

113-020

DGUV Regel 113-020



**Hydraulik-Schlauchleitungen
und Hydraulik-Flüssigkeiten –
Regeln für den sicheren Einsatz**

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet „Verfahrenstechnik und Druckanlagen“ des
Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV

Ausgabe: Oktober 2017

DGUV Regel 113-020
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Anwendungsbereich	8
2 Begriffsbestimmungen	9
3 Gefährdungen beim Einsatz von Hydraulik-Schlauchleitungen – Ursachen und Maßnahmen	13
3.1 Verspritzen von Hydraulik-Flüssigkeiten unter hohem Druck infolge von Undichtheit, Beschädigung oder Abriss der Leitung	14
3.2 Verspritzen von Hydraulik-Flüssigkeiten bei der Demontage	17
3.3 Absinken oder plötzliche Bewegung von Maschinenteilen bei Leitungsversagen	17
3.4 Peitschen und Schlagen von Hydraulik-Schlauchleitungen bei Druckimpulsen	18
3.5 Gesundheitsgefahren durch die Gefahrstoffeigenschaften der Hydraulik-Flüssigkeiten	18
3.6 Umweltwirkungen von Hydraulik-Flüssigkeiten	19
3.7 Brandgefahren beim Austritt von Hydraulik-Flüssigkeiten	19
3.8 Rutsch- und Sturzgefahren durch Hydraulik-Flüssigkeiten	20
4 Maßnahmen zum sicheren Betrieb von Hydraulik-Schlauchleitungen	21
4.1 Auswahl, Bestellung, Herstellung und Kennzeichnung	21
4.1.1 Auswahl und Bestellung	21
4.1.2 Herstellung beim Verwender	24
4.1.3 Kennzeichnung	26
4.1.3.1 Schläuche für Hydraulik-Schlauchleitungen	26
4.1.3.2 Hydraulik-Schlauchleitungen	27
4.2 Einbau von Hydraulik-Schlauchleitungen	28
4.2.1 Vermeidung von Torsion	28
4.2.2 Zulässiger Biegeradius	30
4.2.3 Vermeidung von Abrieb, Scheuerstellen und Abknicken	31
4.2.4 Vermeidung von Zug- und Stauchbelastungen	33
4.2.5 Temperatureinwirkungen	34
4.2.6 Berücksichtigung von Schwingungen	35
4.2.7 Vermeidung von Peitschen	36
4.3 Auftreten von Druckimpulsen (Druckspitzen)	40

	Seite
4.4 Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen	40
4.4.1 Die Prüfung nach der Montage/vor der erstmaligen Benutzung und nach Instandsetzung oder prüfpflichtigen Änderungen	41
4.4.2 Wiederkehrende Prüfung	42
4.4.2.1 Vorgehen bei als „fehlerhaft“ festgestellten Hydraulik-Schlauchleitungen	43
4.4.2.2 Prüffristen	43
4.4.3 Zur Prüfung befähigte Personen für die Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen	45
4.5 Auswechseln von Hydraulik-Schlauchleitungen	47
4.5.1 Die Verwendungsdauer von Hydraulik-Schlauchleitungen	47
4.5.2 Die Lagerung von Hydraulik-Schläuchen und -Schlauchleitungen	49
4.6 Sicherer Austausch/Montage von Hydraulik-Schlauchleitungen	50
4.6.1 Ausbau	50
4.6.2 Einbau/Wiederinbetriebnahme	51
4.6.3 Entsorgung von alten Hydraulik-Schlauchleitungen	52
5 Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Hydraulik-Flüssigkeiten	53
5.1 Maßnahmen gegen Gesundheits- und Umweltgefahren	53
5.1.1 Gesundheitsgefahren	53
5.1.2 Betriebsanweisung/Unterweisung	54
5.1.3 Umwelt- und Gewässerschutz	55
5.1.4 Entsorgung	57
5.2 Brandschutz	57
5.2.1 Vorbeugender Brandschutz	58
5.2.2 Brandbekämpfung	58
5.2.3 Organisation des Brandschutzes	59
6 Auswahl und Einsatz von Hydraulik-Flüssigkeiten	60
6.1 Auswahl und Beschaffung von Hydraulik-Flüssigkeiten	60
6.2 Wechsel von Hydraulik-Flüssigkeiten	61
6.3 Erhaltung der Gebrauchsfähigkeit und Prüfung der Hydraulik-Flüssigkeiten	63
7 Besondere Bestimmungen	65

	Seite
Anhang 1	
Prüfumfänge, Prüfkriterien	68
Anhang 2	
Musterbetriebsanweisung für Hydraulik-Flüssigkeiten	72
Anhang 3	
Prüfverfahren für Hydraulik-Flüssigkeiten	74
Anhang 4	
Vorschriften und Regeln	77
1. Gesetze, Verordnungen	77
2. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	78
3. Normen	79
4. Medien	82
Bildnachweis	83

DGUV Regeln stellen bereichs-, arbeitsverfahrens- oder arbeitsplatzbezogen Inhalte zusammen. Sie erläutern, mit welchen konkreten Präventionsmaßnahmen die Pflichten zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren erfüllt werden können.

DGUV Regeln zeigen zudem dort, wo es keine Arbeitsschutz- oder Unfallverhütungsvorschriften gibt, Wege auf, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können. Darüber hinaus bündeln sie das Erfahrungswissen aus der Präventionsarbeit der Unfallversicherungsträger.

Aufgrund ihres besonderen Entstehungsverfahrens und ihrer inhaltlichen Ausrichtung auf konkrete betriebliche Abläufe oder Einsatzbereiche (Branchen-/Betriebsarten-/Bereichsorientierung) sind DGUV Regeln fachliche Empfehlungen zur Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit. Sie haben einen hohen Praxisbezug und Erkenntniswert, werden von den beteiligten Kreisen mehrheitlich für erforderlich gehalten und können deshalb als geeignete Richtschnur für das betriebliche Präventionshandeln herangezogen werden. Eine Vermutungswirkung entsteht bei DGUV Regeln nicht.

1 Anwendungsbereich

Diese DGUV Regel findet Anwendung auf Arbeitsmittel, in denen Hydraulikanlagen mit Hydraulik-Schlauchleitungen zum Antrieb in Maschinen, mobilen Arbeitsmitteln, Anlagen, Fahrzeugen sowie Schiffen und Offshore-Anlagen zum Einsatz kommen.

Sie findet ebenso Anwendung auf den Einsatz und den Umgang mit Hydraulik-Flüssigkeiten.

Dem Arbeitgeber soll mit dieser Regel eine konkrete Hilfe für die Gefährdungsbeurteilung und die daraus resultierenden Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Hydraulik-Schlauchleitungen und für die Auswahl und die Verwendung von Hydraulik-Flüssigkeiten an die Hand gegeben werden.

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser DGUV Regel werden folgende Begriffe bestimmt:

1. **Hydraulik-Schläuche** sind flexible, rohrförmige Halbzeuge, die aus einer oder mehreren Schichten und Einlagen aufgebaut sind.
Als Werkstoffe für Innen- und Außenschicht werden in der Regel Elastomere oder Thermoplaste verwendet, für Einlagen in der Regel Stahldraht oder synthetische Fasern.



Abb. 1
Hydraulik-Schlauch

2. **Hydraulik-Schlauchleitungen** sind Hydraulik-Schläuche, die funktionsfähig mit Hydraulik-Schlaucharmaturen verbunden sind.
3. **Hydraulik-Schlaucharmaturen** sind Anschluss- oder Verbindungselemente von Hydraulik-Schläuchen.

