellers (nur bei Schlauchleitungen der Kategorie I bis III)
- Herstellerbescheinigung mit Festigkeitsprüfung (Schlauchleitungen Art. 4, Abs. 3 DGRL)
- Betriebsanleitung für die gesamten Verwendungen der Schlauchleitung (Betrieb, Instandhaltung, Wartung)
- Alle weiteren Informationen, die zum sicheren Betrieb der Schlauchleitung notwendig sind, wie zum Beispiel Beständigkeitslisten (Armatur, Schlauch), Werkstoffe, maximale Verwendungsdauer beziehungsweise Lebenszeit

Eine Konfektionierung von Schlauchleitungen im Betrieb/Unternehmen ist nur zulässig, wenn der Betreiber über eine Schlauchfachwerkstatt⁴⁷ verfügt.

Der Hersteller von Schlauchleitungen hat zu bescheinigen, dass sie den einschlägigen Vorschriften und Normen nach dem Stand der Technik entsprechen.

Abbildung 12 dieser Schrift fasst zusammen, was bei der Beschaffung einer Schlauchleitung zu beachten ist, Anhang 7 dieser Schrift gibt Hinweise für den Bestelltext.

⁴⁷ Begriffsbestimmung siehe Abschnitt 2 dieser Schrift

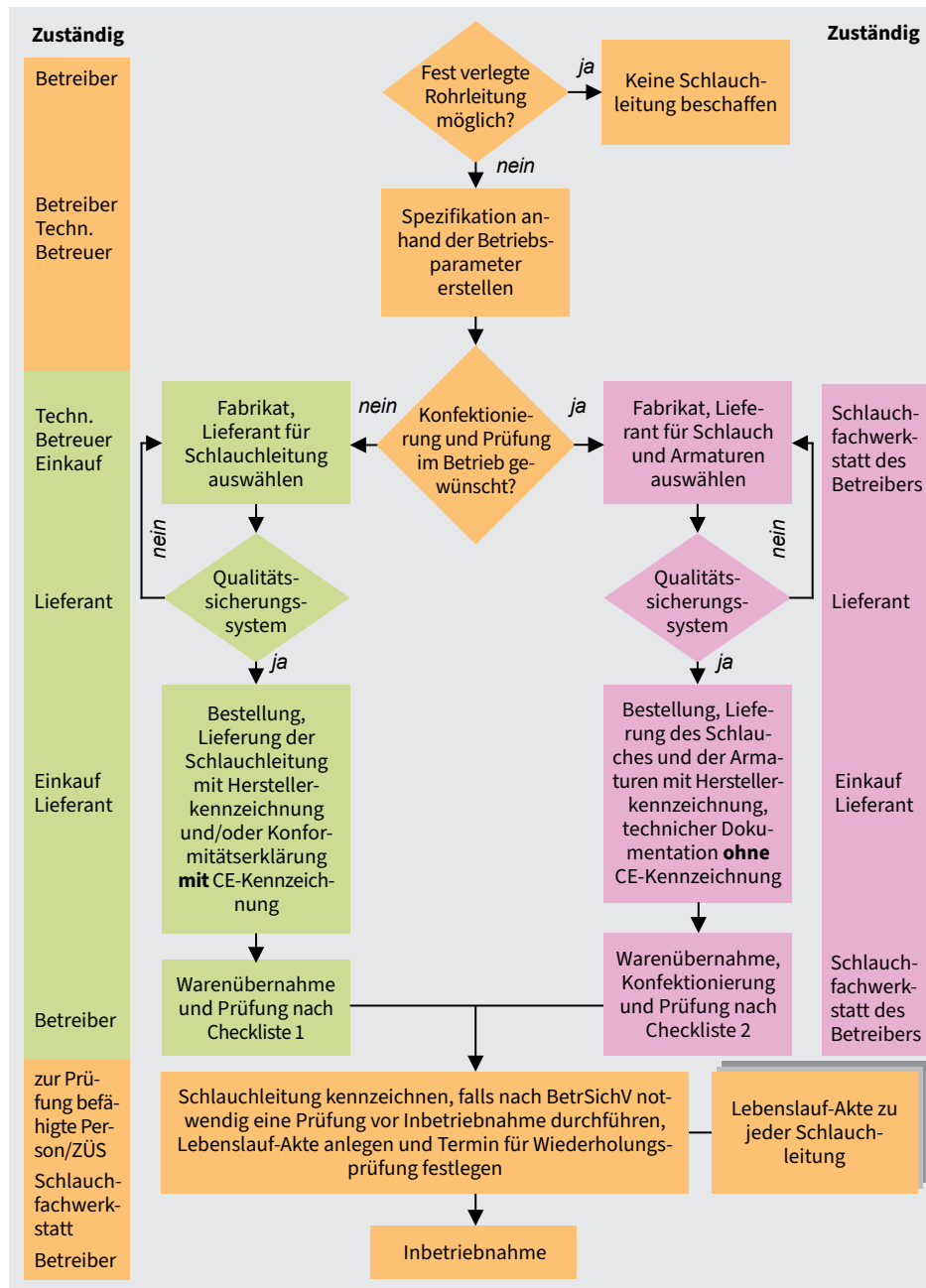


Abbildung 12: Empfehlung für die Beschaffung und Konfektionierung von Schlauchleitungen

7 Betrieb von Schlauchleitungen

Wesentliche Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb:

- Auswahl von Schlauch- und -armaturenwerkstoffen entsprechend der Beanspruchung durch Stoffe und Betriebsbedingungen.
- Fachgerechte Montage geeigneter Schlaucharmaturen.
- Richtige Lagerung.
- Richtiges Handhaben.
- Festlegen der Arbeitsweise in einer Betriebsanweisung, entsprechende regelmäßige Unterweisungen der Beschäftigten.
- Bereitstellen und Verwenden geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen.
- Prüfungen (siehe Abschnitt 8 dieser Schrift).

7.1 Allgemeines

Für den sicheren Betrieb von Schlauchleitungen sind gemäß Abschnitt 4.2 dieser Schrift Gefährdungsbeurteilungen zu erstellen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind in der Rangfolge technisch, organisatorisch, personenbezogen (persönliche Schutzausrüstungen)⁴⁸ festzulegen. Die Beschäftigten sind regelmäßig und wiederkehrend zu unterweisen.

Hinsichtlich der Fragestellung, ob eine Schlauchleitung oder eine Rohrleitung zum Einsatz kommen sollte, gilt als die wichtigste Sicherheitsregel, dass Schlauchleitungen nur einzusetzen sind, wenn auf die Vorteile, die ihre Verwendung bietet, nicht verzichtet werden kann.

Diese Vorteile sind ihre Beweglichkeit und die schnelle Einsatzbereitschaft (zu den Nachteilen siehe Abschnitt 4.2.3 dieser Schrift). Auf keinen Fall dürfen Schlauchleitungen als bequemer Ersatz für festverlegte Rohrleitungen betrachtet werden.

Ist ein Hautkontakt mit Gefahrstoffen nicht sicher auszuschließen⁴⁹, müssen geeignete Körper- und Augennotduschen⁵⁰ an leicht erreichbarer Stelle vorhanden sein. Augenspülflaschen sind kein Ersatz für Augennotduschen. Augenspülflaschen mit Muschel und steriler Spülflüssigkeit sind nur zulässig, wenn kein fließendes Trinkwasser zur Verfügung steht. Diese Maßnahme soll mit einem Arbeitsmediziner oder einer Arbeitsmedizinerin abgeklärt werden.

Die Lebensdauer einer Schlauchleitung hängt ab von

- den Lagerbedingungen (Abschnitt 7.2 dieser Schrift),
- der Handhabung (Abschnitt 7.3 dieser Schrift),
- den Betriebsbedingungen (Abschnitt 7.3.3 dieser Schrift) wie Druck, Temperatur, Aggressivität der Durchflusstoffe und den äußeren Bedingungen.

Die Lebensdauer von Schlauchleitungen ist in jedem Fall durch Alterung (z. B. Versprödung) und Materialermüdung begrenzt, deshalb sind Schlauchleitungen regelmäßig zu prüfen (siehe Abschnitt 8 dieser Schrift).

48 §§ 29–31 der DGUV Vorschrift 1, siehe Anhang 11 Nr. 18

49 TRGS 401, siehe Anhang 11 Nr. 14

50 DIN EN 15154-5, siehe Anhang 11 Nr. 50

7.2 Lagerung

Durch die Lagerbedingungen wird die Lebensdauer der Schläuche beeinflusst.

Voraussetzungen für eine sachgerechte Lagerung sind:

- Trockener, sauberer Lagerraum.
- Für **Schläuche aus Elastomeren und Thermoplasten** zusätzlich dunkel und mäßig belüftet, Temperaturen zwischen 15 °C und 25 °C; Temperaturen über 30 °C und unter –30 °C vermeiden.
- Spannungs- und knickfreie Aufbewahrung.
- Bei **gewellten Metallschläuchen** Einwirkung von Halogeniden, zum Beispiel Chloriden, Bromiden oder Jodiden (Gefahr der Lochkorrosion); Fremd- oder Flugrost ausschließen.
- Schutz gegen Witterungseinflüsse bei Lagerung im Freien.
- Verschließen der Schlauchenden mit Schutzkappen, um das Schlauchinnere vor Verschmutzung, Ozoneinwirkung und Korrosion zu schützen.

Hinweise zu Zuordnung, Registrierung, Prüfung:

- Alle Schlauchleitungen sollten im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung einem Verwendungszweck zugeordnet, registriert und wiederkehrend geprüft werden. Vorteil: Sie können jederzeit an der vorgesehenen Stelle eingesetzt werden.
- **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten**, die noch keinem Verwendungszweck zugeordnet sind, müssen ausgehend vom Herstellungsdatum beziehungsweise vom Datum der letzten Prüfung nach einer Lagerzeit von zwei oder mehr Jahren vor der Benutzung einer wiederkehrenden Prüfung nach § 14 der Betriebssicherheitsverordnung⁵¹ (siehe Abschnitt 8.3.2 dieser Schrift) unterzogen werden. Alternativ können Sie, um jederzeit einsetzbar zu sein, wiederkehrend alle zwei Jahre geprüft werden. Vor dem Einsatz sind sie zu registrieren.

7.3 Technische Schutzmaßnahmen beim Betreiben

7.3.1 Handhabung von Schlauchleitungen

Falsches Verlegen von Schlauchleitungen ist die Ursache vieler Stolperunfälle und mechanischer Beschädigungen der Schläuche.

Schlauchleitungen sind sachgemäß verlegt, wenn

- sie keine Hindernisse bilden und Beschäftigte, Dritte und Umwelt nicht gefährdet werden,
- sie in Längsrichtung nicht verdreht werden (keine Torsion),
- sie nicht abknicken, insbesondere nicht hinter der Schlaucharmatur,
- sie keiner Zugbelastung ausgesetzt sind,
- der kleinste zulässige Biegeradius nach Angaben des Herstellers nicht unterschritten wird, zum Beispiel durch Verwenden eines Schlauchsattels (siehe Beispiel 3 in der folgenden Tabelle 10),
- thermische, chemische und mechanische Belastungen von außen vermieden werden (z. B. Verlegen in der Nähe einer Heizung, ungeeignetes Reinigungsmittel, Scheuerstellen),
- sie nicht über scharfe Kanten gezogen werden.

Schutzmaßnahmen, die dazu beitragen, Unfälle zu verhindern und die Lebensdauer der Schlauchleitungen zu verlängern, sind zum Beispiel:

- Schlauchgelenkarme: Sie schützen vor Knicken, Torsion und dem Überfahrenwerden. Das Risiko „Stolperfalle“ wird reduziert (siehe Abbildung 13a).
- Drehgelenke: Sie kompensieren Torsion.
- Kugelgelenke: Sie schützen vor Torsion und Knicken (siehe Abbildung 13b).

⁵¹ Siehe Anhang 11 Nr. 3

- Schlauchsattel: Sie schützen vor Knicken.
- Überfahrbrücken: Sie schützen vor dem Überfahrenwerden.
- Scheuerschutzspiralen und Knickschutz: Sie schützen vor Beschädigungen und Knicken (siehe Abbildungen 13d und 13e).



Abbildung 13a: Verlegen von Schlauchleitungen – Schlauchgelenkarm



Abbildung 13b: Verlegen von Schlauchleitungen – Kugeldrehgelenk

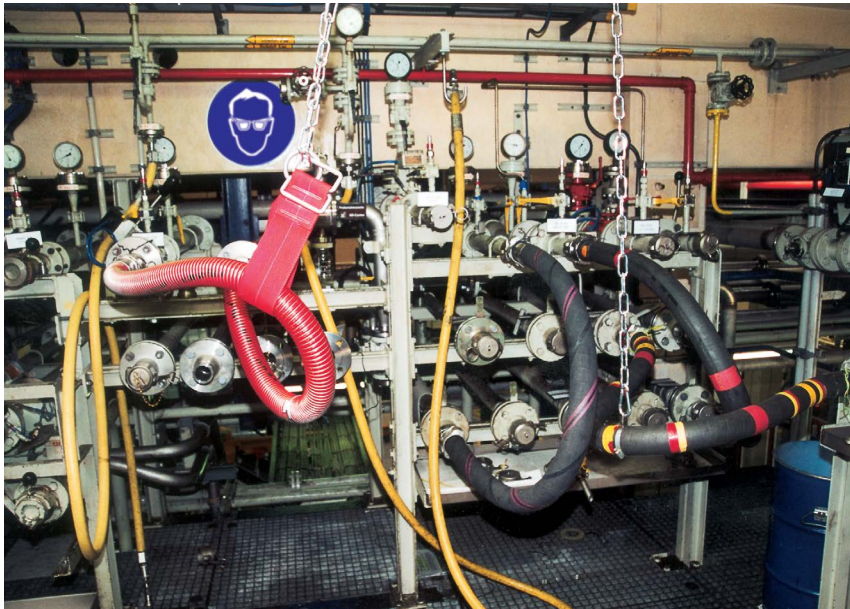


Abbildung 13c: Verlegen von Schlauchleitungen – „Schlauchbahnhof“



Abbildung 13d: Scheuerschutzspiralen aus Kunststoff und Metall

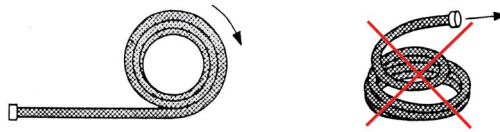


Abbildung 13e: Knickschutz mit Spezialarmatur

Hinweise für Handhabung und Anschließen

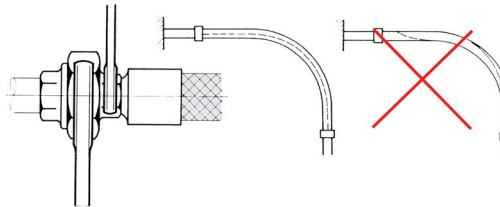
Beispiel 1

Aufgerollte Schlauchleitung durch Abrollen des Schlauchringes geradelegen. Nicht jedoch durch Ziehen an einem Ende des Schlauchringes, denn dadurch wird der zulässige Mindestbiegeradius des Schlauches unterschritten und der Schlauch unzulässig auf Torsion beansprucht.



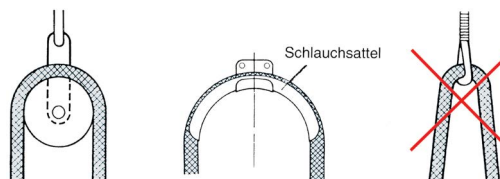
Beispiel 2

Schlauchleitung verdrehungsfrei anschließen. Bei drehbaren Gewindeanschlüssen zweiten Schlüssel zum Gegenhalten verwenden.



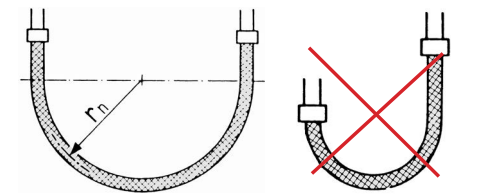
Beispiel 3

Zu starke Biegebeanspruchung durch Verwendung einer dem zulässigen Biegeradius entsprechenden Rolle oder eines Schlauchsattels vermeiden.



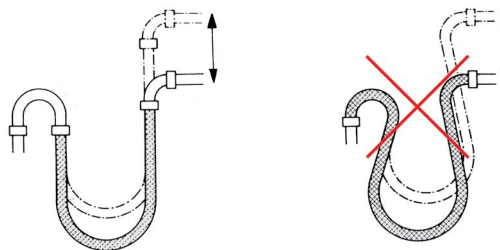
Beispiel 4

Schlauchleitung als 180°-Bogen mit ausreichend neutralen Schlauchenden einbauen. Die Bestimmung der Länge erfolgt nach Herstellerangaben (z. B. Berechnungsformel). Einbauabstand nach dem erforderlichen Biegeradius bestimmen.



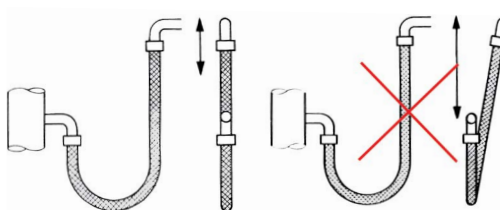
Beispiel 5

Durch Verwendung starrer Rohrbögen unzulässige Abbiegung unmittelbar hinter den Anschlussarmaturen vermeiden. Mindestbiegeradius beachten (auch bei manuellem Gebrauch der Schlauchleitung).



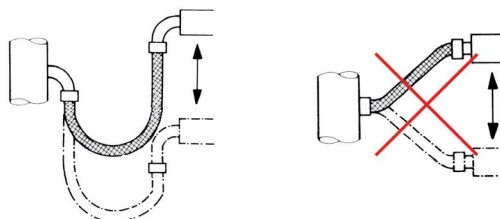
Beispiel 6

Bewegungsrichtung und Schlauchachse müssen in einer Ebene liegen. Schädliche Torsionsbeanspruchungen werden dadurch vermieden.



Beispiel 7

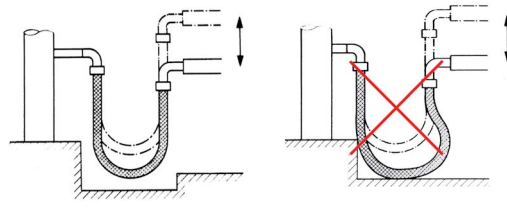
Keine wechselnde Biegebeanspruchung und keine zu starke Abbiegung unmittelbar hinter den Anschlussarmaturen durch Verwendung starrer Rohrbögen.