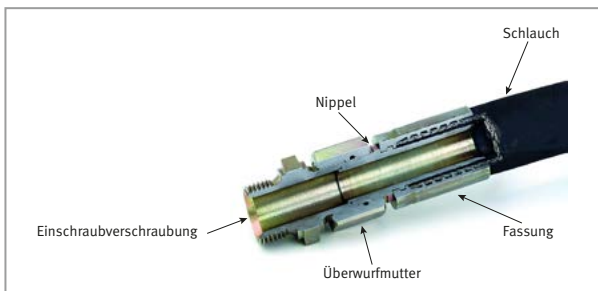


Abb. 2
Schnittbild
Schlaucharmatur

4. **Hydraulikanlagen** sind Anordnungen miteinander verbundener Bauteile (z. B. Motor, Pumpe, Zylinder, Schlauchleitung, Verschraubung, Rohr, Ventil, Filter) zur Übertragung und Steuerung hydraulischer Energie.
5. **Hydraulik-Flüssigkeiten** sind Druckflüssigkeiten, die als Medien zur Übertragung von Energie oder Signalen in Hydraulikanlagen dienen.
Hydraulik-Flüssigkeiten können Mineralöle (Hydrauliköle), synthetische, organische oder wasserhaltige Flüssigkeiten oder Mischungen davon sein.
6. **Schwerentflammbare Hydraulik-Flüssigkeiten** sind Hydraulik-Flüssigkeiten, die nach dem Ergebnis eines genormten Prüfverfahrens als schwerentflammbar eingestuft werden (siehe DIN EN ISO 12922:2013-04 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Produkte (Klasse L) – Familie H (Hydraulische Systeme) – Anforderungen an Druckflüssigkeiten in den Kategorien HFAG, HFAS, HFB, HFC, HFDR und HFDU“).
7. **Umweltschonende Hydraulik-Flüssigkeiten** sind Hydraulik-Flüssigkeiten, deren Auswirkungen auf die Umweltmedien Boden, Wasser, Luft und andere umweltrelevante Indikatoren bei der Herstellung, dem Gebrauch und der Entsorgung als solche bewertet worden sind. (siehe auch ISO 15380:2016-12 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Produkte (Klasse L) – Familie H (Hydraulische Systeme) – Anforderungen für die Kategorien HETG, HEPG, HEES und HEPR“)
8. **Maximaler Betriebsdruck** ist der höchste Druck, für den die Hydraulik-Schlauchleitung ausgelegt ist, einschließlich zu erwartender kurzzeitiger Spitzen (Druckimpulse) während des Betriebes.
9. **Betriebsdruck** ist der tatsächliche Druck im Rohrleitungssystem, in dem die Hydraulik-Schlauchleitung während ihres Betriebes eingesetzt wird (siehe DIN EN ISO 8330:2015-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen – Vokabular“). Er kann zwischen Höchst- und Niedrigstwert schwanken.
10. **Druckspitze** ist ein Druckimpuls, der über den Druck, für den Geräte oder Anlagen unter definierten Bedingungen zur Erzielung der Funktionsfähigkeit berechnet sind, hinausgehen kann. Diese Druckimpulse können ein Vielfaches des

Betriebsdruckes einer Hydraulikanlage betragen und selbst robusteste hydraulische Bauteile zerstören.

Da Druckspitzen im Millisekundenbereich auftreten können, sind diese oft nur mit empfindlichen digitalen Messgeräten erfassbar. Mechanische Druckmessgeräte sind dafür zu träge. Da die Druckspitzen in vielen Fällen nicht exakt vorausberechenbar sind, muss zwischen den auftretenden Betriebsdrücken und dem maximalen Betriebsdruck ein ausreichender Abstand bestehen.

11. **Berstdruck** (nach DIN EN ISO 8330:2015-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen – Vokabular“) ist der Druck, bei dem die Hydraulik-Schlauchleitung platzt, wenn sie entsprechend der zutreffenden Norm (DIN EN ISO 1402:2010-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen – Hydrostatische Prüfung“) geprüft wird.
Hinweis: DIN EN 853/854/856/857:2016-09 und EN ISO 3949:2014-12 fordern z. B., dass der Mindestberstdruck gleich oder größer dem vierfachen maximalen Betriebsdruck (Sicherheitsfaktor $S=4$) ist.
12. **Prüfdruck** (nach DIN EN ISO 8330:2015-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen – Vokabular“) ist der Druck, der während einer zerstörungsfreien Prüfung (nach DIN EN ISO 1402:2010-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen – Hydrostatische Prüfung“) und über eine festgelegte Dauer gehalten wird, um die Unversehrtheit des Aufbaus der Schlauchleitung nachzuweisen.
Hinweis: Die Höhe des Prüfdruckes ist in den Schlauchproduktnormen festgelegt, z. B. nach DIN EN 853/854/856/857:2016-09 und EN ISO 3949:2014-12 mit dem zweifachen maximalen Betriebsdruck ($S=2$).
13. **Instandhaltung** (DIN EN 13306:2010-12 „Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung“) ist die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann. Zur Instandhaltung ist zu zählen:
 - Wartung (Erhaltung der Funktion bzw. Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates),

- Inspektion (Feststellung und Beurteilung des Istzustandes, Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und Ableitung von Maßnahmen),
 - Instandsetzung (Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand) und
 - Verbesserung (Kombination aller Maßnahmen zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit ohne Änderung der Grundfunktionen).
14. **Fachkundig** (nach BetrSichV § 2 Abs. 5) ist, wer zur Ausübung einer bestimmten Aufgabe über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung, Berufserfahrung oder eine zeitnah ausgeübte entsprechende berufliche Tätigkeit. Die Fachkenntnisse sind durch Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten.

3 Gefährdungen beim Einsatz von Hydraulik-Schlauchleitungen – Ursachen und Maßnahmen

Unternehmer oder Unternehmerinnen, die ihren Beschäftigten Arbeitsmittel bereitstellen, haben infolge ihrer Pflichten aus verschiedenen Rechtsvorschriften, wie

- §§5 und 6 Arbeitsschutzgesetz,
- § 3 der Betriebssicherheitsverordnung,
- § 3 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1) eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

Diese Gefährdungsbeurteilung beinhaltet

- die Ermittlung der Gefährdungen bei den durchzuführenden Arbeiten,
- deren Bewertung und
- die Festlegung von Maßnahmen, um die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit zu gewährleisten.

Dabei sind die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung der Arbeitsmittel selbst verbunden sind, aber auch Gefährdungen, die durch Wechselwirkungen und Einflüsse von Arbeitsmitteln untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

Für den Einsatz von Hydraulik-Schlauchleitungen in Hydraulikanlagen sind hierzu die folgenden denkbaren Gefährdungen für Beschäftigte, die Anlagen oder Maschinen bedienen, instand halten oder umrüsten, in die Überlegungen einzubeziehen.

Bedeutung der Symbole:

■ Gefährdung/Belastungen, mögliche Ursache

→ Beispiele für Schutzmaßnahmen

Die nachfolgend genannten Maßnahmen sind durch Betriebsanweisungen sowie Information und Unterweisung insbesondere des Instandhaltungspersonals zu vermitteln und von Zeit zu Zeit auf Beachtung zu überprüfen.

3.1 Verspritzen von Hydraulik-Flüssigkeiten unter hohem Druck infolge von Undichtheit, Beschädigung oder Abriss der Leitung

■ Fehler bei der Auswahl von Hydraulik-Schlauchleitungen

- Auswahl, Einbau und Ersatz von Hydraulik-Schlauchleitungen nach Spezifikation der Maschinen-/Anlagenhersteller
- Überprüfung, dass die Betriebsdaten der Hydraulikanlage innerhalb der spezifizierten Grenzen bleiben, damit an Bauteilen keine Schäden auftreten (insbesondere bei Änderungen von Einsatzbedingungen und Änderungen an der Maschine oder der Hydraulikanlage)
 - Vorhalten der dafür notwendigen Informationen/Spezifikationen
 - Kennzeichnung der Hydraulik-Schlauchleitungen

Siehe Abschnitt 4.1.

■ Herstellungs-/Zusammenbau-Fehler

- Verwendung nur von Bauteilen, die nach Abmessung, Form, Druckstufe und Materialeignung aufeinander abgestimmt und für den Einsatzfall geeignet sind (Spezifikation)
- Beachtung von Herstellervorgaben
- Beim Zusammenbau nur vom Armaturenhersteller zugelassene Geräte und Vorrichtungen verwenden
- Beachtung der Vorgaben und Erkenntnisse über das Einbindevorgang
- Keine Verwendung von gebrauchten Hydraulik-Schläuchen/Hydraulik-Schlaucharmaturen

Siehe Abschnitt 4.1.

■ Hohe mechanische Beanspruchung infolge schlechter Verlegung

- Verlegung so, dass die natürliche Lage die Bewegung bei jedem Betriebszustand nicht behindert ist
- Verdrehen der Hydraulik-Schlauchleitung vermeiden
- Zugbelastung durch zu kurze Hydraulik-Schlauchleitung vermeiden
- Zugbelastung bei langen und schweren Hydraulik-Schlauchleitungen vermeiden
- Vermeidung zu geringer Biegeradien
- Vermeidung von Abrieb an Kanten

- Vermeidung von Scheuerstellen

Siehe Abschnitt 4.2.

■ Beanspruchung bei der Lagerung von Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Schläuchen

- Wahl der Aufbewahrungs- und Lagerbedingungen so, dass zu hohe mechanische, thermische und chemische Beanspruchungen nicht auftreten (z. B. Vermeidung zu geringer Biegeradien auch bei der Aufbewahrung an mobilen Geräten, liegende Lagerung, Klimatische Verhältnisse im Lagerraum/am Lagerplatz)
- Verwendung einer Schutzverpackung für die Schlauchleitung
- Verwendung von Verschlussstopfen
- Überprüfung der Hydraulik-Schlauchleitung vor Einbau
- Einhalten der empfohlenen maximalen Lagerdauer

Siehe Abschnitt 4.5.2.

■ Beschädigung von Außen

- Montageanweisung beachten
- Schlauchführungen, Befestigungen oder Knickschutz verwenden
- Schutz gegen hohe Temperaturen (Hitzeschutz)
- Tritt-/Anfahrerschutz oder Schlauchbrücken verwenden
- Schutz gegen Umgebungsmedien, z. B. Kühlschmierstoffe
- Vermeidung von Scheuerstellen
- Mögliche Bewegungen der Schlauchleitung durch Zylinderbewegungen oder Bewegungen von Maschinenteilen beachten

Siehe Abschnitt 4.2.

■ Beschädigungen von innen infolge hoher Drücke und Temperaturen, unzureichender Medienbeständigkeit der Werkstoffe, Druckimpulsen oder veränderter Betriebsbedingungen der Hydraulikanlage

- Auswahl, Einbau und Ersatz nach Spezifikation der Maschinen/Anlagenhersteller
- Prüfung, dass die Betriebsdaten der Hydraulikanlage innerhalb der spezifizierten Grenzen bleiben, damit an Bauteilen keine Schäden auftreten

- Beim Verändern von Betriebsbedingungen mit der Folge einer erhöhten Beanspruchung (z. B. erhöhte Taktzyklen/Produktionsstückzahlen) Verwendungsdauer und Prüfintervalle überprüfen
- Schutzmaßnahmen für den Fall, dass schädigende Druckimpulse auftreten, z. B. Dämpfungsspeicher
- Vorhalten hierfür notwendiger Benutzerinformationen
- Beachtung der Kennzeichnung der Hydraulik-Schlauchleitungen
- Durchführung von Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen
- Rechtzeitiger Austausch der Hydraulik-Schlauchleitungen
Siehe Abschnitte 4.1, 4.3, 4.4 und 4.5.

■ Schäden an Dichtungen

- Auswahl, Einbau und Ersatz von Dichtungen nach Spezifikation der Maschinen-/Anlagenhersteller
- Beim Verändern von Betriebsbedingungen mit der Folge einer erhöhten Beanspruchung (z. B. Drücke, Lastspiele, Schwingungen) oder dem Wechsel von Hydraulik-Flüssigkeiten, Eignung der Dichtungen überprüfen
- Feststellung/Beseitigung von Undichtheit in Betriebszeiten zwischen Prüfungen
- Durchführung von Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen
- Rechtzeitiger Austausch von Dichtungen
Siehe Abschnitte 4.1, 4.4 und 4.5.

■ Zu lange Austausch-, Prüf- oder Instandsetzungsintervalle

- Berücksichtigung aller relevanten Einflussgrößen bei der Festlegung von Austausch-, Prüf- oder Instandsetzungsintervallen in der Gefährdungsbeurteilung
- Anpassung bzw. Verkürzung der Austausch-, Prüf- oder Instandsetzungsintervalle bei erhöhten Schadensfeststellungen
- Überprüfung der Austausch-, Prüf- oder Instandsetzungsintervalle bei Änderungen von Einsatz- oder Umgebungsbedingungen, Änderungen an der Maschine/Hydraulikanlage oder der Gefährdungssituation der Beschäftigten
Siehe Abschnitte 4.4 und 4.5.

■ **Fehler bei der Instandhaltung**

- Vorhalten der Maschinen-/Hydraulikanlagendokumentation mit allen Instandhaltungs-/Instandsetzungshinweisen (unter anderem Betriebsanleitung)

Siehe Abschnitte 4.2, 4.6, 6.1 und 6.2.

■ **Materialalterung (z. B. durch Ozon, UV-Strahlung, natürliche Alterung)**

- Richtige Lagerung
- Rechtzeitiger Austausch der Hydraulik-Schlauchleitung
- Durchführung von Prüfungen

Siehe Abschnitte 4.4 und 4.5.

3.2 **Verspritzen von Hydraulik-Flüssigkeiten bei der Demontage**

■ **Demontage von Komponenten unter Druck**

- Öffnen von Hydrauliksystemen nur nach Druckentlastung und Entleerung
- Prüfung des zu öffnenden Anlagenteils auf Druckfreiheit

Siehe Abschnitt 4.6.

3.3 **Absinken oder plötzliche Bewegung von Maschinenteilen bei Leitungsversagen**

■ **Leckage, Bruch oder Abreißen der Hydraulik-Schlauchleitung**

- Einsatz hydraulischer Sicherungen gegen Leitungsbruch, wie zum Beispiel Lasthalteventile oder entspernbare Rückschlagventile in Bereichen mit erhöhten Anforderungen, z. B. beim Hochhalten einer Last
- Einsatz von mechanischen Sicherungen gegen Absinkgefahren von Lasten/Maschinenteilen bei Rüstungs- oder Instandhaltungsarbeiten
- Durchführung von Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen
- Rechtzeitiger Austausch der Hydraulik-Schlauchleitungen

Siehe Abschnitte 4.4, 4.5 und 4.6.