Hinweise für Handhabung und Anschließen (Fortsetzung)

Beispiel 8

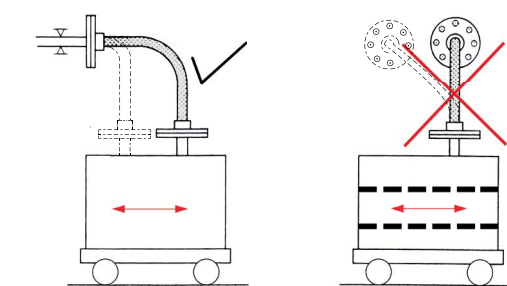
Schlauchleitungen als freihängenden Bogen so anordnen, dass sie auch bei ausgefahrenem Hub weder mit der Wand oder sonstigen Gegenständen, noch mit dem Boden in Berührung kommen.



Zusätzliche Hinweise zur Aufnahme von Schwingungen

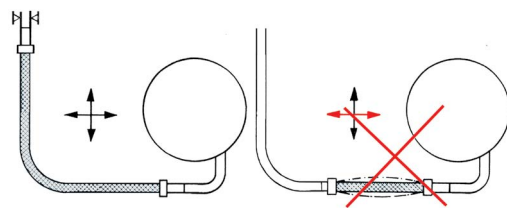
Beispiel 9

Schlauchleitung möglichst nahe am Schwingungsaggregat anbauen. Schlauchleitung verdrehungsfrei anschließen. Die Hauptbewegungsrichtung der Schwingungen und der Schlauchbogen müssen in einer Ebene liegen. Schädliche Torsionsbeanspruchung wird dadurch vermieden. An der weiterführenden Rohrleitung muss ein Festpunkt vorgesehen werden. Schlauchleitung darf nicht mit dem Rohrgewicht belastet werden.



Beispiel 10

Zur Aufnahme von zwei- oder dreidimensionalen Schwingungen Schlauchleitung als 90°-Winkelleitung einbauen. Axial auftretende Schwingungen werden von Schläuchen nicht aufgenommen.



Mechanische Beanspruchung bei Schlauchleitungen

Beispiel 11

Lassen sich äußere mechanische Beanspruchungen (z. B. häufiges Ziehen auf dem Boden) nicht vermeiden, ist die Schlauchleitung je nach Grad der Beanspruchung zum Beispiel durch eine äußere Runddrahtwendel (oben links) oder durch einen Schutzschlauch (unten links) vor Beschädigungen zu schützen (Beispiele siehe Abbildung 13d). Ohne Schutz (unten rechts) kommt es zu Scheuerstellen und voraussichtlich zum frühzeitigen Versagen der Schlauchleitung.

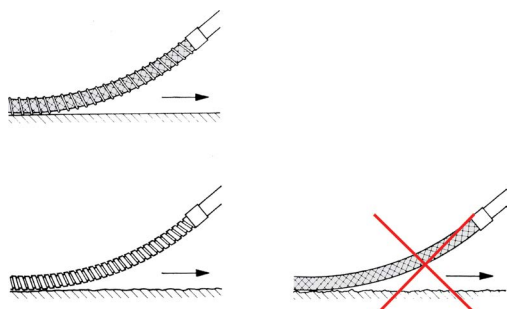


Tabelle 10: Sachgemäßes Handhaben – Beispiele

7.3.2 Weitere Hinweise für den Umgang

Beim Umgang mit Schlauchleitungen sind zusätzlich folgende wesentliche Regeln zu beachten:

- Schlauchleitungen ordnungsgemäß transportieren, zum Beispiel Aufeinanderschlagen von Schlauch und Schlaucharmaturen vermeiden, Dichtflächen mit Schutzkappen versehen.
- Saugbetrieb vorziehen, da so bei Undichtigkeiten in der Regel keine großen Stoffmengen austreten. Aber: Beim Transport entzündlicher Stoffe kann durch Einsaugen von Luft explosionsfähige Atmosphäre auftreten.
- Bei **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten** eine Berührung von Außenschicht und Schnittflächen mit dem Durchflussstoff vermeiden.
- Verwechslungen vermeiden (siehe Abschnitt 7.4.2 dieser Schrift).
- Beim Umgang mit entzündlichen Flüssigkeiten und in explosionsgefährdeten Bereichen Erdung⁵² der Schlauchleitung sicherstellen.

⁵² Wirksamkeit der Erdung regelmäßig prüfen (z. B. Ableitwiderstand messen – siehe TRGS 727; darauf achten, dass Lackschichten vom Dorn der Erdungszange durchstoßen werden).

- Am Ende der Schlauchleitung befestigte leitfähige Teile, zum Beispiel Zapfventile, Trockenkupplungen, müssen wie die Schlauchleitung selbst geerdet sein. Ihre Erdung erfolgt zweckmäßigerweise über die Schlauchleitung (Ableitwiderstand $< 10^6 \Omega$, gemessen über die gesamte Länge der Schlauchleitung), zum Beispiel durch eine leitfähige oder ableitfähige Schicht oder Metalleinlage.
- Schlauchleitungen, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn aus dem Explosionsschutzdokument hervorgeht, dass sie in diesen Bereichen sicher verwendet werden können⁵³.
- M-Schlauchleitungen können nur bedingt in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden (siehe Abschnitt 5.4.2 Nr. 3 dieser Schrift).
- Schlauchleitungen erfordern regelmäßige Prüfungen des elektrischen Widerstands. Aufgrund mangelhafter Konfektion oder Verschleiß, zum Beispiel bei gerissenen Verbindungsdrähten, ist es möglich, dass leitfähige Komponenten des Schlauches, zum Beispiel Schlauchkupplungen, Stützwendel oder Abschirmungen, elektrisch isoliert werden.
- Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion (z. B. Sicherheitsventile, Überströmventile) an geeigneter Stelle vorsehen⁵⁴, wenn sich ein unzulässig hoher Druck, zum Beispiel durch thermische Ausdehnung des Inhaltes, aufbauen kann. Aus tretende Stoffe gefahrlos ableiten.
- Schlauchleitungen drucklos abkuppeln, gegebenenfalls Entspannungs- und Druckentlastungseinrichtungen sowie ein Manometer vorsehen, sofern keine Trockenkupplungen verwendet werden.
- Bei Leerschlauchbetrieb Schlauchleitung nach Gebrauch vollständig entleeren und gegebenenfalls spülen.
- Außen mit aggressiven Medien benetzte Schlauchleitungen auch außen reinigen.
- Nach dem Entleeren Schlauchenden verschließen.
Ausnahme: Schlauchleitungen für heiße Stoffe, zum Beispiel Dampf, dürfen erst nach dem Erkalten verschlossen werden. So wird Unterdruck vermieden, der zur Zerstörung des Schlauches führen kann.
- Mittel und Verfahren zur Reinigung der Innen- und Außenschicht in Abstimmung zwischen Hersteller und Anwendenden auswählen.
- Schlauchleitungen nach Ablauf der Prüffrist nicht mehr verwenden.
- Bei der regelmäßigen Sichtkontrolle besonders achten auf
 - Verformung des Schlauches (z. B. Abknickungen, Verwindungen),
 - Risse, Blasen und Aushärtungen bei Außen- und Innenschicht von **Schläuchen aus Elastomeren und Thermoplasten** sowie **Folienwickelschläuchen**,
 - Korrosion und Beschädigung der Drahtumflechtung von Schläuchen.
- Schrauben an Klemmfassungen von **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten** können sich lockern und sind daher regelmäßig auf festen Sitz zu überprüfen.
- Beschädigte Schlauchleitungen der Benutzung entziehen, instandsetzen oder unbrauchbar machen. Eine Instandsetzung mit baugleichen Elementen ist keine Änderung im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung. Die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten und die Gewährleistung der Dichtheit ist durch den Betreiber sicherzustellen.
- Schlauchleitungen, die nicht mehr instandgesetzt werden können, durch Zerschneiden unbrauchbar machen und fachgerecht entsorgen.

7.3.3 Zusätzliche Hinweise für den Umgang mit Schlauchleitungen für Dampf und Heißwasser

Beim Betrieb von Schlauchleitungen mit Dampf und Heißwasser⁵⁵ ist zusätzlich zu beachten:

- Bei **Schlauchleitungen aus gewellten Metallschläuchen**, die nicht mit einer wärmeisolierenden Außenhülle versehen sind, besteht bei dieser Verwendung erhöhte Verbrennungsgefahr.
- **Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren** nicht für andere Stoffe verwenden.
- **Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren** vorzugsweise mit genormten Schlaucharmaturen einbinden (DIN EN 14423⁵⁶).

53 § 9 Abs. 4 der BetrSichV und § 6 Abs. 9 der GefStoffV, siehe Anhang 11 Nr. 3 und 13

54 Druckgeräterichtlinie, siehe Anhang 11 Nr. 10

55 Sie werden als Dampfschlauchleitungen bezeichnet. Heißwasser: Temperatur $> 100^\circ\text{C}$, Druck $> 1\text{ bar}$.

56 Siehe Anhang 11 Nr. 47

- Bei **Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren** Alterung des Schlauchwerkstoffes berücksichtigen (durch die hohen Temperaturen altern die Werkstoffe schneller).
- **Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren** möglichst nur für Nass- und Sattdampf einsetzen. Trockener, überhitzter Dampf schadet dem Schlauch und führt zur Verkürzung der Lebensdauer. Trockener, überhitzter Dampf entsteht unmittelbar hinter Druckreduzierungen oder hinter nur teilweise geöffneten Absperrarmaturen.
- Schrauben an Klemmfassungen regelmäßig auf festen Sitz prüfen. Besonders wichtig ist das beim Einsatz neuer Schläuche, da sich das Schlauchmaterial setzt.
- Dampfschlauchleitungen sind generell so zu verlegen, dass sich keine Säcke bilden, in denen sich Kondensat sammeln kann. Ist das nicht möglich, für vollständige Kondensatentleerung beispielsweise durch Leerblasen mit Pressluft sorgen. Bei **Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren** dringt das Kondensat in die Innenschicht ein (Wasserquellung) und bei erneuter Beaufschlagung mit Dampf führt dieses zu Gefügeschäden („popcorning“) – Abbildung 14 dieser Schrift.
- Unterdruck durch Abkühlung einer beidseitig abgesperrten Schlauchleitung vermeiden. Dazu Absperrventil in der Zuführungsleitung nach Gebrauch schließen und Dampfschlauch entspannen.
- Beim offenen Umgang mit Dampf und Heißwasser besteht erhöhte Verbrühungsgefahr. Daher nur geeignete Abschlussarmaturen oder Dampfpistolen verwenden. Schlauchleitung am Ende festhalten oder gegen Herumschlagen (Peitscheneffekt) sichern.
- Für den wechselseitigen Einsatz mit Dampf und Heißwasser eignen sich **Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren** nur bis zu einer Temperatur von 120 °C beziehungsweise einem Druck von 1 bar Überdruck. Beim Einsatz bei höheren Temperaturen führt die Volumenvergrößerung des in die Innenschicht eingedrungenen Wassers (Wasserquellung) zu einer Gefügeschädigung.

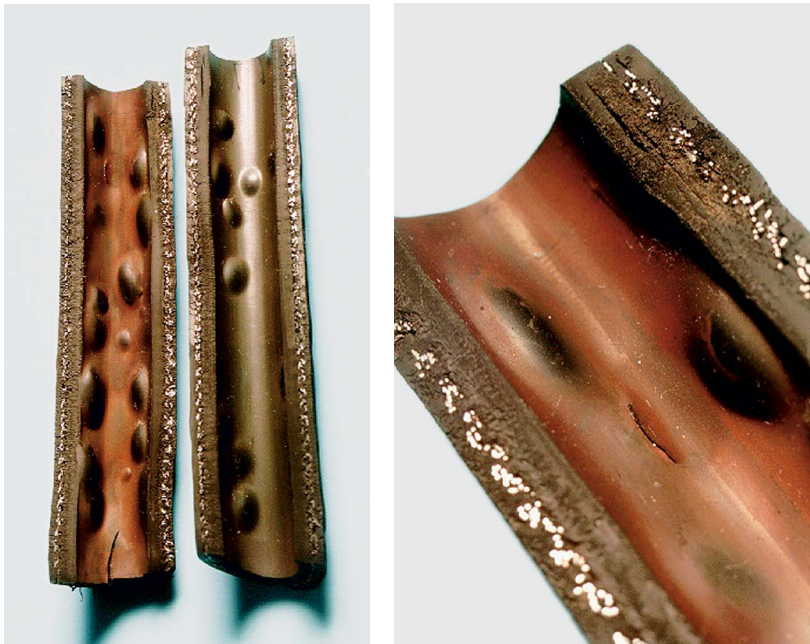


Abbildung 14: „Popcorning“ – Beispiel

7.3.4 Zusätzliche Hinweise für den Umgang mit Schlauchleitungen für Wasserstoff

Wasserstoff gewinnt zunehmend an Bedeutung als alternativer Energieträger in verschiedenen Industriezweigen. Die Verwendung von Wasserstoff in Schlauchleitungen birgt jedoch spezifische Sicherheitsrisiken, die sorgfältig bewertet werden müssen.

Die folgende Tabelle stellt die Eigenschaften des Wasserstoffs dar und erläutert die daraus entstehenden Gefährdungen:

Eigenschaften von Wasserstoff	potenzielle Gefährdung
Das kleinste Molekül	Geringe Viskosität → hohe Leckrate
Das leichteste Molekül	Neigt zur Permeation und Diffusion, steigt schnell nach oben
Farb- und geruchloses Gas	Nicht sichtbar, nicht riechbar
Liegt unterhalb des Siedepunktes von -252 °C verflüssigt vor (LH2). Oberhalb der kritischen Temperatur von -243 °C ist Wasserstoff nicht mehr unter Druck verflüssigbar und liegt immer gasförmig vor.	Kälteverbrennungen
Wasserstoff-Luft-Gemische sind brennbar (auch explosiv)	Brand und Explosion (Ex-Bereich von 4–77 Volumen-%)
Versprödet Werkstoffe	Beschädigung der Schlauchleitung und Freisetzung des Wasserstoffs
Oberhalb der kritischen Temperatur von -243 °C nicht unter Druck verflüssigbar	Druckgefährdung bei Temperaturerhöhung
Sauerstoffverdrängend	Erstickungsgefahr

Tabelle 11: Eigenschaften und potenzielle Gefährdungen durch Wasserstoff

Das Material der Schlauchleitung muss für die Anwendung (maximaler und minimaler Druck, Temperatur, Durchfluss, Druck-Zeit-Profil) geeignet sein.

Im Fall von Metall-Schlauchleitungen eignen sich austenitische Stähle mit > 7% Nickel (z. B. 1.4404, 1.4571) sowohl für gasförmigen als auch tiefkalt verflüssigten Wasserstoff.

Unlegierte Stähle, niedriglegierte Stähle, martensitische Chromstähle und nickellegierte Stähle eignen sich hingegen nur bedingt.

Hinweise zur sicheren Verwendung von Werkstoffen gibt zum Beispiel die ISO/TR 15916.

Falls Nichtmetall-Schlauchleitungen eingesetzt werden sollen, gibt zum Beispiel die Tabelle 1 der DIN EN ISO 11114-2⁵⁷ Auskunft, welche Elastomere beziehungsweise Kunststoffe geeignet sind.

Wichtig ist, dass die Schlauchleitung wenig permeabel ist. Die Temperatur, bei der die Schlauchleitung eingesetzt wird, hat Auswirkungen auf die Stabilität der Leitung: Bei hohen Temperaturen steigt die Permeation und bei tieferen Temperaturen steigt die Versprödung. Bei Elastomer- beziehungsweise Kunststoffschlauchleitungen können bei Druckschwankungen unter Umständen Materialschädigungen (explosive Dekompression) auftreten. Dies ist bei der Beschaffung zu berücksichtigen und muss mit dem Hersteller abgeklärt werden.

Alle weiteren Komponenten wie beispielsweise Armaturen/Kupplungen müssen ebenfalls für den Einsatz mit Wasserstoff geeignet sein.

Aufgrund des großen Explosionsbereichs (siehe Tabelle 11) sind Schutzmaßnahmen gegen Explosionsgefahr zu treffen.

⁵⁷ Siehe Anhang 11 Nr. 62

7.3.5 Umbau und Instandsetzung

Reparaturen am geplatzten Schlauch selbst (Schlauch ohne Armaturen) dürfen nicht durchgeführt werden.

Beschädigte Schlauchleitungen sind bis zu ihrer eventuellen Instandsetzung der Benutzung zu entziehen.

Eine Instandsetzung von **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten** (z. B. Kürzung des Schlauches, Undichtigkeiten an der Einbindung, Wiederverwendung von funktionsfähigen Armaturen) darf nur eine Schlauchfachwerkstatt vornehmen (ggf. müssen Maßnahmen mit einer zur Prüfung befähigten Person oder mit einer nach Betriebssicherheitsverordnung⁵⁸ zugelassenen Überwachungsstelle – ZÜS – abgestimmt werden). Die Schlauchleitung ist in sorgfältig gespültem und gereinigtem Zustand zu übergeben. Erfahrungsgemäß können auch aus gut gereinigten Schlauchleitungen noch längere Zeit die geförderten Stoffe ausdünsten. Die Ausdünstungen von Gefahrstoffen können beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut zu Gesundheitsschäden führen. Daher hat der Betreiber über den zuletzt geförderten Stoff zu informieren, zum Beispiel mit dem Sicherheitsdatenblatt, der Betriebsanweisung nach Gefahrstoffverordnung⁵⁹, einem Transportaufzettel (Muster in Anhang 6 dieser Schrift) oder einem Erlaubnisschein. Die Schlauchfachwerkstatt hat gegebenenfalls die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu ergreifen, zum Beispiel Absaugungen und persönliche Schutzausrüstungen.

Nach der Instandsetzung ist die Schlauchleitung einer Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person oder durch eine nach Betriebssicherheitsverordnung zugelassene Überwachungsstelle zu unterziehen (siehe Abschnitt 8.2 dieser Schrift).