3.4 Peitschen und Schlagen von Hydraulik-Schlauchleitungen bei Druckimpulsen

■ **Peitschen der Leitung bei Abriss oder Schlagen der befestigten Hydraulik-Schlauchleitung bei Druckimpulsen infolge nicht ausreichender Befestigung**

- Vermeidung von zu hohen Drücken (Druckspitzen)
 - Einsatz von Befestigungen, Fangvorrichtungen oder Abschirmungen
 - Durchführung von Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen
 - Rechtzeitiger Austausch der Hydraulik-Schlauchleitungen
 - Umbauen der Hydraulik-Schlauchleitungen mit Abdeckungen oder Kanalführungen
 - Einbau von Hydraulik-Schlauchleitungen mit ausreißsicheren Armaturen
- Siehe Abschnitte 4.2.7, 4.3, 4.4 und 4.5.*

3.5 Gesundheitsgefahren durch die Gefahrstoffeigenschaften der Hydraulik-Flüssigkeiten

■ **Augenverletzungen durch Einwirken von Hydraulik-Flüssigkeiten auf die Augenschleimhäute**

- Bereitstellung und Verwendung von geeignetem Augenschutz
 - Berühren der Augen mit verschmutzten Händen vermeiden
- Siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.1.2.*

■ **Hauterkrankung durch Benetzen von Hautpartien**

- Bereitstellung von Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemitteln
 - Festlegung von Hautschutz- und Hygienemaßnahmen
 - Einsatz von Schutzhandschuhen, z. B. mit HBR-, CR- oder IIR- Beschichtung
- Siehe Abschnitt 5.1.1 und 5.1.2.*

■ **Einatmen zerstäubter Hydraulik-Flüssigkeiten bei Leitungsversagen mit Versprühen der Hydraulik-Flüssigkeiten**

- Keine Arbeiten/kein Aufenthalt in der Nähe undichter, druckführender Hydraulikanlagenteile
- Sofortiges Abschalten der Hydraulikanlagen
- Verwenden von Absaugungen in Bereichen oder Anlagen, wo betriebsmäßig mit dem Auftreten von Ölnebeln zu rechnen ist (z. B. an Berstprüfständen)

- Weitere Maßnahmen nach Abschnitt 3.1

Siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.1.2.

■ **Verschlucken von Hydraulik-Flüssigkeiten durch mangelnde Hygiene**

- Festlegung von Hygienemaßnahmen
- Weitere Maßnahmen nach Abschnitt 3.1
- Unterweisung, Körperteile von Leckagestellen fernzuhalten
- Abschirmung

Siehe Abschnitt 5.1.1 und 5.1.2.

3.6 Umweltwirkungen von Hydraulik-Flüssigkeiten

■ **Auslaufen von die Umwelt schädigenden Hydraulik-Flüssigkeiten in Boden und Wasser**

- Vermeidung von Leckagen
- Verwenden von Auffangwannen
- Vorhalten und Verwenden von Ölbindemitteln
- Verwenden von biologisch schnell abbaubaren Hydraulik-Flüssigkeiten
- Weitere Maßnahmen nach Abschnitt 3.1

Siehe Abschnitt 5.1.3.

3.7 Brandgefahren beim Austritt von Hydraulik-Flüssigkeiten

■ **Entzündung von versprühten oder ausgelaufenen Hydraulik-Flüssigkeiten**

- Beseitigung von Ölverschmutzungen vor Instandhaltungsarbeiten
- Vermeiden von Zündquellen (insbesondere Schweiß-, Schneid- und Lötarbeiten) in der Nähe undichter Hydraulikanlagen bzw. verölter Bereiche
- Bereithalten von geeigneten Feuerlöscheinrichtungen
- Verwendung von schwer entflammaren Hydraulik-Flüssigkeiten, z. B. im Bergbau, in der Stahlindustrie oder in Metall-Druckgießanlagen

Siehe Abschnitt 5.2.

3.8 Rutsch- und Sturzgefahren durch Hydraulik-Flüssigkeiten

■ Verunreinigung von Fußboden und Trittflächen mit Öl

- Vermeidung von Leckagen durch planmäßige vorbeugende Instandhaltung
- Durchführung von Prüfungen
- Rechtzeitiger Austausch der Hydraulik-Schlauchleitungen
- Sofortige Beseitigung von Ölverschmutzungen/Flüssigkeitsleckagen
- Absperrungen/Warnhinweise bei nicht sofort zu beseitigenden Undichtheiten
- Bereithalten von Bindemitteln für verschüttete/ausgelaufene Flüssigkeiten
- Rutschhemmende Bodenbeläge

Siehe Abschnitte 4.4, 4.5 und 4.6.1.

4 Maßnahmen zum sicheren Betrieb von Hydraulik-Schlauchleitungen

In diesem Kapitel werden Hilfestellungen und Rahmenbedingungen für den sicheren Betrieb von Hydraulik-Schlauchleitungen aufgeführt. Diese sind aber keineswegs als abgeschlossene Liste zu betrachten. Der Betreiber muss im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung alle Maßnahmen ermitteln und umsetzen, um die sichere Verwendung von Hydraulik-Schlauchleitungen gewährleisten zu können.

4.1 Auswahl, Bestellung, Herstellung und Kennzeichnung

4.1.1 Auswahl und Bestellung

Hydraulik-Schlauchleitungen sind so auszuwählen bzw. auszulegen, dass sie bei allen beabsichtigten Anwendungen und Betriebszuständen der Anlage innerhalb derer sie zum Einsatz kommen, sicher arbeiten.

Werden durch den Ausfall einer Hydraulik-Schlauchleitung Gefährdungen hervorgerufen, so gelten hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit besondere Anforderungen.

Auch beim Vorhandensein von Schutzmaßnahmen gegen Hydraulik-Schlauchleitungsversagen sowie unabhängig von der festgelegten Verwendungsdauer der Leitung ist bei der Auswahl bzw. dem Austausch von Hydraulik-Schlauchleitungen folgendes zu beachten:

- Die Auswahl bzw. das Verfahren beim Austausch von Hydraulik-Schlauchleitungen muss nach den Angaben der Maschinen-/Anlagenhersteller erfolgen. Beim Austausch müssen die technischen Spezifikationen des Herstellers beachtet werden. Soweit vom Risiko der Anwendung her erforderlich, sollte nach erfolgter Konfektionierung der Schlauchleitung eine Druckprüfung mit Prüfdruck, z. B. nach DIN EN ISO 1402:2010-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen; Hydrostatische Prüfung“, als Einzelprüfung vereinbart werden.
- Gibt es keine Herstellerangaben, z. B. in der Betriebsanleitung, ist die genaue Spezifikation der einzusetzenden Hydraulik-Schlauchleitung durch Rücksprache mit dem Anlagenhersteller zu klären. Ist dieses nicht möglich, sind die erforderlichen Angaben aus der Kennzeichnung der auszutauschenden Hydraulik-Schlauchleitungen (sofern diese spezifikationsgerecht sind) oder der Hydraulikanlage zu ermitteln.

- Die zulässigen Beanspruchungen (maximal zulässigen Drücke) aller Bauteile der Hydraulik-Schlauchleitung dürfen bei den zu erwartenden Betriebsbedingungen nicht überschritten werden (gegebenenfalls Beachtung spezifischer Anforderungen der Maschinen- oder Hydraulikanlagen).
- Es dürfen unter Berücksichtigung der Herstellerangaben nur solche Hydraulik-Schlauchleitungen ausgewählt werden, die alle Anforderungen der jeweiligen zutreffenden europäischen oder internationalen Produktnormen erfüllen, z. B. DIN-, EN-, ISO-, SAE-Normen.

Die nationalen und internationalen Normen fordern, dass für die Herstellung von Hydraulik-Schlauchleitungen nur Hydraulik-Schläuche, Hydraulik-Schlaucharmaturen sowie Verbindungsverfahren eingesetzt werden, deren Funktionssicherheit in entsprechenden Prüfverfahren nachgewiesen wurde (siehe z. B. DIN 20066:2012-01 „Fluidtechnik – Hydraulik-Schlauchleitungen – Maße, Anforderungen“). Der Hydraulik-Schlauchleitungshersteller muss dazu ggf. Angaben der Komponentenhersteller von Hydraulik-Schlauch und -Armatur einfordern, berücksichtigen und aufbewahren, oder er muss die Prüfung auf Funktionssicherheit selbst durchführen und dokumentieren. Die bestandene „Prüfung der Kombination von Schlauch und Armatur“ sollte dem Kunden durch den Hersteller der Hydraulik-Schläuche bestätigt werden.
- Die Querschnitte der Hydraulik-Schlauchleitung müssen ausreichend bemessen sein, so dass sich keine unzulässigen Staudrücke ergeben können, die beispielsweise den freien Rückfluss zum Tank behindern. Ohne weitere Überprüfung dieser Vorgabe darf der Nenndurchmesser der Austauschleitung nicht kleiner gewählt werden, als jener der auszutauschenden Leitung.
- Schlauch- und Dichtungsmaterialien müssen gegenüber der eingesetzten Hydraulik-Flüssigkeit beständig sein. Eine neue Hydraulik-Schlauchleitung muss nach den Angaben des Lieferanten mit der verwendeten Hydraulik-Flüssigkeit betrieben werden können.
- Hydraulik-Schlauchleitungsverbindungen mit Weichdichtungen sind zu bevorzugen.
- Hydraulik-Schlauchleitungsarmaturen, die aus einem gedrehten Rohrstutzen mit Schneidring bestehen, entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Sie haben in der Vergangenheit zu Unfällen infolge Abrutschens geführt.
- Die Einbindung der Hydraulik-Schläuche sollte über Pressarmaturen erfolgen. Schraubarmaturen sollten aufgrund der mangelnden Montagesicherheit vermieden werden.

Hinweis:

Die „Prüfung der Kombination von Schlauch und Armatur“ erfordert Kenntnisse über die normativen Vorgaben in den relevanten DIN-, EN-, ISO- oder SAE-Normen. Zur Prüfung der Kombination sind geeignete Prüfstände (z. B. Impuls- und Berstdruckprüfstände) erforderlich (siehe Abbildung 3). Der Betrieb der Prüfstände bzw. die normgerechte Durchführung von Prüfungen erfordert geschultes Personal.



Abb. 3 Impuls-Prüfstand beim Schlauchleitungshersteller

Bei der Bestellung von Hydraulik-Schlauchleitungen müssen die inneren und äußeren Einsatzbedingungen bekannt sein und angegeben werden, z. B.

- Betriebsdruck in der Anlage (hierbei ist zu berücksichtigen, dass in der Regel ein dynamischer Druckverlauf auftritt),
- maximaler Volumenstrom des Druckmediums (Nennweite der Schlauchleitung),
- Art der Hydraulik-Flüssigkeit,
- Temperatur der Hydraulik-Flüssigkeit,
- Umgebungseinflüsse, z. B. Umgebungstemperatur, Sonnen-/Lichteinstrahlung, Auftreten von Ozon, UV-Einflüsse,

- chemische Belastung (innen und außen),
- zu erwartende Biege-/Impulsbelastung,
- konstruktiv erforderliche Länge (gemessene Länge einschließlich Zuschlägen),
- Einbauart/geeignete Armaturen, gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen bei besonderen Anwendungen aus maschinenspezifischen Normen, z. B. Ausreißsicherung entsprechend DIN EN 201:2010-02 „Gummi- und Kunststoffmaschinen-Spritzgieß-Maschinen; Sicherheitsanforderungen“ für Hersteller und Betreiber von Spritzgießmaschinen,
- Verwendung von Berstschutz und Fangsicherungen.

Nach dem Erhalt der ausgewählten Hydraulik-Schlauchleitungen sollte bei einer Eingangskontrolle Folgendes geprüft werden:

- Wurden die Vorgaben der Bestellspezifikation erfüllt?
- Sind Hydraulik-Schläuche und -Schlauchleitungen normgerecht und dauerhaft gekennzeichnet?
- Sind die empfohlenen Lagerzeiten für Hydraulik-Schläuche und -Schlauchleitungen nicht überschritten (siehe Abschnitt 4.5.1)?
- Liegen die Zertifikate über gegebenenfalls vereinbarte Einzelprüfungen oder beim Hersteller getroffene Maßnahmen der Qualitätssicherung vor?

Werden an einer Hydraulikanlage Änderungen vorgenommen, muss mit dem Hersteller der Hydraulikanlage Rücksprache zur Klärung aller damit verbundenen Konstruktionsanforderungen erfolgen, unter anderem auch zur Vermeidung von Druckspitzen.

Die besonderen Bestimmungen für andere Anwendungsfälle, z. B. Bergbau, sind zusätzlich zu beachten.

4.1.2 Herstellung beim Verwender

Hydraulik-Schlauchleitungen sollten nur von einem Fachbetrieb fertig konfektioniert bezogen werden.

Wird eine Hydraulik-Schlauchleitung dennoch vom Verwender zusammengebaut, ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Bauteile (Schlauch und Armaturen) in Bezug auf Abmessungen, Form und Druckstufe aufeinander abgestimmt sind. Die Vorgaben der Hersteller des Hydraulik-Schlauchs und der Hydraulik-Schlaucharmatur müssen dabei befolgt werden.

Im Falle einer selbst vorgenommenen Einbindung ist darüber hinaus auch Folgendes zu beachten:

- Hydraulik-Schlauchleitungen dürfen nur mit solchen Hydraulik-Schläuchen und -Schlaucharmaturen sowie nach solchen Verbindungsverfahren hergestellt werden, auf deren Grundlage die Funktionssicherheit in zutreffenden Prüfverfahren nachgewiesen wurde, z. B. hydrostatische Anforderungen nach DIN EN ISO 1402:2010-04 „Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen – Hydrostatische Prüfung“ sowie Anforderungen an die Impulsprüfung nach DIN EN ISO 6803:2010-01 „Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen; Hydraulik-Druck-Impulsprüfung ohne Biegung“.
- Es dürfen dafür nur vom Armaturenhersteller zugelassene Geräte und Vorrichtungen verwendet werden.
- Hydraulik-Schlauchleitungen müssen unter Beachtung der Herstelleranleitung zusammengebaut werden.
- Die empfohlene maximale Lagerzeit des verwendeten Hydraulikschlauches sollte beim Zusammenbau zur Hydraulik-Schlauchleitung nicht überschritten sein (siehe Abschnitt 4.5.1).
- Hydraulik-Schlauchleitungen dürfen nicht aus gebrauchten, d. h. vorher bereits als Teil einer Hydraulik-Schlauchleitung benutzten Schläuchen oder Armaturen hergestellt werden.
- Weisen Hydraulik-Schlauch und Armatur unterschiedliche Nenndrücke auf, so ist der niedrigere Nenndruck für den Betriebsdruck der Hydraulik-Schlauchleitung bestimmend.
- Auch die vom Verwender selbst hergestellten bzw. konfektionierten Hydraulik-Schlauchleitungen müssen entsprechend der Norm gekennzeichnet sein (siehe Abschnitt 4.1.3).
- Zur Gewährleistung einer sicheren Hydraulik-Schlaucheinbindung müssen Einbinder(innen)/Konfektionierer(innen) über detaillierte Kenntnisse zum Einbindungsverfahren und die zu verwendenden Geräte und Bauteile verfügen.
- Reproduzierbarkeit, Arbeitsablauf der Einbindung.
- Einbinder(innen)/Konfektionierer(innen) einer Hydraulik-Schlauchleitung sollte eine fachkundige Person sein, welche im Rahmen einer Qualitätskontrolle die Güte der Verpressung überprüfen kann, da von der Güte der Verpressung und der nachfolgenden Kontrolle die Sicherheit von Personen abhängt.

- Es müssen entsprechende Verfahrensanweisungen für den Einbindevorgang, z. B. QM-Handbuch, vorliegen, sodass der Arbeitsablauf der Verpressung reproduzierbar beschrieben ist.

4.1.3 Kennzeichnung

4.1.3.1 *Schläuche für Hydraulik-Schlauchleitungen*

Schläuche für Hydraulik-Schlauchleitungen müssen fortlaufend mit mindestens den folgenden Angaben dauerhaft gekennzeichnet sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers, z. B. XXX
- Nummer der Produktnorm, z. B. EN 853
- Schlauchtyp, z. B. 2SN
- Nenndurchmesser in mm, z. B. DN 10 (ggf. in Zoll, z. B. 3/8", oder Größe [Size], z. B. Size 06)
- Quartal und die zwei letzten Ziffern des Herstellungsjahres, z. B. 2Q16

Beispiel: XXX/EN 853/2SN/DN 10/2Q16



Abb. 4
Kennzeichnung von
Hydraulik-Schläuchen

Die Hydraulik -Schlauchhersteller geben in aller Regel vor der Quartalsangabe des Herstellungsjahres zusätzlich den Betriebsdruck (maximaler Arbeitsdruck) des Schlauches an (in bar, MPa oder psi).