Allgemein sollen Umbau und Instandsetzung von Schlauchleitungen auf Basis einer Gefährdungsbeurteilung nur in begründeten Einzelfällen erfolgen. Die Arbeiten müssen vom zuständigen Hersteller, Konfektionär oder durch dazu autorisierte Schlauchfachwerkstätten durchgeführt werden. Je nach Umfang der Umbauten oder Instandsetzungen kann das einem neuen „auf dem Markt bereitstellen“ der Schlauchleitung nach der Druckgeräte-Richtlinie gleichstehen.⁶⁰

7.4 Organisatorische Maßnahmen

7.4.1 Betriebsanweisung, Unterweisung

Voraussetzungen für den sicheren Umgang mit Schlauchleitungen sind

- eine stoff- und arbeitsplatzbezogene Betriebsanweisung nach § 12 Abs. 2 der Betriebssicherheitsverordnung, § 14 Abs. 1 der Gefahrstoffverordnung⁶¹ und
- regelmäßige Unterweisungen, die anhand der Betriebsanweisung durchgeführt werden (gemäß § 12 des Arbeitsschutzgesetzes, § 12 der Betriebssicherheitsverordnung, § 14 Abs. 2 der Gefahrstoffverordnung, § 4 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“).

In Betriebsanweisung und Unterweisung ist auch auf technische Schutzmaßnahmen, zum Beispiel beim Verlegen von Schlauchleitungen, einzugehen.

Ausführliche Hinweise zur Ausarbeitung des Inhalts der Betriebsanweisung ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung. Wichtige Hinweise zu Betriebsanweisungen zu Gefahrstoffen gibt das Merkblatt A 010⁶² der BG RCI und die Datenbank GisChem.⁶³

Eine besondere Form der Betriebsanweisung hat sich beim Be- und Entladen von Tankfahrzeugen bewährt: Mithilfe von Checklisten werden die einzelnen Arbeitsschritte und Schutzmaßnahmen nacheinander abgefragt.

⁵⁸ Siehe Anhang 11 Nr. 3

⁵⁹ Siehe Anhang 11 Nr. 13

⁶⁰ Weitere Hinweise dazu siehe EmpfBS 1114 „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“, Anhang 11 Nr. 8.

⁶¹ Siehe Anhang 11 Nr. 2 und 9

⁶² Siehe Anhang 11 Nr. 20

⁶³ Siehe Anhang 11 Nr. 74

7.4.2 Vermeiden von Verwechslungen

Die Gefahr von Verwechslungen lässt sich verringern durch:

- Farbkennzeichnung der **Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten** gibt Hinweise auf Werkstoff der Innenschicht (DIN EN 12115⁶⁴), zum Beispiel blau für NBR 2, blau/weiß für UPE (siehe auch Tabelle 3 dieser Schrift)
- Verwenden produktspezifischer Schlauchleitungen und Schlaucharmaturen (nach innerbetrieblicher Absprache) Ankuppeln ungeeigneter Schlauchleitungen wird vermieden.
- Möglichst geringe Zahl von Schlauchleitungstypen

7.4.3 Schlauchfachwerkstatt⁶⁵

Konfektionierung, Wartung, Instandsetzung und Prüfung von Schlauchleitungen erfordern eine besondere Sachkunde.

Diese Arbeiten sollen daher von einer entsprechend ausgerüsteten internen oder externen Schlauchfachwerkstatt mit entsprechend qualifiziertem Personal ausgeführt werden.

Weitere Aufgaben sind auch Bestellung, Registrierung, Inspektion, Prüfterminverwaltung, wiederkehrende Prüfungen, technische Dokumentation, Beratung der Betriebe, Verschrottung und Entsorgung von Schlauchleitungen.

Im Rahmen der technischen Dokumentation wird für jede prüfpflichtige Schlauchleitung eine Lebenslaufakte angefertigt. Sie gibt Auskunft über Registriernummer, Verwendungszweck, Daten der Schlauchleitung, gegebenenfalls erforderliche Sicherheitsausrüstung, Fristen für wiederkehrende Prüfungen.

In jedem Fall bleibt jedoch der Betreiber verantwortlich für den bestimmungsgemäßen Einsatz und für den betriebssicheren Zustand am Einsatzort.

⁶⁴ Siehe Anhang 11 Nr. 35

⁶⁵ Begriffsbestimmung im Abschnitt 2 dieser Schrift.

8 Prüfungen nach Betriebssicherheitsverordnung, Gefahrstoffverordnung sowie dem Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen

Bei den Prüfungen ist insbesondere erforderlich:

- Begutachtung des Zustandes
- Druck- und Dichtheitsprüfung
- Prüfen des elektrischen Widerstands

Die Prüfungen sind zu dokumentieren.

8.1 Allgemeine Grundsätze

Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung nach Abschnitt 4.2 dieser Schrift hat der Betreiber für Arbeitsmittel unter anderem insbesondere:

- Art,
- Prüfständigkeiten,
- Prüfzeiten und
- Umfang erforderlicher Prüfungen zu ermitteln (siehe Abschnitt 8.2 dieser Schrift).

Angaben des Herstellers sind hier zu beachten. Neben den Prüfpflichten nach Betriebssicherheitsverordnung können für Schlauchleitungen gegebenenfalls solche nach anderen Rechtsvorschriften bestehen. Beispielsweise können auch Prüfungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erforderlich sein. Diese sind von einem Sachverständigen nach WHG durchzuführen.

8.2 Prüfständigkeiten

Die Prüfungen sind von einer Prüfperson als

- zur Prüfung befähigten Person (bP) mit den Grundanforderungen nach § 2 Nr. 6 der Betriebssicherheitsverordnung – Schlauchleitungen als druckbeaufschlagte Arbeitsmittel,
 - zur Prüfung befähigten Person (bP) gemäß Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 3 der Betriebssicherheitsverordnung – Schlauchleitung als überwachungsbedürftige Anlage oder gegebenenfalls
 - zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) – Schlauchleitung als überwachungsbedürftige Anlage
- durchzuführen. Für die Bestimmung von Prüfständigkeiten können die Diagramme in Anhang 4 (Abbildungen 25–29) verwendet werden.

Fallen die Schlauchleitungen auch unter den Anhang 2, Abschnitt 4 der Betriebssicherheitsverordnung (überwachungsbedürftige Anlagen und Teile), hat der Betreiber die dort festgelegten zusätzlichen Anforderungen ebenfalls zu erfüllen (siehe Abbildung 15).

Schlauchleitungen sind überwachungsbedürftig, soweit sie Druckgeräte sind (im Sinne der Richtlinie 2014/68/EU), mit Ausnahme der Druckgeräte im Sinne des Artikels 4 Absatz 3, und sie für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten, die nach der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 („CLP-Verordnung“) in deren Anhang I wie folgt eingestuft sind:

- als entzündbare Gase mit den Gefahrenhinweisen H 220 oder H 221,
- als entzündbare Flüssigkeiten, sofern der Flammpunkt $\leq 55\text{ °C}$ ist, mit den Gefahrenhinweisen H224, H 225 und H 226,
- als pyrophore Flüssigkeiten mit dem Gefahrenhinweis H 250,
- als akut toxisch mit den Gefahrenhinweisen H 300, H 310 oder H 330 oder
- als ätzend mit dem Gefahrenhinweis H 314.

Insofern werden überwachungsbedürftige Schlauchleitungen nach der Betriebssicherheitsverordnung wie Rohrleitungen betrachtet. Die überwachungsbedürftigen Schlauchleitungen sind nach dem Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG) vor der erstmaligen Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme und wiederkehrend zu prüfen.

Auch Anschlussarmaturen (Adapter) und Anbauteile wie zum Beispiel Ventile müssen geprüft werden, werden aber in dieser Schrift nicht weiter behandelt.

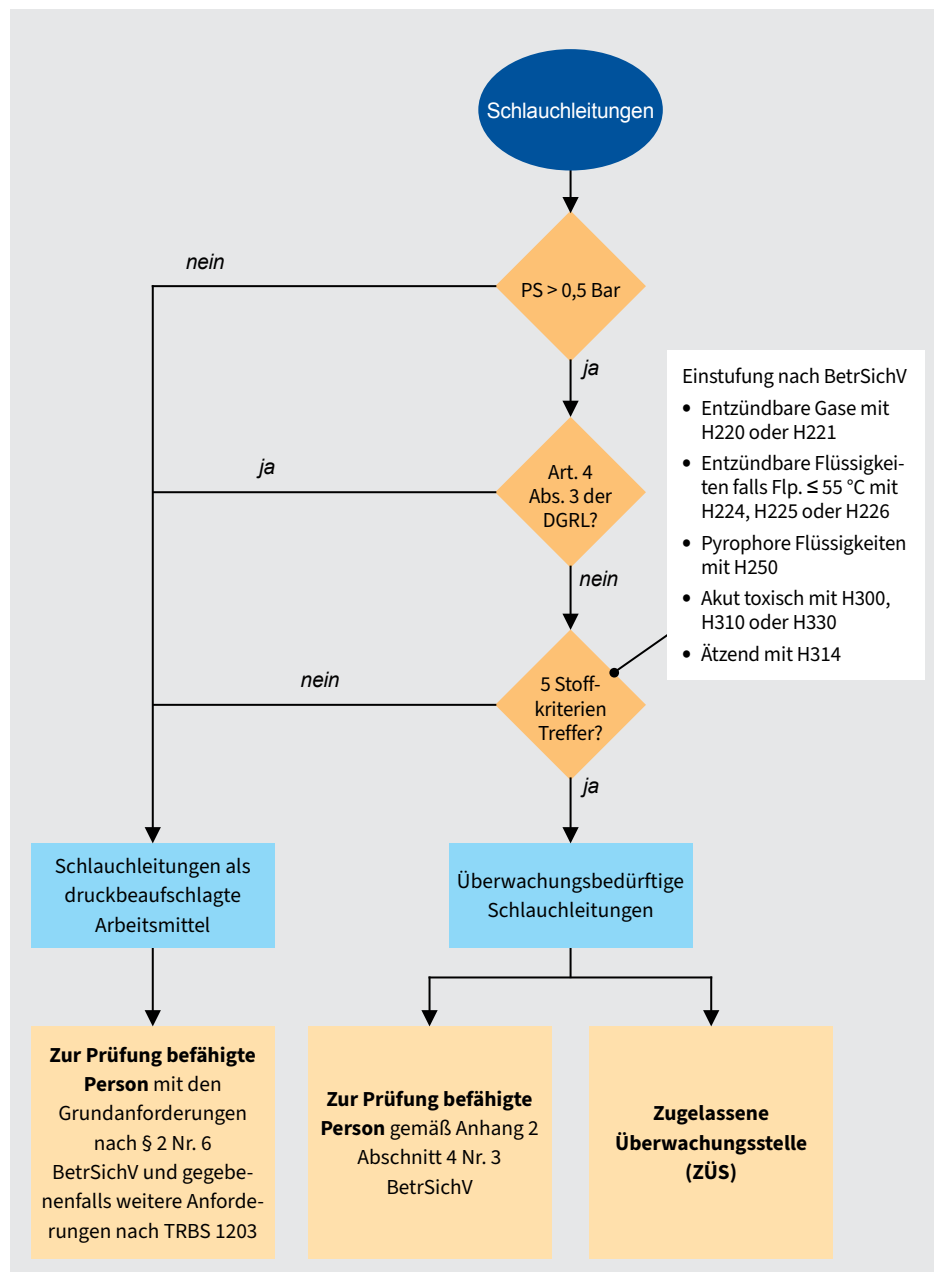


Abbildung 15: Einstufung von Schlauchleitungen nach Betriebssicherheitsverordnung und Prüfständigkeiten für Schlauchleitung als überwachungsbedürftige Anlage

Arbeitsmittel sind nach der Betriebssicherheitsverordnung regelmäßigen Prüfungen (Prüfungen zur sicheren Handhabung und Lagerung von Schlauchleitungen, äußere Prüfungen etc.) zu unterziehen. Nach § 2 Absatz 6 oder Anhang 2, Abschnitt 4 Nr. 3 der Betriebssicherheitsverordnung müssen Unternehmen zur Prüfung befähigte Personen beauftragen. Diese müssen über einschlägige Kenntnisse durch Berufsausbildung, Berufserfahrung und zeitnahe berufliche Tätigkeit sowie gegebenenfalls andere Kenntnisse (siehe Anhang 2, Abschnitt 4 Nr. 3 der BetrSichV) verfügen.

Regelmäßige visuelle Kontrollen durch unterwiesene Personen, für die Beschäftigte beauftragt werden können (aktives Schlauchleitungsmanagement), tragen zum sicheren Betrieb von Schlauchleitungen bei.

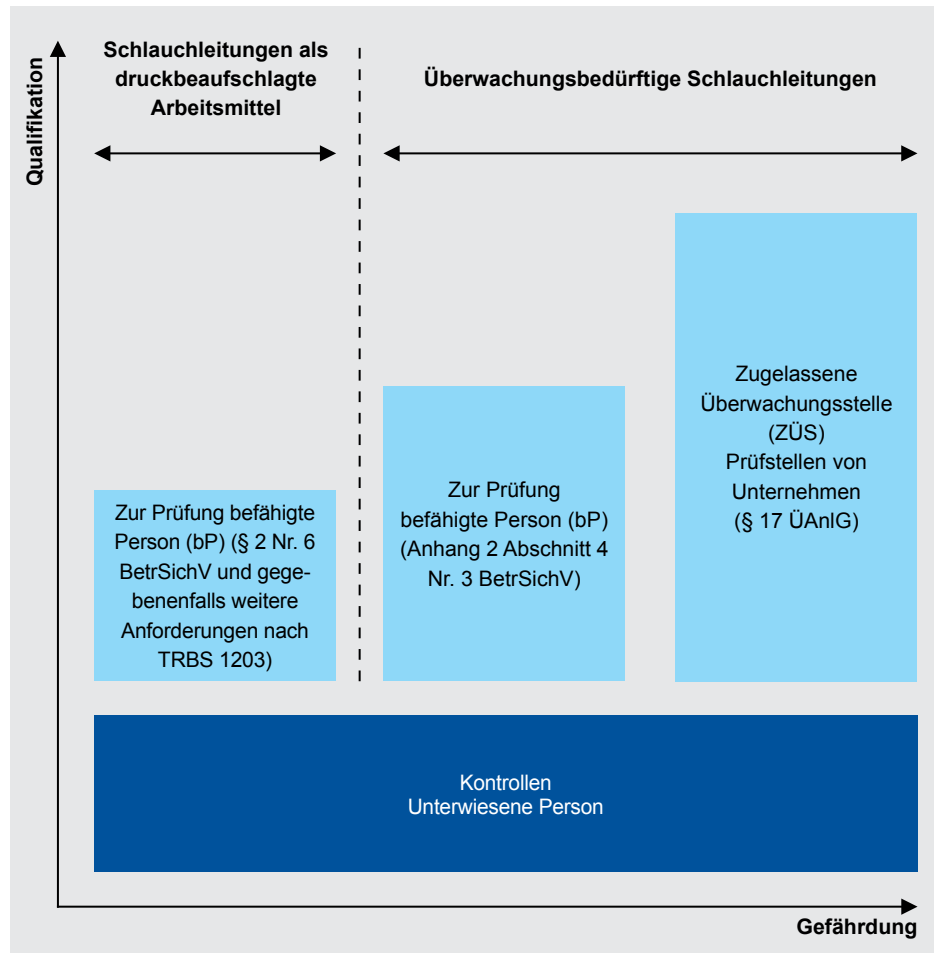


Abbildung 16: Kontroll- und Prüfstufen bei Schlauchleitungen

8.3 Art der Prüfung

Bei den Prüfungen im Betrieb unterscheidet man zwischen Prüfungen vor Inbetriebnahme/Wiederinbetriebnahme und wiederkehrenden Prüfungen (siehe Abbildungen 17 und 18). Der Betreiber hat Schlauchleitungen, deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt, vor der erstmaligen Verwendung prüfen zu lassen. Prüfinhalte, die im Rahmen der Herstellung geprüft und dokumentiert wurden, müssen nicht erneut geprüft werden. Die Prüfung muss vor jeder Inbetriebnahme nach einer Montage stattfinden.

Unterliegen Schlauchleitungen sowie zusätzliche Anschlussarmaturen (Adapter) Schäden verursachenden Einflüssen, die nachteilige Auswirkungen auf die Sicherheit des Arbeitsmittels haben können, zum Beispiel dynamische, thermische, klimatische Beanspruchungen, Korrosion, Abrieb, müssen sie wiederkehrend auf ihren sicheren Betrieb geprüft werden.

Schlauchleitungen, die von außerordentlichen Ereignissen betroffen sind, zum Beispiel längeren Zeiträumen der Nichtbenutzung, Unfällen oder Naturereignissen oder an denen zum Beispiel bei Instandsetzungsarbeiten Reparaturen oder prüfpflichtigen Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die Sicherheit haben können, müssen der Prüfung vor Wiederinbetriebnahme unterzogen werden.

Druckbeaufschlagte Arbeitsmittel sind Arbeitsmittel mit druckbedingten Gefährdungen, die aber hinsichtlich ihrer Einstufung nicht überwachungsbedürftige Anlagenteile im Sinne von Anhang 2 Abschnitt 4 BetrSichV darstellen (siehe Abbildung 15).

Für Schlauchleitungen, die auch unter den Anhang 2, Abschnitt 4 der BetrSichV (überwachungsbedürftige Anlagen und Teile, siehe auch Abbildung 15) fallen, gilt hinsichtlich der Prüfständigkeiten und Prüfanlässe Abbildung 18.

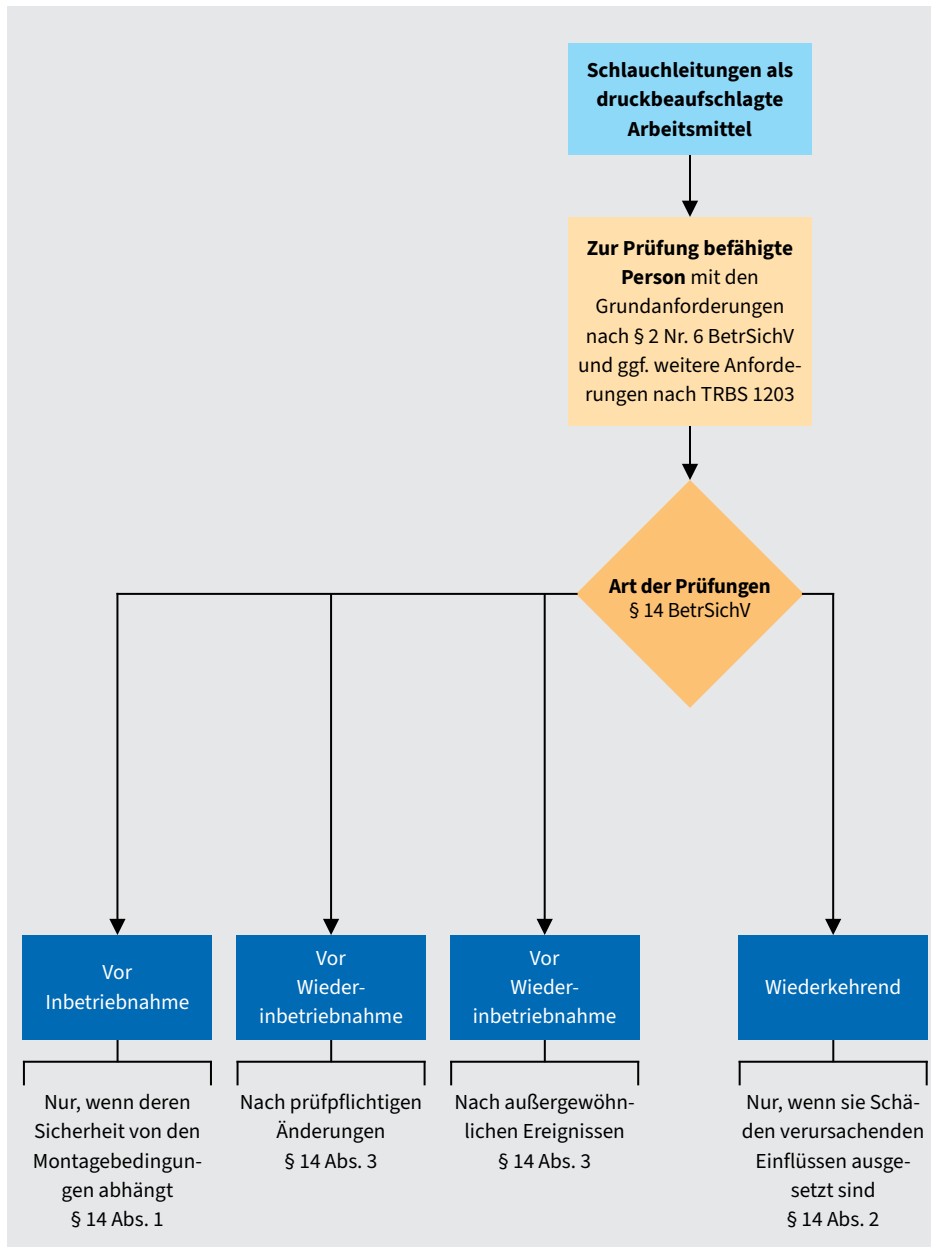


Abbildung 17: Prüfständigkeiten und Prüfanlässe für Schlauchleitungen als druckbeaufschlagte Arbeitsmittel

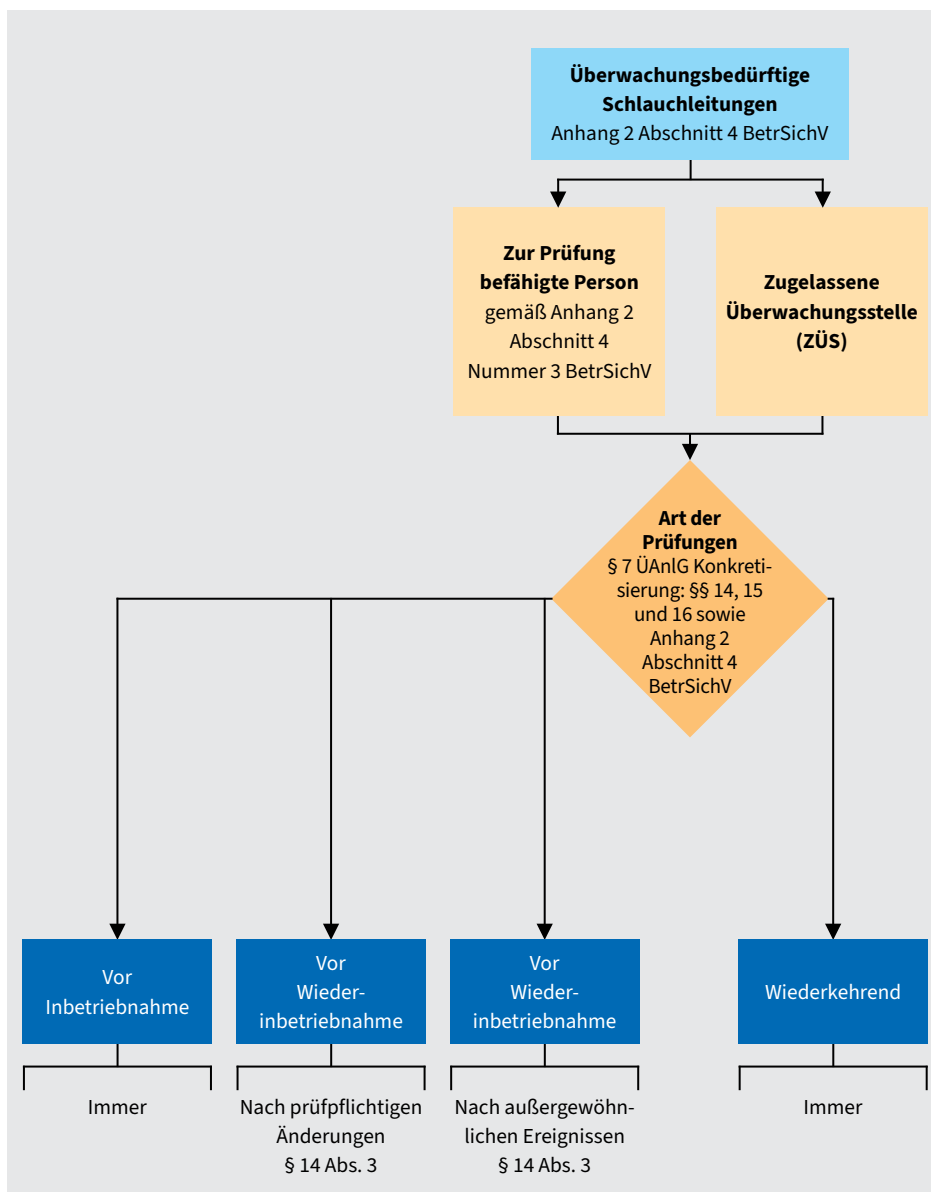


Abbildung 18: Prüfzuständigkeiten und Prüfanlässe für überwachungsbedürftige Schlauchleitungen

8.3.1 Prüfungen vor der Inbetriebnahme

Die Prüfung vor der Inbetriebnahme soll zeigen, ob eine Schlauchleitung für die vorgesehene Betriebsweise geeignet ist. Sie besteht aus

- der Ordnungsprüfung (Prüfung der Dokumentation auf Vorhandensein und Plausibilität),
- der Prüfung der Ausrüstungsteile (gemäß Gefährdungsbeurteilung auf Vorhandensein und Wirksamkeit),
- der Montage- und Dichtheitsprüfung in Abhängigkeit von der Gefährlichkeit des geförderten Mediums und
- gegebenenfalls der Überprüfung der Erdung.

Für Schlauchleitungen legt der Betreiber fest:

- Registriernummern
- Verwendungszweck(e)
- Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen
- Gegebenenfalls erforderliche Sicherheitsausrüstung(en)
- Gegebenenfalls Austauschfristen

Die Schlauchleitungen sind gemäß dieser Festlegungen eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen (siehe auch Abschnitt 8.6 dieser Schrift).

Diese Daten werden von der zur Prüfung befähigten Person für Schlauchleitungen erfasst, überprüft und bestätigt (siehe Abbildung 16: Kontroll- und Prüfzuständigkeiten bei Schlauchleitungen).

8.3.2 Wiederkehrende Prüfungen

Bei der wiederkehrenden Prüfung von Schlauchleitungen müssen eine Ordnungsprüfung sowie eine technische Prüfung durchgeführt werden. Ziel der technischen Prüfung ist es, den allgemeinen Zustand der Schlauchleitung festzustellen. Hierzu gehören die:

- Äußere Prüfung (Sichtprüfung)
- Druckprüfung (Festigkeitsprüfung)
- Prüfung des elektrischen Widerstands bei leitfähigen Schlauchleitungen aus nichtmetallischen Werkstoffen beziehungsweise aus metallischen Werkstoffen mit leitfähigem Inliner

Nottrennkupplungen, deren Trennung durch Bruchelemente bei Kraftüberschreitung ausgelöst wird, sind keiner Funktionsprüfung zu unterziehen. Eine derartige Prüfung der Trennungsfunktion würde mit der Zerstörung der Bruchelemente einhergehen und ist deshalb nicht sinnvoll.

8.4 Prüffristen

Die Prüffristen für Schlauchleitungen sind vom Betreiber nach den Vorgaben der Betriebssicherheitsverordnung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. In der Regel sollten Schlauchleitungen einmal jährlich einer wiederkehrenden Prüfung unterzogen werden. Maßgeblich für das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung für eine Schlauchleitung sind unter anderem Druck, Temperatur, Medienbeständigkeit, Betriebsweise und der Einbauort. Die festgelegten Prüffristen werden durch Lagerzeiten der Schlauchleitung nicht verlängert.

Durch ein aktives Schlauchleitungsmanagement mittels entsprechend unterwiesener Beschäftigter (siehe Abbildung 16), welche den Einsatz, die Handhabung und die Lagerung der Schlauchleitungen im laufenden Betrieb überwachen sowie regelmäßige Sichtkontrollen an den Schlauchleitungen durchführen, können die Prüffristen verlängert werden.

Darüber hinaus können die folgenden Nutzungsbeispiele für die Ermittlung der Prüffristen in der Gefährdungsbeurteilung als Empfehlung in Bezug genommen werden:

Beispiel 1

Temporäre Nutzung mit Reinigung und geeigneter Lagerung

Die Schlauchleitung wird im Produktionsprozess zum Fördern (Abfüllen, Umfüllen, Befüllen) von Chemikalien (z. B. Farben, Lacke, Lösungsmittel, Alkohole, Benzine, Öle, Zwischenprodukte, Säuren, Laugen) verwendet.

Die Schlauchleitung wird nach jeder Verwendung gereinigt, gespült, getrocknet und in einer geeigneten Lagerung bis zur nächsten Verwendung gelagert.

Verwendung der Schlauchleitung: Mehrmals wöchentlich bis 1–2-mal täglich

Prüffrist: 1 bis 2 Jahre

Beispiel 2

Tankwagen/Kesselwagen: Temporäre Nutzung ohne Reinigung und spezielle Lagerung

Die Schlauchleitung wird zum Entleeren von Kesselwagen oder Straßentankwagen verwendet, zum Beispiel für Farben, Lacke, Lösungsmittel, Alkohole, Benzine, Öle, Zwischenprodukte, Säuren, Laugen.

Die Schlauchleitung wird nicht gereinigt und nicht speziell gelagert.

Verwendung der Schlauchleitung: Mehrmals täglich bis 1–2-mal wöchentlich

Prüffrist: 6 Monate bis 12 Monate

Beispiel 3

Tankwagen/Kesselwagen: Temporäre Nutzung mit Reinigung und spezielle Lagerung

Die Schlauchleitung wird zum Entleeren von Kesselwagen oder Straßentankwagen verwendet, zum Beispiel für Farben, Lacke, Lösungsmittel, Alkohole, Benzine, Öle, Zwischenprodukte, Säuren, Laugen.

Die Schlauchleitung wird nach jeder Verwendung gereinigt und in Räumen gelagert.

Verwendung der Schlauchleitung: Mehrmals wöchentlich bis 1–2-mal täglich

Prüffrist: 1-mal jährlich

Beispiel 4

Festverbaute Schlauchleitungen oder Schlauchleitungen, bei denen keine Festigkeitsprüfung durchgeführt werden kann

Bei festverbauten Schlauchleitungen, zum Beispiel in Abfüllkarussellen, ist eine wiederkehrende Prüfung der Schlauchleitungen nur unter großem Aufwand möglich. Wenn man auf eine wiederkehrende Prüfung der Schlauchleitungen verzichten möchte, ist folgende Lösung möglich:

Es werden Schlauchleitungen ausgewählt, die in ihren Beschaffenheitsanforderungen (z. B. maximal zulässiger Druck, maximal/minimal zulässige Temperatur, Medienbeständigkeit, Druck-Stoß-Verhalten, Vibrationsverhalten, Art der Einbindung) mindestens um das 1,5-Fache über den Betriebsanforderungen liegen.

Die Schlauchleitungen werden je nach Differenz zwischen Beschaffenheitsanforderungen und Betriebsanforderungen 3 bis 5 Jahre ohne wiederkehrende Prüfung betrieben und dann ausgewechselt.

Wenn gemäß Betreibererfahrung für die wiederkehrenden Prüfungen längere Fristen festgelegt werden, empfiehlt es sich, zwischen diesen Sichtkontrollen durchzuführen.

8.5 Umfang und Durchführung der Prüfungen

Bevor Prüfungen an Schlauchleitung durchgeführt werden, die bereits im Einsatz waren, ist darauf zu achten, dass diese gereinigt sind. Insbesondere bei der Verwendung mit Durchflussstoffen, die Gefahrstoffmerkmale aufweisen, ist eine ausreichende Spülung zur Reinigung wichtig, um das Prüfpersonal nicht durch Restmengen aus der vorherigen Verwendung zu gefährden. Diese Reinigung sollte für das Prüfpersonal dokumentiert werden (z. B. auf Anhang 6 dieser Schrift).

8.5.1 Äußere Prüfungen

Die äußere Prüfung beinhaltet eine Sichtprüfung und gegebenenfalls die Prüfung sicherheitstechnischer Ausrüstungen. Dadurch werden äußere Schäden und Montagefehler erkannt. Zu Sichtprüfungen siehe Anhang 10.

8.5.2 Elektrische Leitfähigkeitsprüfungen bei nichtmetallischen Schlauchleitungen

Beispiel für eine Arbeitsanweisung:

1. Schlauchleitung mit Druckluft ausblasen.
Dadurch wird der innere Flüssigkeitsfilm vielfach unterbrochen. Eine vollständige Trocknung ist nicht erforderlich.
2. Schlauchleitung überschneidungsfrei auf einer isolierenden Fläche oder mit isolierendem Material unterstützt auslegen.
So ist sichergestellt, dass der elektrische Widerstand über die gesamte Länge der Schlauchleitung gemessen wird und dass das Ergebnis nicht durch Nebenschlusswiderstände verfälscht wird. Sinnvoll ist es, die Schlauchleitung u-förmig auszulegen, sodass die Enden nahe beieinander liegen.
3. Die Messspitzen sind jeweils an den Enden der Schlauchleitung, möglichst an der Kupplung anzubringen. Die Messung mit einem Widerstandsmessgerät⁶⁶ durchführen. (siehe Abbildung 19a)
(Können die Anschlüsse des Widerstandsmessgerätes nicht an metallisch leitenden Kontaktstellen, sondern zum Beispiel nur direkt am Elastomerschlauch angesetzt werden, ist, um einwandfreien Kontakt zu gewährleisten, nach Punkt 3 der DIN EN ISO 8031⁶⁷ zu verfahren.)
4. Der Schlauch ist über leitfähige Teile eingebunden (z. B. Klemmbacken) und beim Einsatz des Schlauches ist mit einer gefährlichen Aufladung dieser Teile zu rechnen: an jedem Leitungsende sowohl die Armatur als auch das zugehörige leitfähige Teil (Klemmbacke) mit jeweils einer Prüfspitze oder Anschlussklemme des Widerstandsmessgerätes kontaktieren und die Messung durchführen (siehe Abbildung 19b).
5. Messwerte mit den Sollwerten⁶⁸ vergleichen:
Ω- oder Ω/T-Schläuche sind als gut zu bewerten, wenn die nach Nr. 3 beziehungsweise 4 gemessenen Widerstandswerte unter $10^6 \Omega$ liegen.
M- oder M/T-Schläuche sind als gut zu bewerten, wenn die nach Nr. 3 gemessenen Widerstandswerte unter $10^2 \Omega$ beziehungsweise die nach Nr. 4 gemessenen unter $10^6 \Omega$ liegen.

Siehe auch Abschnitte 5.4 und 5.6.3 dieser Schrift.

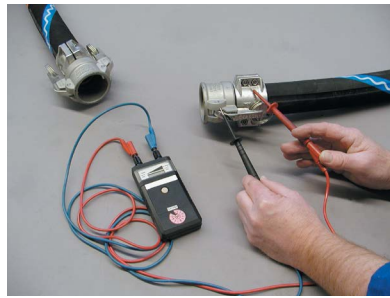
⁶⁶ Zur Messung des Widerstandes können Widerstandsmessgeräte mit kleinerer Messspannung als zum Beispiel in DIN EN ISO 8031 angegeben (500 V bis 40 V) verwendet werden, da diese höhere Widerstandswerte liefern. Sollte der Wert oberhalb des zulässigen Grenzwertes liegen, muss die Messung mit der Messspannung nach DIN EN ISO 8031 wiederholt werden.

⁶⁷ Siehe Anhang 11 Nr. 57

⁶⁸ Zur Messung können auch Messgeräte verwendet werden, die keine Zahlenwerte anzeigen, jedoch klar zwischen Widerständen, die kleiner oder größer als der Grenzwiderstand sind, unterscheiden, zum Beispiel durch eine grüne oder rote Anzeige.



(a) Widerstandsmessung Schlauchleitung



(b) Widerstandsmessung metallischer Komponenten (hier Kupplung und Einbindung)

Abbildung 19: Widerstandsprüfung

8.5.3 Wiederkehrende Festigkeitsprüfungen

Prüfdruck PT:

- Bei Schlauchleitungen aus Elastomeren und Thermoplasten, Folienwickelschläuchen oder nichtmetallischen Glatt- und Wellschläuchen oder gewellten Metallschläuchen ist zur Ermittlung des Prüfdrucks der vom Betreiber festgelegte zulässige Betriebsdruck mit dem in der anzuwendenden Schlauchnorm festgelegten Faktor (z. B. 1,5 nach DIN EN 12115) zu multiplizieren.
- Bei Dampfschlauchleitungen aus Elastomeren beträgt er nach DIN EN 6134 das 5-Fache des maximal zulässigen Druckes (PS), des vom Betreiber festgelegten zulässigen Betriebsdrucks.