Falls erforderlich können weitere Angaben nach Vereinbarung zwischen Anwender und Hersteller aufgeführt werden.

Die Kennzeichnung ist zum Beispiel dauerhaft, wenn die vorstehenden Angaben auf der Außenschicht aufvulkanisiert oder aufgespritzt sind.

4.1.3.2 Hydraulik-Schlauchleitungen

Jede Hydraulik-Schlauchleitung muss unabhängig von der Hydraulik-Schlauchkennzeichnung mindestens mit den folgenden Angaben eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers, z. B. XXX
- Maximaler Betriebsdruck der Hydraulik-Schlauchleitung, z. B. 330 bar oder 33,0 MPa
- Die zwei letzten Ziffern des Herstellungsjahres und Monat der Herstellung, z. B. 1606 für Juni 2016

Die Reihenfolge der Angaben zum Hersteller, dem maximalen Betriebsdruck und dem Herstellungsdatum ist beliebig. Die einzelnen Angaben müssen nicht in einer Zeile aufgebracht sein.

Beispiel: XXX/330bar/1606



Abb. 5
Kennzeichnung
von Hydraulik-
Schlauchleitungen

Eine Kennzeichnung ist zum Beispiel dauerhaft, wenn die vorstehenden Angaben, beim Verpressen in die Pressfassung, eingeprägt werden.

Um Verwechslungen zwischen Druckangaben in bar und MPa zu vermeiden, wird in DIN 20066:2012-01 „Fluidtechnik; Schlauchleitungen; Maße, Anforderungen“ empfohlen, die Maßeinheit des Druckes bei der Kennzeichnung mit anzugeben.

Beispiele: XXX/330bar/1606,
 XXX/33,0MPa/1606
 oder
 XXX/4786psi/1606

Falls erforderlich können weitere Einzelheiten nach Vereinbarung zwischen Anwender und Hersteller in die Hydraulik-Schlauchleitungskennzeichnung aufgenommen werden.

4.2 Einbau von Hydraulik-Schlauchleitungen

Die Lebensdauer und der sichere, anforderungsgerechte Einsatz einer Hydraulik-Schlauchleitung werden durch den sachgerechten Einbau maßgeblich beeinflusst. Um die Funktionssicherheit zu gewährleisten und die Lebensdauer und die Druckbelastbarkeit einer Hydraulik-Schlauchleitung nicht durch verlegungsbedingte Beanspruchungen zu verkürzen, sind die in den folgenden Abschnitten behandelten Anforderungen zu erfüllen. Des Weiteren ist auf einen wartungsfreundlichen Ein- und Ausbau, sowie auf laufende Kontrollmöglichkeiten zu achten.

4.2.1 Vermeidung von Torsion

Ein verdrehter Einbau einer Hydraulik-Schlauchleitung (Torsion) führt immer zu einer deutlichen Verkürzung der Lebensdauer. Durch das gegenseitige Aufreiben der Druckträgerlagen tritt eine Reduzierung der Druckbelastbarkeit ein. Zusätzlich ergibt sich eine besonders hohe Belastung im Bereich der Einbindung der Armatur mit der Folge eines vorzeitigen Ermüdens des Druckträgers (Draht oder Textileinlage) und einer Leckage der Armaturenverbindung.

Bei der Montage einer Hydraulik-Schlauchleitung ist daher immer darauf zu achten, dass sie sowohl beim Installieren der Armatur als auch bei ihrer späteren Bewegung im Betrieb nicht mit Torsion beaufschlagt wird.

Besteht die Gefahr der Verdrehung der Leitung, ist bei der Montage gegenzuhalten. Die Maschinenbewegungen sollten konstruktiv so bestimmt sein, dass eine Schlauchleitung zwar gebogen, nicht aber verdreht werden kann. Zur Vermeidung von einer Verdrehung der Leitung sind z. B. passende Winkelarmaturen, Adapter in 45°- oder 90°-Form oder unter Druck drehbare Verschraubungen zu verwenden. Beim Einbau einer Hydraulik-Schlauchleitung mit einer Bogenarmatur ist darauf zu achten, dass diese immer zuerst montiert wird, damit sie richtig positioniert werden kann.



Abb. 6 Torsion beim Einbau

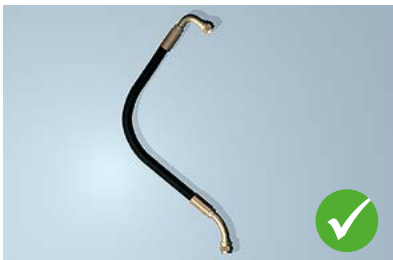


Abb. 7 Einbau mit Bogenarmatur/ohne Bogenarmatur

4.2.2 Zulässiger Biegeradius

Hydraulik-Schlauchleitungen sollten möglichst ihrer natürlichen Schlauchkrümmung folgend eingebaut werden, ohne dass dabei der kleinste zulässige Biegeradius unterschritten wird.

Wird der Mindestbiegeradius unterschritten, verkürzt sich die Lebensdauer und die Druckbelastbarkeit einer Hydraulik-Schlauchleitung. Es können so genannte „Öldurchschüsse“ auftreten, die mit erheblichen Verletzungsgefahren verbunden sind.

Für jeden Schlauchtyp ist in Abhängigkeit von der Nennweite ein zulässiger Biegeradius entsprechend der relevanten Normen (DIN EN 853-857:2016-09 und ISO 3862-1:2001-09 für R15-Schläuche) vorgegeben.

Zu enge Biegeradien, aber auch Torsion können Einengungen des Schlauchquerschnitts bewirken und neben der zusätzlichen Beanspruchung auch den Strömungswiderstand erhöhen.

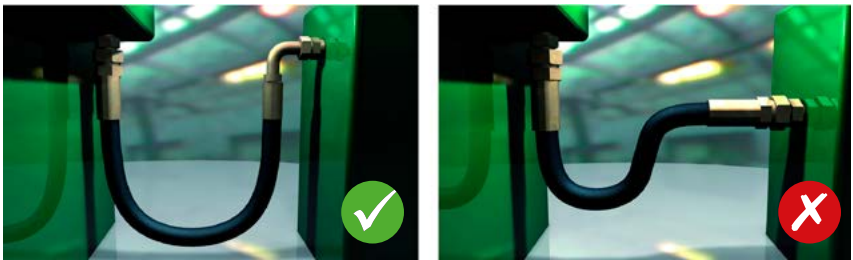


Abb. 8 Biegeradius

Die häufigste Unterschreitung des Mindestbiegeradius tritt vor allem unmittelbar hinter der Einbindung auf. Der Schlauch wird dabei hinter der Fassung zu stark geknickt. Die starke Zugbelastung auch ohne Berücksichtigung der Druckverhältnisse belastet den Einbindebereich und führt zum vorzeitigen Ausfall.

Die Biegung einer Hydraulik-Schlauchleitung sollte möglichst – falls die Einbauverhältnisse es zulassen – nach einem geraden Abschnitt mit der Mindestlänge des 1,5-Fachen des Schlauchaußendurchmessers d_a eingeleitet werden. Ist dieses nicht

möglich, sollte man auf Knickschutz, Winkelstücke oder Rohrkrümmer zurückgreifen.