Festigkeitsprüfungen sollten mit Flüssigkeiten (vorzugsweise Wasser) durchgeführt werden und nur in besonderen Ausnahmefällen als Gasdruckprüfungen. Gasdruckprüfungen erfordern besondere Sicherheitsmaßnahmen⁶⁹. Der Prüfdruck beträgt dabei das 1,1-Fache des maximal zulässigen Druckes.

Hinweis

Wenn Schlauchleitungen mit einem niedrigeren Betriebsdruck als dem vom Hersteller angegebenen maximal zulässigen Druck PS betrieben werden, kann der Betreiber diesen Betriebsdruck als Grundlage für die Berechnung des Prüfdrucks der wiederkehrenden Prüfung heranziehen. Die Schlauchleitung darf dann allerdings nur mit maximal diesem Betriebsdruck betrieben werden und muss entsprechend gekennzeichnet sein.

Haltezeit:

Eine Mindesthaltezeit des anstehenden Prüfdrucks sollte zwischen 3 und 5 Minuten liegen, um eine sichere Beurteilung der Druckfestigkeit und der Dichtheit von bereits in Nutzung befindlichen Schlauchleitungen zu gewährleisten.

Die an frühere Technische Regeln und Normen angelehnte Haltezeit berücksichtigt entsprechendes Setz- und Leckageverhalten nicht mehr fabrikneuer Schlauchleitungen. Im Zweifelsfalle oder bei kritischen Einsatzfällen kann unter Berücksichtigung von Alter, Druck, Temperatur und Medium diese Mindesthaltezeit auch verlängert werden. (*Hinweis:* Eine Verlängerung der Haltezeit trägt bei einer intakten Schlauchleitung nicht zu einer Schwächung der Festigkeit oder Verringerung der Lebensdauer bei.)

⁶⁹ Merkblatt T 039, siehe Anhang 11 Nr. 25

Eine ordnungsgemäß durchgeführte Festigkeitsprüfung ersetzt keine Dichtheitsprüfung (Leckagesuche). Diese muss nach Maßgabe der Gefährdungsbeurteilung vor dem Einsatz durchgeführt werden, um Gefährdungen aus zum Beispiel Kleinstleckagen zu verhindern. Siehe hierzu auch Abschnitt 8.2.1 dieser Schrift. Insbesondere beim Einsatz von luftverdrängenden Gasen in Innenräumen oder Gefahrstoffen ist eine Überprüfung der Dichtheit der eingesetzten Schlauchleitung unabhängig von der Festigkeitsprüfung wichtig.⁷⁰

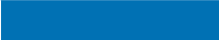
8.6 Dokumentation

Das Ergebnis der Prüfungen ist zu dokumentieren und dem Betreiber zur Verfügung zu stellen (siehe Anhang 3 dieser Schrift). Die Dokumentation ist mindestens bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung aufzubewahren. Empfohlen wird die Anlage einer Lebenslaufakte.

Das Datum der nächsten wiederkehrenden Prüfung ist auf der Schlauchleitung anzubringen, zum Beispiel auf einem Kennzeichnungsband.

Zur leichteren Erkennbarkeit sind auch Farbkennzeichnungen zum Beispiel auf Plaketten, Farbbändern oder Ähnlichem möglich. In der Vergangenheit hat sich ein Farbschema etabliert, das sich an den Plakettenfarben der Hauptuntersuchung für Kraftfahrzeuge orientiert.

Beispiele für eine solche Kennzeichnung zeigen die Abbildungen 21 bis 24.

Jahr	Farbe	
2025		Orange
2026		Blau
2027		Gelb
2028		Braun
2029		Rosa
2030		Grün
2031		Orange

(Diese Farbreihenfolge wiederholt sich nach 6 Jahren)

Abbildung 20: Farben einer möglichen Farbenkennzeichnung

⁷⁰ Siehe auch Montageanleitung des Verbandes der Chemischen Industrie, Anhang 11 Nr. 66

Siehe Abbildung 2, Abschnitt 5.1	Schlauch- leitungstyp	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 3	Typ 3	Typ 3	Typ 4
		Schlauchleitungen aus Elastomeren oder Thermo- plasten	Schlauchleitungen aus Elastomeren	Wellschlauch- leitungen	Wellschlauch- leitungen für Kryo- Anwendungen	Glatt- oder Well- schlauchleitung	Thermoplastische mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläu- che und Schlauchlei- tungen (Folienwickel- schläuche)	
	Stoffe, Stoff- eigenschaften	Chemikalien	Dampf, Heiß- wasser ¹	Chemikalien, Dampf, Heiß- wasser ¹	Tiefkalte Fluide	Lebensmittel, Pharmaprodukte, Chemikalien	Chemikalien	
	Regelwerke (Herstellung/ Prüfung)	DIN EN 12115	DIN EN ISO 6134	DIN 2827 DIN EN 14585-1 DIN EN ISO 10380	DIN EN ISO 21012	DIN 26054 DIN EN 16643	DIN EN 13765	
	Armaturen	Armaturen lösbar: DIN EN 14420 Teile 1–8	Für Armaturen lösbar DIN EN 14422– DIN EN 14424	Armaturen individuell ausgelegt und fest mit Schlauchleitungen verbunden, nicht lösbar				
Prüfung vor In- betriebnahme	Prüfer	Zur Prüfung befähigte Person						
	Art der Prüfung	Eignung, Einbau, Ausrüstung, Dichtheit						
	Dokumentation	Registrierung, Prüfbescheinigung (siehe Anhang 3)						
Wiederkehrende Prüfungen	Prüffrist – Empfehlung T 002	1 Jahr, maximal alle 2 Jahre	½ bis 1 Jahr, bei erhöhter Belastung 1 Monat	1 Jahr, maximal alle 2 Jahre	1 Jahr	1 Jahr, maximal alle 2 Jahre	1 Jahr, maximal alle 2 Jahre	
	Prüfer	Zur Prüfung befähigte Person nach TRBS 1203 bis Kat I der PED Betrieb mit Modul A2 und eine zur Prüfung befähigte Person nach TRBS 1203 bis Kat II der PED ab PS x DN >2000 zuständige Überwachungsstelle (ZÜS) siehe Abschnitt 8.3						
	Vorschriften, Regelwerke, Dokumentation	siehe Abschnitt 8 dieser Schrift						

¹ Siehe Abschnitt 7.3.3

Tabelle 12: Fortsetzung Ausgewählte Beispiele für Prüfungen



Abbildung 21: Beispiel für eine Kennzeichnung mit einem Metallband nach Farbschema



Abbildung 22: Beispiel einer farbigen Plakette zur leichteren Erkennbarkeit des nächsten Prüftermins

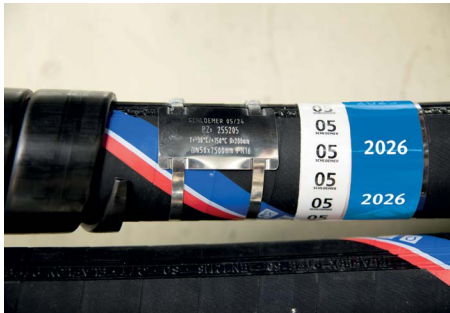


Abbildung 23: Beispiel einer gekennzeichneten Schlauchleitung mit Metallband



Abbildung 24: Beispiel einer gekennzeichneten Schlauchleitung mit QR-Code

8.7 Vorgehen bei Mängeln

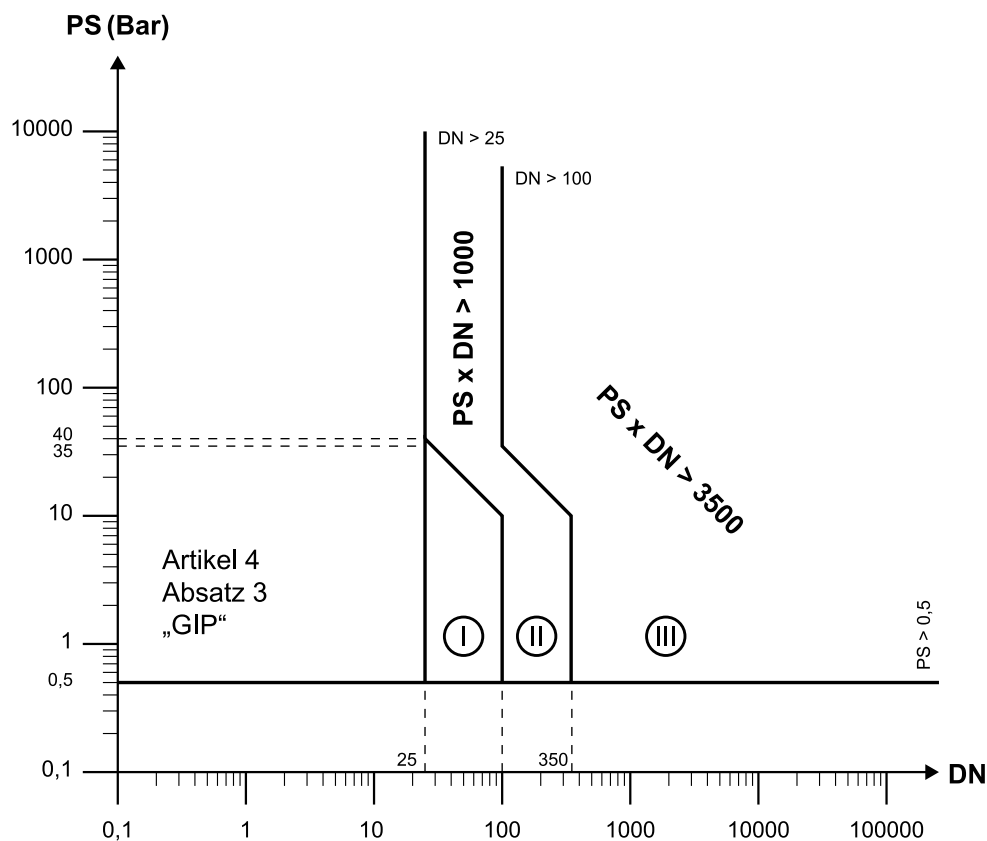
Schlauchleitungen, die den Prüfanforderungen nicht mehr entsprechen, sind der Benutzung zu entziehen und

- durch eine zur Prüfung befähigte Person für Schlauchleitungen instand zu setzen und erneut wiederkehrend zu prüfen oder
- die Registernummer ist zu streichen und die Schlauchleitung fachgerecht zu entsorgen.

Anhang 1: Konformitätsbewertungsdiagramme 6 bis 9 nach Anhang II der DGRL 2014/68/EU

Die folgenden Diagramme dienen der Einstufung von Schlauchleitungen nach DGRL, für die gilt:

- Gase, verflüssigte Gase, unter Druck gelöste Gase, Dämpfe und diejenigen Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der zulässigen maximalen Temperatur um mehr als 0,5 bar über dem normalen Atmosphärendruck (1 013 mbar) liegt, innerhalb nachstehender Grenzwerte
- Fluidgruppe 1

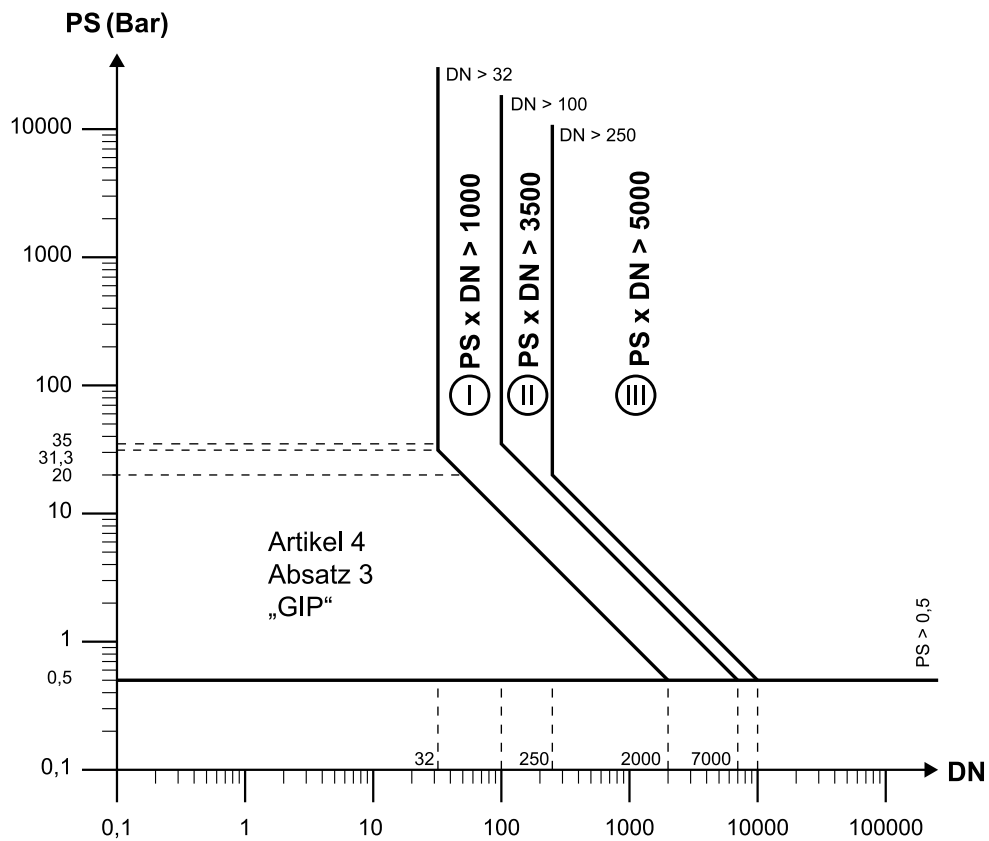


Als Ausnahme hiervon sind Schlauchleitungen, die für instabile Gase bestimmt sind und nach Diagramm 6 unter die Kategorie I oder II fallen, in die Kategorie III einzustufen.

Abbildung 25: Graphische Darstellung der Inhalte aus Diagramm 6 nach Anhang II der DGRL

Einstufung von Schlauchleitungen, für die gilt:

- Gase, verflüssigte Gase, unter Druck gelöste Gase, Dämpfe und diejenigen Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der zulässigen maximalen Temperatur um mehr als 0,5 bar über dem normalen Atmosphärendruck (1 013 mbar) liegt, innerhalb nachstehender Grenzwerte
- Fluidgruppe 2



Als Ausnahme hiervon sind Schlauchleitungen, die Fluide mit Temperaturen von mehr als 350 °C enthalten und nach Diagramm 7 unter die Kategorie II fallen, in die Kategorie III einzustufen.

Abbildung 26: Graphische Darstellung der Inhalte aus Diagramm 7 nach Anhang II der DGRL

Einstufung von Schlauchleitungen, für die gilt:

- Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der zulässigen maximalen Temperatur um höchstens 0,5 bar über dem normalen Atmosphärendruck (1 013 mbar) liegt, innerhalb nachstehender Grenzwerte
- Fluidgruppe 1

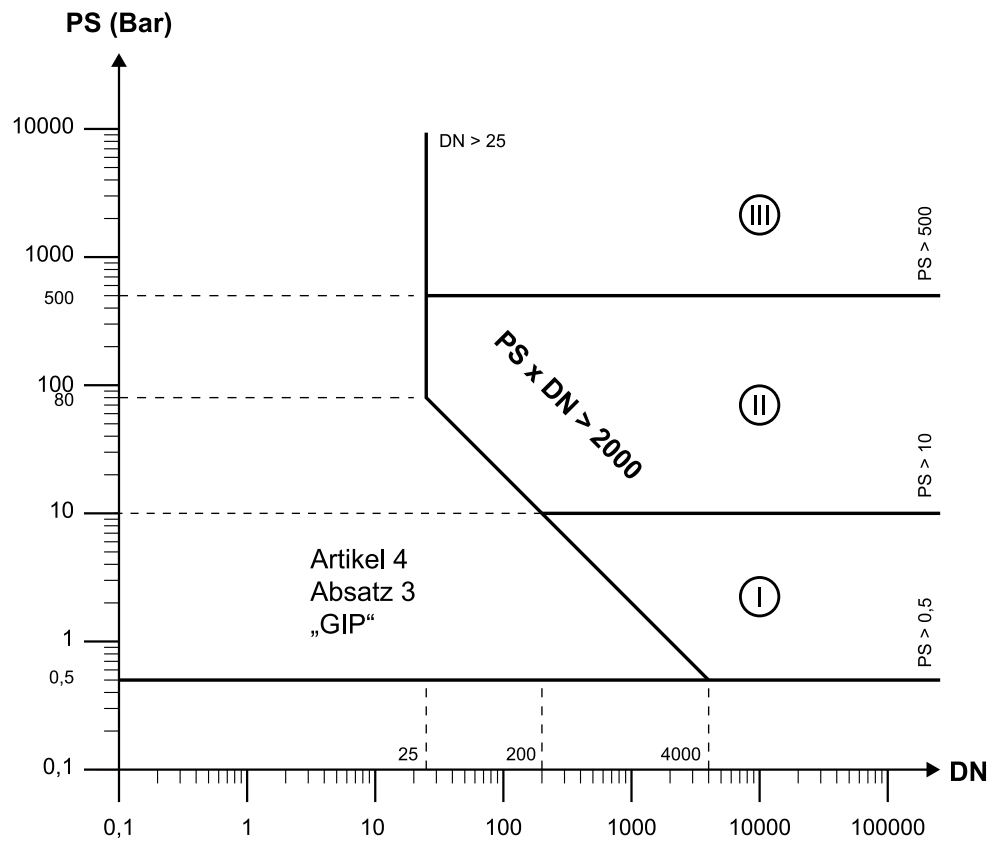


Abbildung 27: Graphische Darstellung der Inhalte aus Diagramm 8 nach Anhang II der DGRL

Einstufung von Schlauchleitungen, für die gilt:

- Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der zulässigen maximalen Temperatur um höchstens 0,5 bar über dem normalen Atmosphärendruck (1 013 mbar) liegt, innerhalb nachstehender Grenzwerte
- Fluidgruppe 2

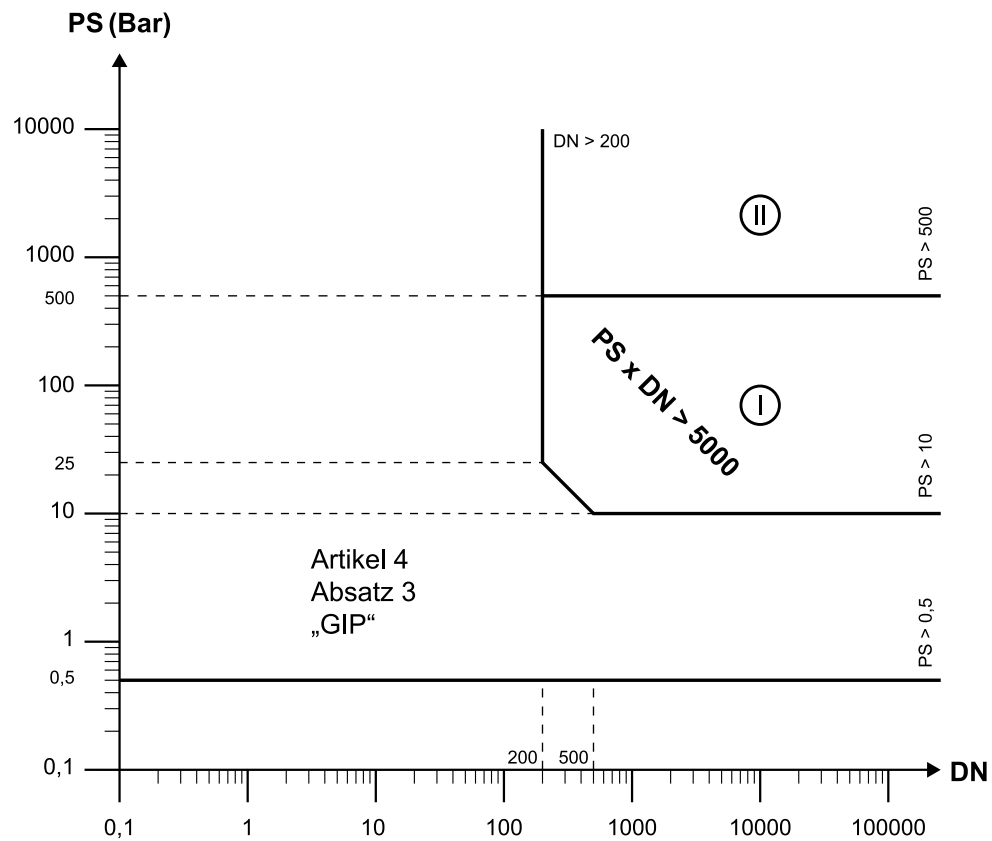


Abbildung 28: Graphische Darstellung der Inhalte aus Diagramm 9 nach Anhang II der DGRL

Anhang 2: Abnahmeprüfzeugnis 3.1

Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204:2005			
Schlauchleitungs-Nr.: _____			
Auftraggeber: 	Hersteller: 		
Kunden-/Bestell-Nr.: _____	Auftrags-Nr.: _____		
Artikelbeschreibung Bezeichnung/Schlauchtyp: _____ Herstellungsdatum der Schlauchleitung: _____ Länge der Schlauchleitung: _____ DN: _____ Werkstoff Schlauchseele: _____ max. zul. Druck (PS): _____ min/max. Temp (TS): _____ Armatur 1: _____ Werkstoff: _____ Einbindung 1: _____ Werkstoff: _____ Armatur 2: _____ Werkstoff: _____ Einbindung 2: _____ Werkstoff: _____ Einstufung nach Druckgeräterichtlinie: ☐ kompr. Fluide ☐ inkompr. Fluide ☐ Fluid Gr. 1 ☐ Fluid Gr. 2 Leitfähigkeitskennzeichnung: ☐ M ☐ M/T ☐ Ω ☐ Ω/T ☐ _____			
Prüfung (nach DGRL Anhang I, Kapitel 3.2) <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="width: 50%; vertical-align: top;"><u>Sichtprüfung</u> Schlauchdecke: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 1: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 2: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Dichtung(en): ☐ geprüft ☐ in Ordnung ☐ ohne Dichtung Elektrische Leitfähigkeit Gemessener Widerstand: _____ Ω Grenzwert: _____ Ω</td><td style="width: 50%; vertical-align: top;"><u>Festigkeitsprüfung</u> Prüfmedium: _____ Prüfdruck (PT): _____ Prüfdauer (Min): _____ Kennzeichnung erfolgt: Ja Nein Kennzeichnung (Band 1): ☐ ☐ Kennzeichnung (Band 2): ☐ ☐ Nach BetrSichV hat der Arbeitgeber (Betreiber) im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung den Termin für die wiederkehrende Prüfung festzulegen (Band 2). Es sind die Empfehlungen des berufsgenossenschaftlichen Merkblattes T002 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) zu beachten.</td></tr></table>		<u>Sichtprüfung</u> Schlauchdecke: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 1: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 2: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Dichtung(en): ☐ geprüft ☐ in Ordnung ☐ ohne Dichtung Elektrische Leitfähigkeit Gemessener Widerstand: _____ Ω Grenzwert: _____ Ω	<u>Festigkeitsprüfung</u> Prüfmedium: _____ Prüfdruck (PT): _____ Prüfdauer (Min): _____ Kennzeichnung erfolgt: Ja Nein Kennzeichnung (Band 1): ☐ ☐ Kennzeichnung (Band 2): ☐ ☐ Nach BetrSichV hat der Arbeitgeber (Betreiber) im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung den Termin für die wiederkehrende Prüfung festzulegen (Band 2). Es sind die Empfehlungen des berufsgenossenschaftlichen Merkblattes T002 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) zu beachten.
<u>Sichtprüfung</u> Schlauchdecke: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 1: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 2: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Dichtung(en): ☐ geprüft ☐ in Ordnung ☐ ohne Dichtung Elektrische Leitfähigkeit Gemessener Widerstand: _____ Ω Grenzwert: _____ Ω	<u>Festigkeitsprüfung</u> Prüfmedium: _____ Prüfdruck (PT): _____ Prüfdauer (Min): _____ Kennzeichnung erfolgt: Ja Nein Kennzeichnung (Band 1): ☐ ☐ Kennzeichnung (Band 2): ☐ ☐ Nach BetrSichV hat der Arbeitgeber (Betreiber) im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung den Termin für die wiederkehrende Prüfung festzulegen (Band 2). Es sind die Empfehlungen des berufsgenossenschaftlichen Merkblattes T002 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) zu beachten.		
Bemerkung: _____ _____			
ERGEBNIS: Abnahmeprüfung bestanden ☐ Ja ☐ Nein Abnahmebeauftragter: _____ Ort/Datum: _____ Unterschrift: _____			
Dieses Abnahmeprüfzeugnis entspricht den Vorgaben der VTH-Fachgruppe „Schlauch- und Armaturentechnik“ (SAT) und der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Bereich Prävention und ist konform zur Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU. Hinweis: Diese Prüfung ersetzt nicht die Prüfung vor Inbetriebnahme (siehe Betriebsanleitung)!			

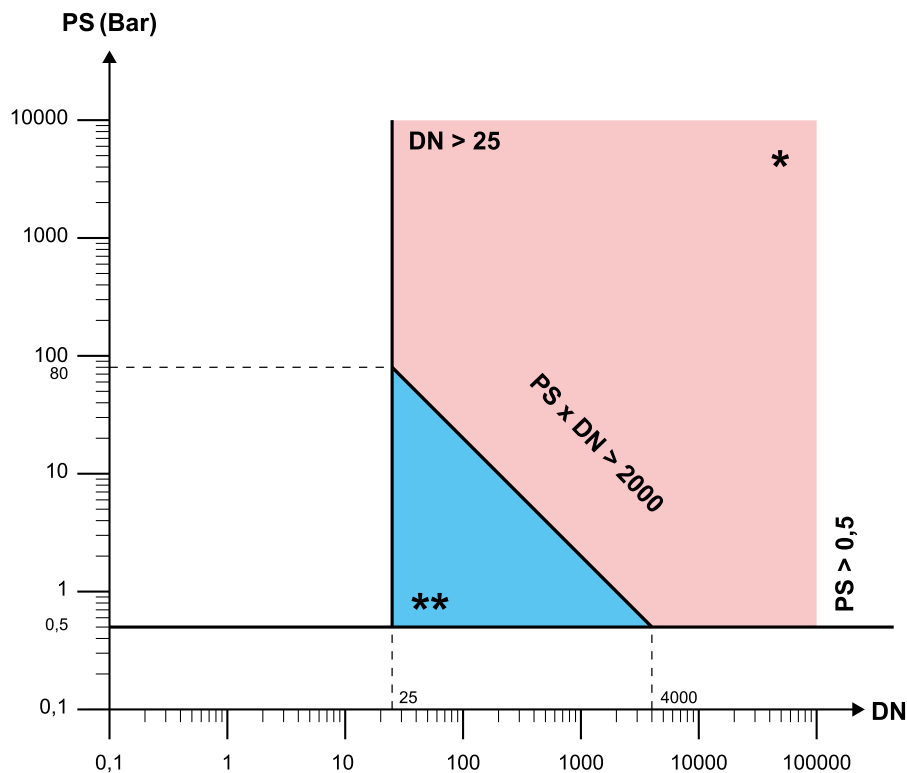
Dieses Dokument finden Sie im Mediacenter der BG RCI unter mediacenter.bgrci.de

Anhang 3: Prüfbescheinigung für wiederkehrende Prüfungen

Prüfbescheinigung für die wiederkehrende Prüfung nach TRBS 1201 „Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“										
Schlauchleitungs-Nr.: _____										
Auftraggeber: 	Prüfende Stelle: 									
Kunden-/Bestell-Nr.: _____	Auftrags-Nr.: _____									
Artikelbeschreibung Bezeichnung/Schlauchtyp: _____ _____ Herstellungsdatum der Schlauchleitung: _____ Länge der Schlauchleitung: _____ DN: _____ min/max. Temp (TS): _____ Armatur 1: _____ Einbindung 1: _____ Armatur 2: _____ Einbindung 2: _____ Leitfähigkeitskennzeichnung: ☐ M ☐ M/T ☐ Ω ☐ Ω/T ☐ _____										
Prüfung <u>Sichtprüfung</u> Schlauchdecke: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Innen (gegebenenfalls) ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 1: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Armatur/Einbindung 2: ☐ geprüft ☐ in Ordnung Dichtung(en): ☐ geprüft ☐ in Ordnung ☐ k. A. ☐ gewechselt <u>Elektrische Leitfähigkeit</u> Gemessener Widerstand: _____ Ω Grenzwert: _____ Ω <u>Nächste Prüfung:</u> _____ Vorgabe des Arbeitgebers (Betreibers). Kann nur mit vorliegender Gefährdungsbeurteilung benannt werden. <u>Festigkeitsprüfung</u> Prüfmedium: _____ Betriebsdruck: _____ Prüfdruck (PT): _____ Prüfdauer (Min): _____ <table border="0" style="width: 100%;"><thead><tr><th style="text-align: left;">Kennzeichnung</th><th style="text-align: center;">Ja</th><th style="text-align: center;">Nein</th></tr></thead><tbody><tr><td>Kennzeichnung (Band 1) vorhanden:</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>Kennzeichnung (Band 2) erneuert:</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr></tbody></table> Nach BetrSichV hat der Arbeitgeber (Betreiber) im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung den Termin für die wiederkehrende Prüfung festzulegen (Band 2). Es sind die Empfehlungen des berufsgenossenschaftlichen Merkblattes T002 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) zu beachten.		Kennzeichnung	Ja	Nein	Kennzeichnung (Band 1) vorhanden:	☐	☐	Kennzeichnung (Band 2) erneuert:	☐	☐
Kennzeichnung	Ja	Nein								
Kennzeichnung (Band 1) vorhanden:	☐	☐								
Kennzeichnung (Band 2) erneuert:	☐	☐								
Bemerkung: _____ _____										
ERGEBNIS: Wiederkehrende Prüfung bestanden ☐ Ja* ☐ Nein * Die oben genannten Anforderungen wurden zum Zeitpunkt der Prüfung erfüllt. Die Prüfung wurde durchgeführt von einer zur Prüfung befähigten Person nach BetrSichV und TRBS 1203. Ort/Datum: _____ Name / Unterschrift: _____										
Diese Prüfbescheinigung entspricht den Vorgaben der VTH-Fachgruppe „Schlauch- und Armaturentechnik“ (SAT) und der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Bereich Prävention und ist konform zur Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).										

Dieses Dokument finden Sie im Mediocenter der BG RCI unter mediocenter.bgrci.de

Anhang 4: Prüfständigkeiten bei Rohrleitungen/ Schlauchleitungen nach Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 6 Tabellen 8–11 Betriebssicherheitsverordnung



***** Prüfbereich der zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) –
überwachungsbedürftige Anlagen und Teile

****** Prüfbereich der zur Prüfung befähigten Person (bP) –
überwachungsbedürftige Anlagen und Teile

Bei akut toxischen Medien Kat. 1 siehe Abbildung 30

□ Prüfbereich der zur Prüfung befähigten Person (bP) –
druckbeaufschlagte Arbeitsmittel

Abbildung 29: Grafische Darstellung der Inhalte aus nebenstehender Tabelle 8

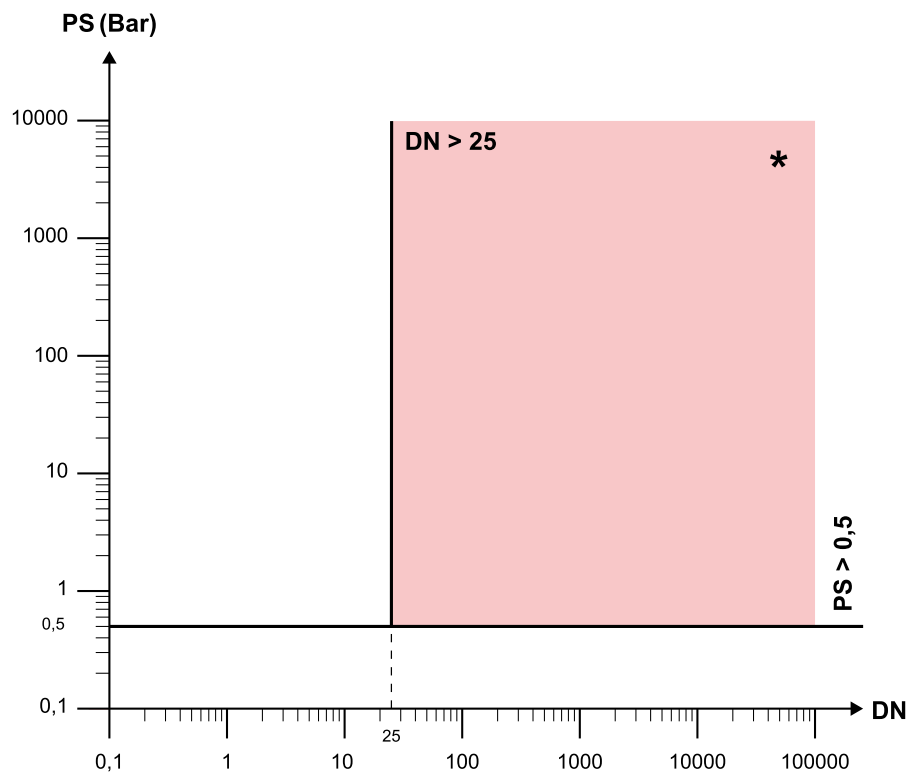
Auszug aus der Betriebssicherheitsverordnung:

**„Tabelle 8
Prüfzuständigkeiten bei Rohrleitungen nach
Nummer 2.2 Satz 1 Buchstabe c für Gase, Dämpfe und überhitzte
Flüssigkeiten,
die nach Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zu
kennzeichnen sind als**

- entzündbare Gase mit den Gefahrenhinweisen H220 oder H221,
- entzündbare Flüssigkeiten mit den Gefahrenhinweisen H224 oder H225,
- entzündbare Flüssigkeiten, wenn bei der Verwendung die maximal zulässige Temperatur über dem Flammpunkt liegt, aber begrenzt auf einen Flammpunkt von 55 Grad Celsius, mit dem Gefahrenhinweis H226,
- pyrophore Flüssigkeiten mit dem Gefahrenhinweis H250,
- akut toxisch mit dem Gefahrenhinweis H300, H310 oder H330.

DN [Millimeter]	PS [Bar]	PS · DN [Bar · Millimeter]	Prüfung vor Inbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
> 25	> 0,5	≤ 2000	bP	bP
> 25	> 0,5	> 2000	ZÜS	ZÜS

Bei Rohrleitungen mit DN > 25 und PS > 0,5 Bar für Gase, Dämpfe oder überhitzte Flüssigkeiten, die nach Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 als akut toxisch Kategorie 1 mit den Gefahrenhinweisen H300, H310 oder H330 zu kennzeichnen sind, müssen die Prüfungen vor Inbetriebnahme und die wiederkehrenden Prüfungen von einer zugelassenen Überwachungsstelle durchgeführt werden.“



- * Prüfbereich der zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) –
überwachungsbedürftige Anlagen und Teile
- Prüfbereich der zur Prüfung befähigten Person (bP) –
druckbeaufschlagte Arbeitsmittel

Abbildung 30: Prüfständigkeiten für Sonderfall Rohrleitungen/Schlauchleitungen mit $DN > 25$ und $PS > 0,5$ Bar für Gase, Dämpfe oder überhitzte Flüssigkeiten, die akut toxisch Kategorie 1 (nach CLP) mit den Gefahrenhinweisen H 300, H 310 oder H 330 sind.