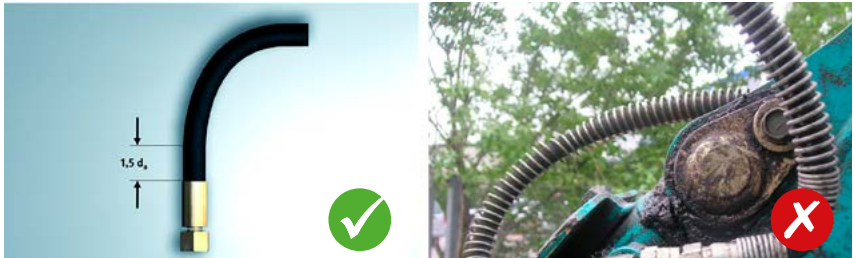


Abb. 9 Richtig: Gerader Abschnitt mit $1,5 d_s$ vor Biegung
Falsch: Eine Schlauchscheuerschutzspirale stellt keinen Knickschutz dar

4.2.3 Vermeidung von Abrieb, Scheuerstellen und Abknicken

Hydraulik-Schlauchleitungen sind vor äußeren Beschädigungen wie Abrieb durch Scheuerstellen oder mechanisch bedingten Einschnitten zu schützen. Eine Schlauchscheuerschutzspirale stellt keinen Knickschutz dar. Wird dieses bei der Verlegung von Hydraulik-Schlauchleitungen nicht beachtet, so muss mit einem vorzeitigen Ausfall der Hydraulik-Schlauchleitung mit allen damit verbundenen Gefahren gerechnet werden.

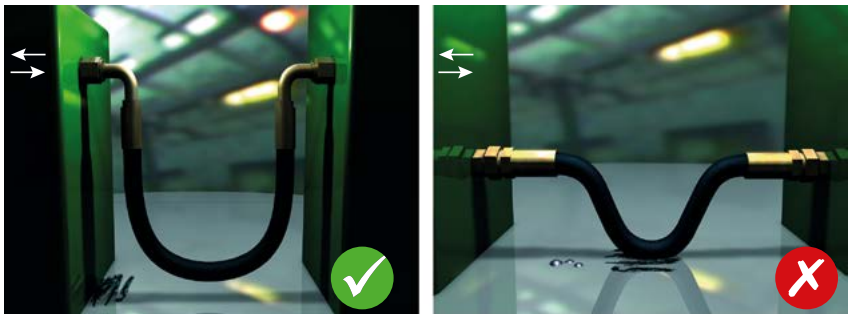


Abb. 10 Vermeidung von Abrieb durch ausreichende Bewegungsfreiheit



Abb. 11 Vermeidung von Abknicken oder Scheuern

Bei der Verlegung von Hydraulik-Schlauchleitungen ist durch eine geeignete Schlauchführung und unter Berücksichtigung von Einbauhilfen ein Abknicken oder das Scheuern an Kanten zu vermeiden. Das kann z. B. mithilfe von Schutzwendeln, Federn oder Hydraulik-Schläuchen mit abriebfesten Außenschichten erfolgen. Schlauchhalterungen sind jedoch dort zu vermeiden, wo sie die natürliche Bewegung und Längenänderung der Schlauchleitung behindern. Schlauchhalterungen sollten möglichst nur an geraden Abschnitten eingebaut werden.

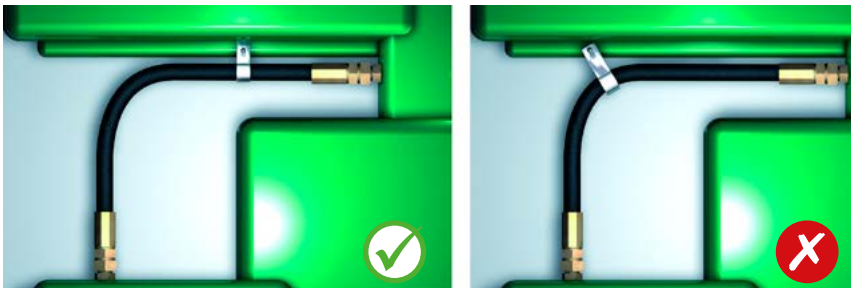


Abb. 12 Einbau von Schlauchhalterungen

Vorzugsweise sollten als Schlauchhalterungen Schellen ohne Klemmwirkung aus Elastomeren, Polypropylen oder solchen mit elastischen Einlagen eingesetzt werden. Der Hydraulik-Schlauch erfährt damit eine Führung und wird nicht in einem Festlager fixiert.

Beim Einsatz von Schlauchhalterungen ist die Volumenzunahme (Durchmesseränderung) des Hydraulik-Schlauches unter Druck ebenfalls zu berücksichtigen.

Die Umlenkung des pulsierenden Ölstroms bewirkt eine pumpende Bewegung des Schlauchbogens. Eine wie in Abbildung 12 im rechten Bild angebrachte Schlauchhalterung verursacht durch die Bewegung eine Scheuerwirkung auf der Außenschicht, welche dadurch langfristig zerstört wird.

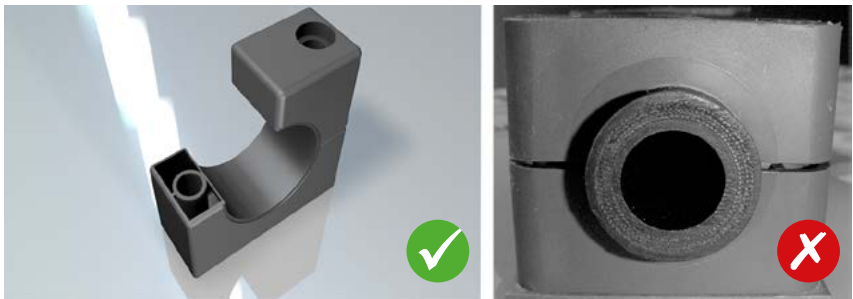


Abb. 13 Richtig: Schlauchschelle aus Gummi oder Polypropylen ohne Klemmwirkung und glatten Innenflächen
Falsch: Schlauchschelle aus Polypropylen mit Klemmwirkung und Innenrippen

4.2.4 Vermeidung von Zug- und Stauchbelastungen

Hydraulik-Schlauchleitungen sind so einzubauen bzw. zu verlegen, dass in allen Betriebszuständen Zug- und Stauchbelastungen vermieden werden. Aufgrund der Schlauchmechanik können sich Hydraulik-Schlauchleitungen unter Druck verkürzen aber auch verlängern.

Deshalb sind Hydraulik-Schlauchleitungen grundsätzlich mit Durchhang zu verlegen, in der Länge aber so zu bemessen, dass unter Beachtung der möglichen maschinenbedingten Bewegungsabläufe zu enge Verlegeradien oder Torsion vermieden werden.

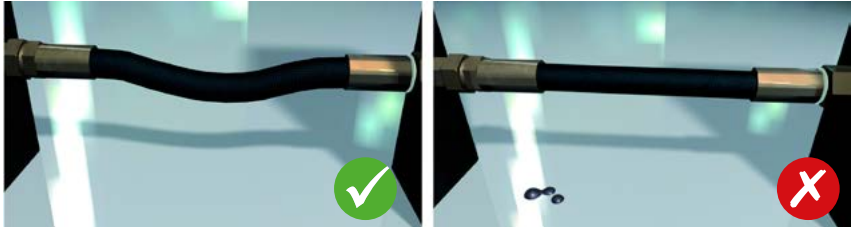


Abb. 14 Einbaulänge

Bei der Bündelung von Hydraulik-Schlauchleitungen ist zu beachten, dass die Hydraulik-Schläuche bei Druckbeaufschlagung unterschiedliche Längenänderungen erfahren können. Ohne ausreichendes Spiel zwischen den Hydraulik-Schlauchleitungen besteht die Gefahr des erhöhten Abriebs oder Herausreißens aus der Armatur.

Beim Einsatz von federbelasteten Spannrollen sind Zugbelastungen nicht zu vermeiden. Hier ist aber unter Berücksichtigung der zulässigen Betriebsbeanspruchung mit dem Hersteller der Anlage Rücksprache zu nehmen bzw. ist bei der Bestellung ein Längenzuschlag nach den zutreffenden Normen oder Herstellerangaben zu berücksichtigen.