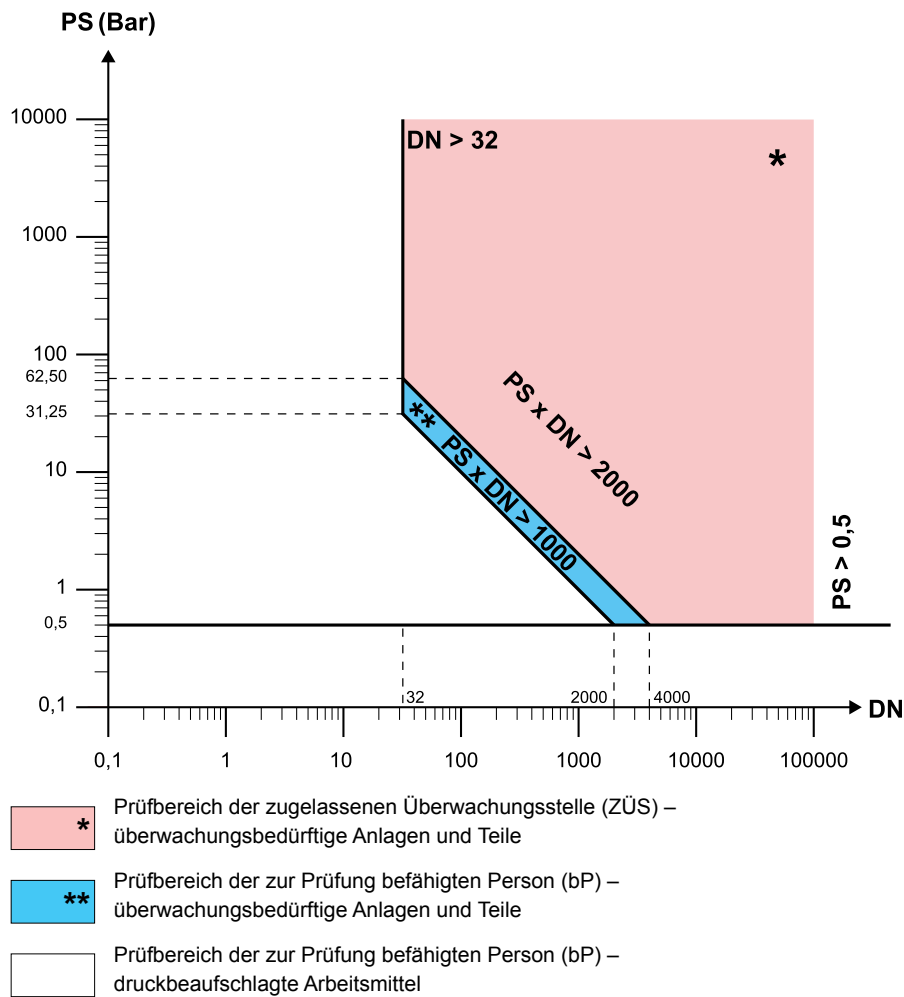


Abbildung 31: Grafische Darstellung der Inhalte aus Tabelle 9

Auszug aus der Betriebssicherheitsverordnung:

**„Tabelle 9
Prüfzuständigkeiten bei Rohrleitungen nach
Nummer 2.2 Satz 1 Buchstabe c für Gase, Dämpfe und überhitzte Flüssigkeiten,
die nach Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zu
kennzeichnen sind als**

- entzündbare Flüssigkeiten, wenn die Flüssigkeit höchstens bis zum Flammpunkt erwärmt wird, aber begrenzt auf einen Flammpunkt von 55 Grad Celsius, mit dem Gefahrenhinweis H226,
- ätzend mit dem Gefahrenhinweis H314.

DN [Millimeter]	PS [Bar]	PS · DN [Bar · Millimeter]	Prüfung vor Inbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
> 32	> 0,5	$1000 < PS \cdot DN \leq 2000$	bP	bP
> 32	> 0,5	> 2000	ZÜS	ZÜS

“

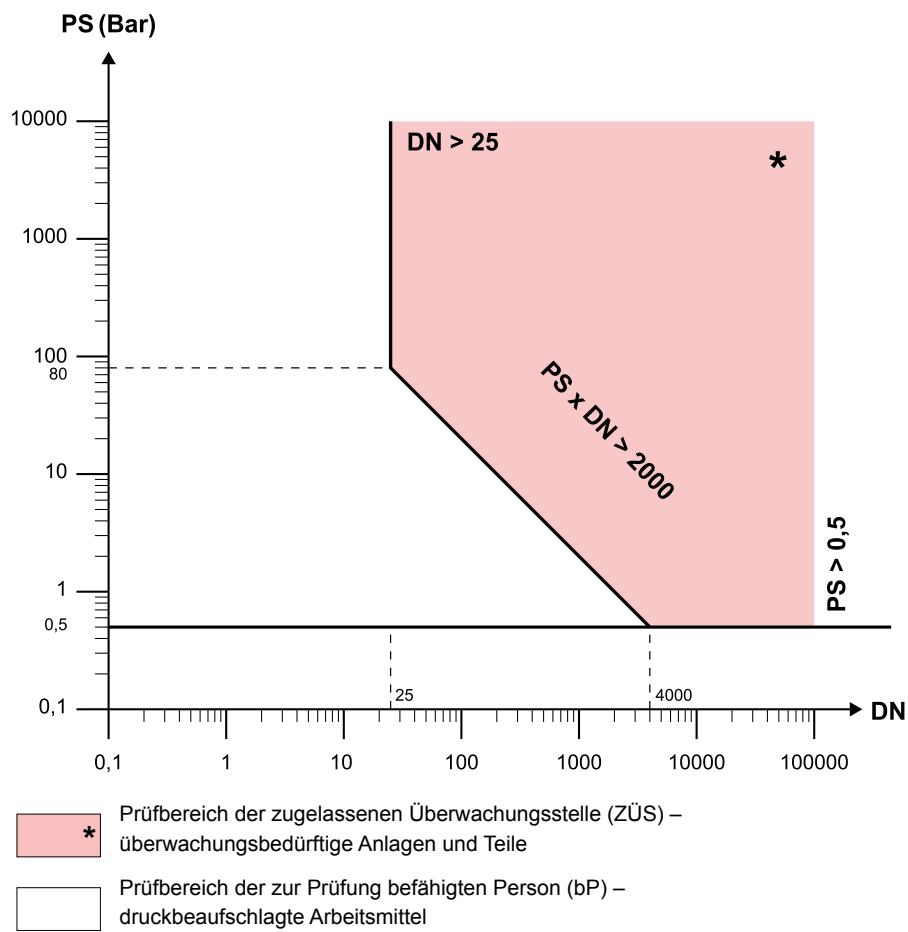


Abbildung 32: Grafische Darstellung der Inhalte aus Tabelle 10

Auszug aus der Betriebssicherheitsverordnung:

**„Tabelle 10
Prüfzuständigkeiten bei Rohrleitungen nach
Nummer 2.2 Satz 1 Buchstabe c für nicht überhitzte Flüssigkeiten,
die nach Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zu
kennzeichnen sind als**

- entzündbare Flüssigkeiten mit den Gefahrenhinweisen H224 oder H225,
- entzündbare Flüssigkeiten, wenn bei der Verwendung die maximal zulässige Temperatur über dem Flammpunkt liegt, aber begrenzt auf einen Flammpunkt von 55 Grad Celsius, mit dem Gefahrenhinweis H226,
- pyrophore Flüssigkeiten mit dem Gefahrenhinweis H250,
- akut toxisch mit dem Gefahrenhinweis H300, H310 oder H330.

DN [Millimeter]	PS [Bar]	PS · DN [Bar · Millimeter]	Prüfung vor Inbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
> 25	> 0,5	> 2000	ZÜS	ZÜS

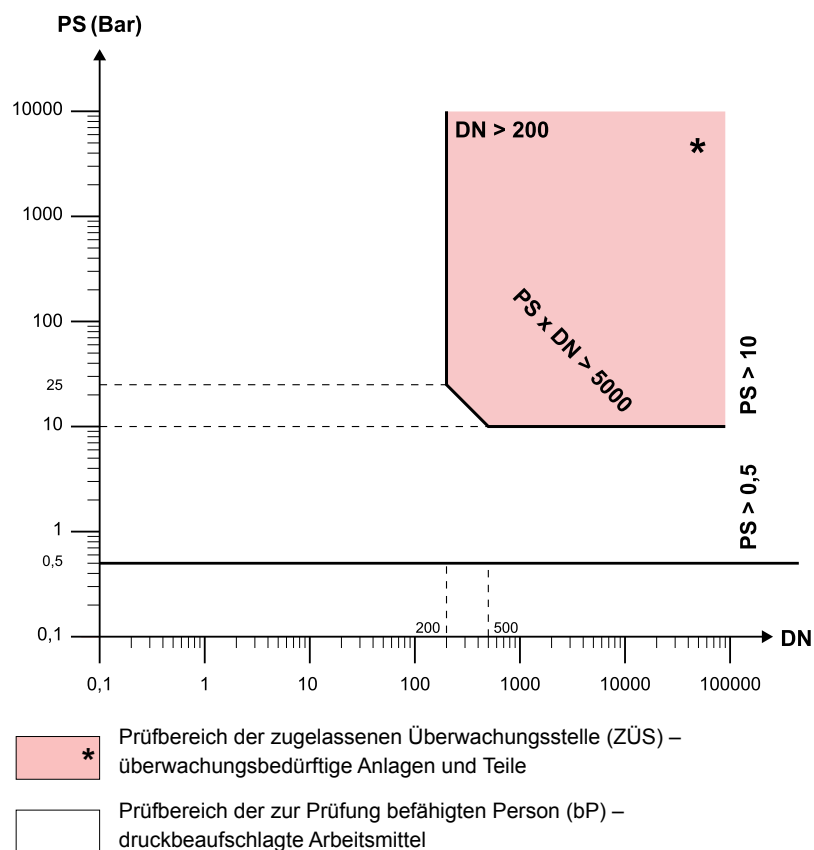


Abbildung 33: Grafische Darstellung der Inhalte aus Tabelle 11

Auszug aus der Betriebssicherheitsverordnung:

**„Tabelle 11
Prüfzuständigkeiten bei Rohrleitungen nach
Nummer 2.2 Satz 1 Buchstabe c für nicht überhitzte Flüssigkeiten,
die nach Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zu
kennzeichnen sind als**

- entzündbare Flüssigkeiten, wenn die Flüssigkeit höchstens bis zum Flammpunkt erwärmt wird, aber begrenzt auf einen
- Flammpunkt von 55 Grad Celsius, mit dem Gefahrenhinweis H226,
- ätzend mit dem Gefahrenhinweis H314

DN [Millimeter]	PS [Bar]	PS · DN [Bar · Millimeter]	Prüfung vor Inbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
> 200	> 10	> 5000	ZÜS	ZÜS

Anhang 5: Übertragung von Prüfaufträgen an zur Prüfung befähigte Personen – Muster

Firmenkopf

(Ort)

(Datum)

Beauftragung mit der Prüfung von Schlauchleitungen

Hiermit beauftrage ich/beauftragen wir

Herrn/Frau

Vorname _____

Name _____

Anschrift _____ bzw. Abteilungsbezeichnung _____

die Prüfung von Schlauchleitungen nach den entsprechenden Technischen Regeln in eigener Verantwortung und Zuständigkeit durchzuführen.

Örtliche und sachliche Abgrenzung:

Hinsichtlich Ihrer Prüftätigkeit unterliegen Sie keinen Weisungen, die Ihren Beurteilungsmaßstab bei der Ausübung der Prüftätigkeit einschränken. Sie sind verpflichtet, die nach der Betriebssicherheitsverordnung vorgeschriebenen Aufzeichnungen/Bescheinigungen auszustellen und eine Ausfertigung dem zuständigen Verantwortlichen des Betreibers, zum Beispiel Betriebsleiter, auszuhändigen.

(Stempel, Name und Unterschrift)

Dieses Dokument finden Sie im Mediocenter der BG RCI unter mediocenter.bgrci.de

Anhang 6: Transportlaufzettel für gebrauchte Schlauchleitungen – Beispiel

Bitte mit wasserfestem Filzschreiber beschriften!

Transport-Laufzettel mit Gefahrenhinweis

☐ Reparatur ☐ HD-Reinigung ☐ Waggonreinigung ☐ Einlagerung ☐ Verschrottung

Gegenstand: _____

Pumpen-Nr.: _____ E-Motor-Nr.: _____ sonstige Nr.: _____

Schlauchltg.-Nr.: _____

Auftraggeber: _____ Abt.: _____ Tel. _____ Datum: _____

Zuständiger techn. Betreuer: _____ Abt. _____ Tel. _____

Auftrag und Vorgang Nr.: _____ für ausführende Werkstatt

Angaben zum Produkt und zugehörige Gefahrenhinweise auf der Rückseite ausfüllen!

↓ Laufweg für Werktransport ankreuzen und ausfüllen!

☐ Abholung von Abt. _____ Ladestelle: _____ Name: _____

☐ Zur Großbinde-Reinigung

Bereits durchgeführte Transporte streichen

Zur Hochdruckreinigung, Ladestelle _____

Zugehöriger Auftrag und Vorgang Nr.: _____

Die erfolgte Reinigung (HD oder sonstige) ist vom Reiniger zu bestätigen.

Produktrückstände sind noch sichtbar ☐ ja ☐ nein

Verantwortlich: _____ Unterschrift: _____ Datum: _____
(Name in Druckbuchstaben)

☐ weiter an Abt. _____ Ladestelle: _____ Bereich: _____

Empfänger: _____ Grund: _____

☐ weiter an Abt. _____ Ladestelle: _____ Bereich: _____

Empfänger: _____ Grund: _____

Rücklieferung an: ☐ Abholstelle – wie oben angegeben oder an

☐ Abt. _____ Ladestelle: _____ Empfänger: _____

Hinweis für ausführende Werkstatt:

Laufzettel als Nachweis aufheben und nicht für die Rücklieferung zum Betrieb verwenden!

Dieses Dokument finden Sie im Mediacenter der BG RCI unter mediencenter.bgrci.de

Gefahrenhinweis

Bitte mit wasserfestem Filzschreiber beschriften!

(Alle Fragen müssen vom abgebenden Betrieb, auch bei gereinigten Gegenständen beantwortet werden!)

Bei fehlenden Angaben ist eine Bearbeitung nicht erlaubt!

Der umseitig beschriebene Gegenstand hat zuletzt folgendes Produkt enthalten:

Chemikalien-/Produkt-Name: _____

Material-Nr.: _____ oder EU-/CAS-/UN-Nr.: _____
(nichtzutreffendes streichen)

Aggregatzustand: ☐ fest ☐ flüssig ☐ gasförmig; Wassergefährdungsklasse:

nwg	awg	1	2	3
-----	-----	---	---	---

Das Produkt ist ohne Fremdeinwirkung (siehe H-Satz-Formulierung): ja nein
extrem/leicht entzündbar ☐ ☐
gesundheitsschädlich, Allergien
auslösend ☐ ☐
giftig oder lebensgefährlich ☐ ☐
schwere Verätzungen auslösend oder
reizend ☐ ☐
krebserzeugend/keimzellmutagen ☐ ☐
fortpflanzungsgefährdend/frucht-
schädigend ☐ ☐
(sehr) giftig für Wasserorganismen ☐ ☐

Das Produkt reagiert: ja nein
mit Wasser ☐ ☐
mit Luft ☐ ☐

nur bei ja: Die entstehenden Gase/Dämpfe sind:

brennbar/selbstentzündlich ☐ ☐
gesundheitsschädlich ☐ ☐
giftig oder lebensgefährlich ☐ ☐
schwere Verätzungen auslösend
oder reizend ☐ ☐
krebserzeugend ☐ ☐

Entsorgungsblock	Die Verunreinigungsstoffe sind:		ja	nein			ja	nein
	Biozide	☐	☐		Mineralöl bzw. Siliconöl	☐	☐	
	Benzol	☐	☐		wasserlösliche Kohlenwasserstoffe ...	☐	☐	
	CKW bzw. CKW-haltig	☐	☐		lösliche Dispersionen	☐	☐	
	Schwermetalle	☐	☐		Abfallidentnummer:			

Nur für internen Gebrauch	Beim Umgang mit dem Produkt werden im abgebenden Betrieb folgende Schutzmaßnahmen vorgeschrieben/empfohlen:				ja	nein			
		ja	nein	Gesichtsschild	☐	☐			
	ausreichende Raumlüftung.....	☐	☐	Säurebrille	☐	☐			
	Arbeitsplatzabsaugung	☐	☐	Staubbrille	☐	☐			
	umluftunabhängiger Atemschutz	☐	☐	Chemikalienschutzhandschuhe					
	Vollmaske	☐	☐	wenn ja, welche?	☐	☐			
	Filtertyp:			Gummischürze	☐	☐			
	Staubklasse: P	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	1	2	3		Gummistiefel	☐	☐
	1	2	3						
	sonstige Schutzmaßnahmen:			Chemikalienschutzanzug	☐	☐			

Der Gegenstand wurde vom abgebenden Betrieb desinfiziert: ☐ nein ☐ ja und/oder
vorgereinigt: ☐ nein ☐ ja, mit: _____

Der Gegenstand (Behälter, Innenraum, Doppelmantel) kann unter Druck stehen ☐ ☐

Für die Reparatur wurde ein Freigabeschein ausgestellt ☐ ☐

Der Aussteller = zuständiger Vorgesetzter/Stellvertreter des abgebenden Betriebes ist für die Vollständigkeit und Richtigkeit verantwortlich!

Name: _____ Org.Einh.: _____ Telefon: _____
(Druckbuchstaben)

Datum: _____ Unterschrift: _____

Dieses Dokument finden Sie im Mediocenter der BG RCI unter mediocenter.bgrci.de

Anhang 7: Bestelltext für Schlauchleitungen – Beispiel

Der Bestelltext soll die gewünschten Spezifikationen von Schläuchen und Armaturen eindeutig bezeichnen und die Art der Bescheinigung nach DIN EN 10204 festlegen.

Dazu sind – soweit zutreffend – folgende Angaben erforderlich:

- Bezeichnung der Schlauchleitung nach DIN
- Zulässiger Betriebsdruck P_B
- Maximal zulässiger Druck P_S
- Nennweite DN
- Betriebstemperatur
- Maximal/minimal zulässige Temperatur T_S
- Fördermedium/Fluidgruppe (nach Druckgeräterichtlinie)
- Aggregatzustand
- Werkstoffe von Schlauch, Armaturen, Dichtungen
- Länge der Schlauchleitung
- Schlaucheinbindung
- Elektrischer Widerstand
- Gegebenenfalls Registriernummer

Alternativ kann die Kategorie nach Druckgeräterichtlinie angegeben werden.

Hinweis

Schlauchleitungen, die für Fluide der Gruppe 1 und „Gase“ (Einstufung nach Druckgeräterichtlinie Anhang II Diagramm 6, siehe Abbildung Seite 102 dieser Schrift) gefertigt und geprüft wurden, können auch für Fluide der Gruppe 2 und/oder Flüssigkeiten verwendet werden. Sie sind diesbezüglich universell einsetzbar.

Gesundheitsschädliche, ätzende, reizende, sensibilisierende, krebserzeugende, keimzellmutagene und reproduktionstoxische Stoffe sollten als Fluide der Gruppe 1 eingestuft werden.

Anhang 8: Checkliste 1 für Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme von Schlauchleitungen

Die Liste ist gedacht für stichprobenartige Prüfungen an einsatzbereiten Schlauchleitungen.
Die Prüfungen dürfen nur von zur Prüfung befähigten Personen vorgenommen werden.

Schlauchleitungen nach Abbildung 2 aus				Prüfungen	Weitere Hinweise
Elastomeren und Thermoplasten DIN EN 12115	Elastomeren für Dampf DIN EN ISO 6134	Folienwickelschläuchen DIN EN 13765	nichtmetallischen Wellschläuchen	gewellten Metallschläuchen DIN 2827	
x	x	x	x	x	Schlauchleitung fällt unter Druckgeräterichtlinie/Betriebssicherheitsverordnung
x	x	x	x	x	Herstellerbescheinigung
x	x	./.	x 71	./.	Kennzeichnung des Schlauches = Prägung
x	x	./.	./.	./.	Kennzeichnung des Schlauches = FarbKennzeichnung
x	x	x	x	./.	Kennzeichnung der Armaturen
x	x	x	x	x	Kennzeichnung der Schlauchleitung
x	x	x	x	x	Sichtprüfung auf Schäden
x	x	x	x	x	Sichtprüfung auf Montagefehler
./.	./.	./.	./.	x	Sichtprüfung auf Schweißnahtfehler
x	x	x	x	x	Druckprüfung (Festigkeitsprüfung)
./.	./.	./.	./.	x	Dichtheitsprüfung mit Luft unter Wasser
x	x	./.	x	./.	Elektrische Leitfähigkeit zwischen den Armaturen
./.	./.	x	./.	./.	Elektrische Leitfähigkeit zwischen den Armaturen

x = zutreffend ./. = nicht zutreffend

71 Möglich, wenn eine Elastomeraußenschicht vorhanden ist.

- für die Prüfungen von selbst konfektionierten Schlauchleitungen vor der ersten Inbetriebnahme (jede Schlauchleitung ist zu prüfen) und
- für alle wiederkehrenden Prüfungen.

Die Prüfungen dürfen nur von zur Prüfung befähigten Personen oder unter der Aufsicht von zur Prüfung befähigten Personen vorgenommen werden.

Schlauchleitungen nach Abbildung 2 aus					Prüfungen	Weitere Hinweise/ Maßnahmen
Elastomeren und Thermo- plasten	Elastomeren für Dampf	Folienwickel- schläuchen	nichtmetalli- schen Well- schläuchen	gewellten Me- tallschläuchen		
x	x	x	x	x	A Ordnungsprüfung	
					Schlauchleitung fällt unter Druckgeräterichtlinie/Betriebssicher- heitsverordnung	TRBS 1201
x	x	x	x	x	Übereinstimmung mit Stammdaten gemäß Registrierung/An- meldung	Siehe Kennzeichnung
					B Beschädigungen	
x	x	x	x	x	Beschädigung des Kennzeichnungsbandes	Erneuern, wenn die Identität sichergestellt ist
x	x	x	x	x	Quetschungen/Knickstellen/Verformungen	Beschädigte Schlauchleitun- gen instandsetzen oder dem Einsatz entziehen und sach- gerecht/fachgerecht entsor- gen
x	x	x	x	x	Beschädigungen des Schlauchmantels (beziehungsweise der Umflechtung), mechanisch/chemische Versprödung	

x	x	x	x	x	x	Beschädigung der Schlauchseele (beziehungsweise des Weilschlauches), mechanisch/chemisch, soweit sichtbar	Beschädigte Schlauchleitungen instandsetzen oder dem Einsatz entziehen und sachgerecht/fachgerecht entsorgen
x	x	x	x	x	x	Einbindung beziehungsweise Schweißverbindung der Schlaucharmatur beschädigt/fehlerhaft	Gegebenenfalls erneuern, erneut prüfen
x	x	x	x	x	x	Schlaucharmatur beschädigt/unzulässig	Austauschen
x	x	x	x	x	x	Dichtungen beschädigt, fehlen, falscher Werkstoff	Austauschen
./.	./.	./.	./.	./.	./.	Schweißungen unzulässig, fehlerhaft, Anlaufarben bei produktberührten Teilen	Austauschen, instandsetzen oder dem Einsatz entziehen und sachgerecht/fachgerecht entsorgen.
x	x	x	x	x	x	Korrosion an Schlauch/Armaturen	Dem Einsatz entziehen und sachgerecht/fachgerecht entsorgen
						C Druckprüfung (Festigkeitsprüfung) mit Wasser	
x	./.	x	x	x	x	Schlauchleitung ausreichend gereinigt, Reinigungsbescheinigung	Gegebenenfalls Reinigung durch Betreiber veranlassen
x	x	x	x	x	x	Undichte Stellen, Lecks, Poren, Schwitzen	Schlauchleitung dem Einsatz entziehen und sachgerecht/fachgerecht entsorgen
x	x	x	x	x	x	Beulen, Blasen, Verformungen	
./.	./.	x	./.	./.	./.	Unzulässige Längendehnung ⁷²	
./.	./.	x	./.	./.	./.	Unzulässige Drehung um die Längsachse (Torsion)	
x	x	x	x	x	x	Undichte Einbindung der Armatur oder undichte Armatur	Erneuern, erneut prüfen
						D Elektrische Leitfähigkeit	
x	x	./.	x	x	./.	Elektrischer Widerstand zwischen den Armaturen	M-Schlauch $\leq 10^2 \Omega$ Q-Schlauch $\leq 10^6 \Omega$
./.	./.	x	./.	./.	./.	Elektrischer Widerstand zwischen den Armaturen	M-Schlauch $\leq 10^2 \Omega$

x = zutreffend ./. = nicht zutreffend

⁷² Grenzwerte siehe Schlauchnormen.

Anhang 10: Sichtprüfungen – Empfehlungen

Die Sichtprüfung dient der Beurteilung des arbeitssicheren Zustands von Schlauchleitungen.

Bei der Sichtprüfung wird der äußere Zustand einer Schlauchleitung betrachtet. Eine Abweichung vom Sollzustand unterliegt der fachlichen Beurteilung des zuständigen Prüfungspersonals.

Kriterien:

- Keine unzulässigen Deformationen (z. B. Quetschungen, Knicke, Blasen)
- Keine unzulässigen Schäden der Außenschicht oder der Umflechtung (z. B. Schnitte, Risse, Scheuerstellen, chemische Schädigungen)
- Ordnungsgemäße Einbindungen/Schweißverbindungen (z. B. unbeschädigt, nicht gelockert, nicht überzogen)
- Ordnungsgemäße Schlaucharmaturen einschließlich Dichtflächen und Dichtungen (z. B. unbeschädigt, keine Leckagespuren, keine Korrosion)
- Kennzeichnung des Schlauches (vorhanden und lesbar)
- Keine Überlackierung der Schlauchleitung
- Kennzeichnungsbänder der Schlauchleitung (vorhanden, lesbar und fest sitzend)
- Termin für wiederkehrende Prüfung (nicht überschritten, siehe Kennzeichnungsband 2).

Bei Abweichungen vom Gutbefund ist die Schlauchleitung

- entweder von einer Schlauchfachwerkstatt instand zu setzen und vor der weiteren Benutzung die wiederkehrende Prüfung durchzuführen
- oder, wenn eine Reparatur nicht angezeigt ist, der Benutzung zu entziehen, unbrauchbar zu machen, fachgerecht zu entsorgen.

Anhang 11: Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde beziehungsweise des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention und fachwissen.bgrci.de.

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI und Downloads von Schriften und Arbeitshilfen enthält das Mediencenter der BG RCI unter mediencenter.bgrci.de. Dort können auch Schriften bestellt werden.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

1 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln; Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften

Bezugsquelle: Buchhandel (Gesetze und Verordnungen), Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln (EU-Richtlinien)

Freier Download unter www.bundesrecht.juris.de (Gesetze und Verordnungen), www.baua.de (Technische Regeln), eur-lex.europa.eu/de/index.htm (EU-Richtlinien)

- 1 Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- 2 Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen (ÜAnlG)
- 3 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS):
- 4 TRBS 1111: Gefährdungsbeurteilung
- 5 TRBS 1201: Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- 6 TRBS 1201 Teil 2: Prüfungen und Kontrollen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck
- 7 TRBS 1203: Zur Prüfung befähigte Personen
- 8 EmpfBS 1114: Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln
- 9 EmpfBS 1201: Leitfaden zur Umsetzung von Prüfanforderungen nach verschiedenen Rechtsvorschriften
- 10 Richtlinie über Druckgeräte (Druckgeräterichtlinie): Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt (Neufassung) in deutsches Recht umgesetzt als
- 11 Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. ProdSV)
- 12 Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)
- 13 Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
- 14 TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- 15 TRGS 526: Laboratorien
- 16 TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- 17 Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

2 Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, www.bgrci.de

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- 18 DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- 19 DGUV Information 213-850: Sicheres Arbeiten in Laboratorien
- 20 Merkblatt A 010: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (DGUV Information 213-051)
- 21 Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- 22 Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- 23 Merkblatt T 024: Leitfaden Druckgeräte – Herstellung und erstmalige Inbetriebnahme von Druckgeräten und Baugruppen nach der Richtlinie 97/23/EG über Druckgeräte (DGUV Information 213-058)
- 24 Merkblatt T 033: Vermeiden von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (inhaltsgleich TRGS 727) (DGUV Information 213-060)
- 25 Merkblatt T 039: Druckprüfungen von Druckbehältern und Rohrleitungen (Flüssigkeitsdruckprüfungen und Gasdruckprüfungen) (DGUV Information 213-062)

3 Normen

Bezugsquelle: DIN MEDIA, Burggrafestraße 6, 10787 Berlin, www.dinmedia.de

- 26 DIN 405 Teil 1:1997-11, Rundgewinde allgemeiner Anwendung – Teil 1: Gewindeprofile, Nennmaße
- 27 DIN 2827:2006-07, Schlauchleitungen aus nichtrostenden Stählen für chemische Stoffe
- 28 DIN 14301:1985-04, D-Druck-Saugkupplung PN 16 aus Aluminium-Legierung
- 29 DIN 14302:1985-04, C-Druckkupplung PN 16 aus Aluminium-Legierung
- 30 DIN 14303:2013-02, B-Druckkupplung PN 16 aus Aluminium-Legierung
- 31 DIN 14323:1985-04, A-Druck-Saugkupplung PN 16 aus Aluminium-Legierung
- 32 DIN 26054:2017-08, Wellschlauchleitungen aus nichtmetallischen Werkstoffen für chemische Stoffe

- 33 DIN EN 1092-1:2018-12 – Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile nach PN bezeichnet – Teil 1: Stahlflansche (noch: 2013-04)
- 34 DIN EN 10204:2005-01, Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen
- 35 DIN EN 12115:2021-04, Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen für flüssige oder gasförmige Chemikalien – Anforderungen
- 36 DIN EN 12285-1:2018-12, Werksgefertigte Tanks aus Stahl – Teil 1: Liegende, zylindrische, ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nicht brennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten, die nicht für das Heizen und Kühlen von Gebäuden vorgesehen sind
- 37 DIN EN 13765:2018-08, Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche und Schlauchleitungen für die Förderung von Kohlenwasserstoffen, Lösungsmitteln und Chemikalien – Spezifikation (noch: 2015-05)
- 38 DIN EN 14420-1:2013-09, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 1: Anforderungen, Übersicht, Bezeichnung und Prüfung
- 39 DIN EN 14420-2:2021-07, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 2: Schlauchseitige Stützteile
- 40 DIN EN 14420-3:2013-09, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 3: Klemmfassungen, verschraubt oder verstiftet
- 41 DIN EN 14420-4:2021-08, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – DIN EN 14420-5:2013-09, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 5: Gewindeanschlüsse
- 42 DIN EN 14420-6:2013-09, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 6: TW Tankwagen-Kupplungen
- 43 DIN EN 14420-7:2021-08, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 7: Hebelarmkupplungen
- 44 DIN EN 14420-8:2016-06, Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen – Teil 8: Symmetrische Kupplungen (System Guillemin)
- 45 DIN EN 14422:2013-09 Schlaucharmaturen mit Klemmfassungen für Schläuche zur Übergabe von Flüssiggas
- 46 DIN EN 14423:2019-11, Schlaucharmaturen mit Klemmfassung für Dampf bis 18 bar
- 47 DIN EN 14424:2013-09, Schlaucharmaturen mit Schraubhülsen
- 48 DIN EN 14585:2024-12, Gewellte Metallschlauchleitungen für Druckanwendungen – Teil 1: Anforderungen
- 49 DIN EN 15154-5:2019-12, Sicherheitsnotduschen – Teil 5: Körperduschen über Kopf mit Wasser für andere Standorte als Laboratorien
- 50 DIN EN 16617:2015-07, Rohrleitungen – Gewellte Metallschlauchleitungen für brennbare Gase – Leistungsanforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- 51 DIN EN 16643:2016-11, Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen – Fluorkunststoffbeschichtete (z. B. PTFE) Nicht-Verbundschläuche und -schlauchleitungen für flüssige und gasförmige Chemikalien – Anforderungen
- 52 DIN EN 16820:2017-10, Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen für den Einsatz in der pharmazeutischen und biotechnischen Industrie – Verbundene Schläuche aus Elastomeren mit oder ohne Innenschicht
- 53 DIN EN 16821:2017-10, Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen für den Einsatz in der pharmazeutischen und biotechnischen Industrie – Schläuche aus Silikonkautschuk
- 54 DIN EN ISO 228 Teil 1:2003-05, Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnungen
- 55 DIN EN ISO 6134:2017-06, Gummischläuche und -schlauchleitungen für gesättigten Dampf – Spezifikation
- 56 DIN EN ISO 8031:2020-11, Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen – Bestimmung des elektrischen Widerstandes und der elektrischen Leitfähigkeit
- 57 DIN EN ISO 9000: 2015-11, Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
- 58 DIN EN ISO 9001:2015-11, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen
- 59 DIN EN ISO 9004:2018-08, Leiten und Lenken für den nachhaltigen Erfolg einer Organisation – Ein Qualitätsmanagementansatz
- 60 DIN EN ISO 10380:2013-02, Rohrleitungen – Gewellte Metallschläuche und Metallschlauchleitungen
- 61 DIN EN ISO 11114-2:2022-02, Gasflaschen – Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen – Teil 2: Nichtmetallische Werkstoffe
- 62 DIN EN ISO 21012:2018-04, Kryo-Behälter – Schlauchleitungen

4 Andere Schriften

Bezugsquelle: DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V., Theodor-Heuss-Allee 25, D-60486 Frankfurt am Main, <https://ac.dechema.de/dwt+html>

- 63 Online Nachschlagewerk „DECHEMA-Werkstoff-Tabelle“ (kostenpflichtig)

Bezugsquelle: Witzenmann GmbH, Östliche Karl-Friedrich-Str. 134, 75175 Pforzheim, www.witzenmann.com, im Download unter www.witzenmann.de/mediapool/documents/brochures/handbuch-der-metallschl%C3%A4uche.pdf

- 64 Handbuch der Metallschläuche, Witzenmann GmbH, 75175 Pforzheim

Bezugsquelle: Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt am Main, www.vci.de, Download unter: www.vci.de/ergaenzende-downloads/montageanleitung-flanschverbindungen.pdf

- 65 Montageanleitung, Dokumentation der Vorgehensweise zur Erreichung von Flanschsystemdichtheit nach TA Luft für Stahl – Email – Systeme, Verband der Chemischen Industrie, 60329 Frankfurt/Main

5 Medien

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, mediencenter.bgrci.de

- 66 Kompendium Arbeitsschutz als Online-Datenbank oder DVD-ROM (beides kostenpflichtig): Vorschriften- und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programme zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDokPro-Demoversion, GefDok KMU und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter www.kompendium-as.de
- 67 Datenbank GisChem unter www.gischem.de

Anhang 12: Bildnachweis

Die in dieser Schrift verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild, Abbildungen 21, 22:
Rala Dexis, Rala GmbH & Co. KG
Maudacher Straße 109
67065 Ludwigshafen am Rhein
[**www.rala.de**](http://www.rala.de)

Abbildungen 1, 3; Tabellen 4, 10:
Witzenmann GmbH
Östliche Karl-Friedrich-Straße 134
75175 Pforzheim
[**www.witzenmann.com**](http://www.witzenmann.com)

Abbildung 4; Tabelle 2 (Nr. 1, 2):
ELAFLEX – Gummi Ehlers GmbH
Schnackenburgallee 121
22525 Hamburg
[**www.elaflex.de**](http://www.elaflex.de)

Abbildungen 5a, 5b, 6a, 6b, 7, 13a, 13b; Tabelle 5:
Roman Seliger Armaturenfabrik GmbH
An'n Slagboom 20
22848 Norderstedt
[**www.rs-seliger.de**](http://www.rs-seliger.de)

Abbildungen 11, 13d, 13e, 23, 24; Tabellen 6a (außer 2a) bis 6c:
Schloemer GmbH, Haberkorn Gruppe
Zum Wetterschacht 14–18
45659 Recklinghausen
[**www.schloemer24.de**](http://www.schloemer24.de)

Abbildungen 12, 13c, 14; Tabellen 6a (2a), 12; Anhang 6:
Wacker-Chemie AG
Johannes-Heß-Straße 24
84489 Burghausen
[**www.wacker.com**](http://www.wacker.com)

Abbildung 19a+b:
BASF SE
67056 Ludwigshafen
[**www.basf.de**](http://www.basf.de)

Tabelle 3:
ContiTech Schlauch GmbH
Continentalstraße 3–5
34497 Korbach
[**www.contitech.de**](http://www.contitech.de)

Anhänge 2 und 3:
VTH Verband Technischer Handel Fachgruppe
„Schlauch- und Armaturentechnik“
Prinz-Georg-Straße 106
40479 Düsseldorf

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Postfach 10 14 80
69004 Heidelberg
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg
www.bgrci.de



Ausgabe 1/2025

Diese Schrift können Sie über das Mediacenter unter mediacenter.bgrci.de beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?
Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,
Prävention, Grundsatzfragen und Information, Medien
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: medien@bgrci.de
- **Kennen Sie unsere Medien-Hotline?**
Sie erreichen uns unter 06221 5108-44444 (Mo.–Fr. 8:00–14:00 Uhr)
oder unter medienhotline@bgrci.de



Jedermann-Verlag GmbH
Postfach 10 31 40
69021 Heidelberg
Telefon 06221 1451-0
info@jedermann.de
www.jedermann.de