4.2.5 Temperatureinwirkungen

Hydraulik-Schlauchleitungen sind vor schädigenden äußeren und inneren Temperatureinwirkungen zu schützen. Sie sollten nicht in der Nähe von Wärmequellen eingebaut werden. Die für den Hydraulik-Schlauch nach den zutreffenden Normen geltenden Temperaturgrenzen sind zu berücksichtigen und gegebenenfalls durch konstruktive Maßnahmen einzuhalten.

Infrage kommen Maßnahmen wie

- Schutzabdeckung,
- Schutzisolierung,
- Abstand von Wärmequellen,
- Ölkühler oder
- ausreichende Leitungsdimensionierung.

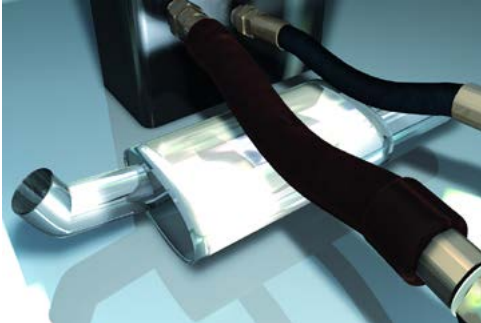


Abb. 15
Hydraulik-Schlauch-
leitung mit und
ohne Hitzeschutz

4.2.6 Berücksichtigung von Schwingungen

Bei möglichen starken Schwingungen von Maschinenteilen mit Schlauchleitungs-Anschlüssen dürfen die Hydraulik-Schlauchleitungen nicht in Schwingungsrichtung, sondern nur in einem ausreichend großen Winkel dazu verlegt werden.



Abb. 16 Verlegung bei Schwingungen

4.2.7 Vermeidung von Peitschen

Bei aller Sorgfalt ist zu beachten, dass beim Versagen von Hydraulik-Schlauchleitungen vor allem in der Nähe von Arbeits- und Verkehrsbereichen, erhebliche Gefährdungen auftreten. Im Fall eines möglichen Abreißens oder Ausreißens des unter Druck stehenden Hydraulik-Schlauches aus der Armatur besteht eine Gefährdung durch Peitschen des Schlauches. In diesem Fall müssen, abhängig vom bestehenden Risiko, Schutzmaßnahmen getroffen werden (nach DIN EN ISO 4413:2011-04 „Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile“), z. B. durch Einsatz von:

- festen Abdeckungen,
- Kanalführungen,
- Schlauchleitungen mit ausreißsicheren Armaturen (z. B. Interlock-Armatur),
- Fangschutz-Seilverbindungen oder anderen Fangschutzeinrichtungen zwischen Hydraulik-Schlauch und Anschlussstelle.

Beim Einsatz der letztgenannten Fangschutzeinrichtungen sind unbedingt die richtige Dimensionierung und die Montagevorgaben der Hersteller zu beachten. Bei den Fangschutz-Seilverbindungen kommt es bauartbedingt trotzdem noch zu einem geringfügigen Peitschen, so dass deren Einsatzmöglichkeiten begrenzt sind. Außerdem handelt es sich bei den Fangschutzeinrichtungen – sofern diese gesondert und nicht als Maschinenersatzteile in Verkehr gebracht werden – um Sicherheitsbauteile gemäß der vorgegebenen Definition der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. Gesondert in Verkehr gebrachte Fangschutzeinrichtungen müssen deshalb über eine CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung und Betriebsanleitung verfügen. Bei bereits schon in Maschinen installierten Teilen ist dies Bestandteil der CE-Konformität der Maschine.

Abb. 17
Beispiel ausreiß-
sichere Armatur



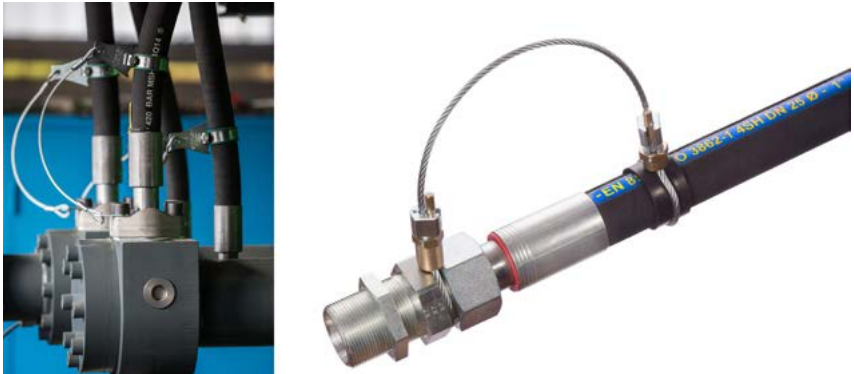


Abb. 18 Fangschutz-Seilverbindungen
a) Fest montiert mit Hydraulik-Schlaucharmatur
b) Nachrüstbar ohne Demontage der Hydraulik-Schlauchleitung

4.2.8 Schutz gegen Hydraulik-Flüssigkeitsstrahlen, bei Leitungsbruch und Leckage

Wenn der Ausfall einer Hydraulik-Schlauchleitung eine Gefährdung durch einen Flüssigkeitsstrahl hervorrufen kann und eine feste Schutzabdeckung nicht möglich ist, müssen andere Schutzmaßnahmen ergriffen werden (z. B. Spritzschutzschlauch). Siehe dazu auch DIN EN ISO 4413:2011-04 „Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile“/5.4.6.5.3.2 „Schutz vor Ausfall“.

Die Schutzschläuche müssen folgende funktionelle Eigenschaften im Falle eines ungewollten Austritts der Hydraulik-Flüssigkeit erfüllen:

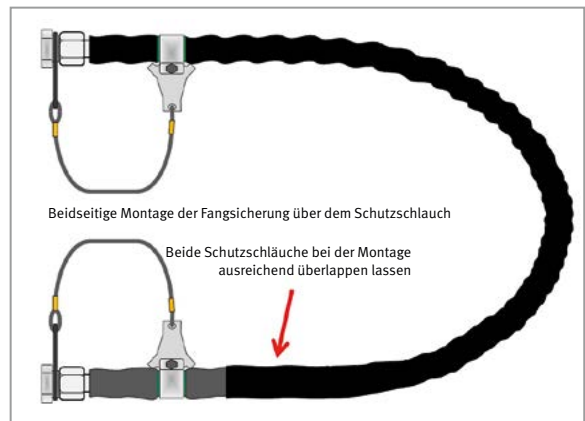
- Sie müssen den gefährlichen Strahl der Hydraulik-Flüssigkeit (z. B. bei Pinhole) zerstäuben können.
- Sie benötigen ein ausreichendes Rückhaltevermögen für die austretende Hydraulik-Flüssigkeit.
- Sie müssen vom Hersteller für die vorgesehenen Einsatzfälle vorgesehen sein.
- Es müssen Anwendungshinweise, aus denen die Einsatzfälle und Montageinformationen für die jeweiligen Typen hervor gehen, vorhanden sein und vom Verwender beachtet werden.

Folgende Auswahl- und Montagekriterien sind zu gewährleisten:

- Zu eng anliegende Schutzschläuche erfüllen nicht die notwendigen Schutzanforderungen. Der Innendurchmesser des Schutzschlauches sollte erfahrungsgemäß 30 %, jedoch mindestens 15 mm größer sein als der Außendurchmesser der Hydraulik-Schlauchleitung.
- Eine „offene“ Montage ist zu bevorzugen. Ist eine Befestigung – z. B. mit Kabelbindern oder Schellen – erwünscht oder erforderlich, sollte der Schutzschlauch nur einseitig befestigt werden. Eine Querschnittsverengung der Hydraulik-Schlauchleitung ist dabei zu vermeiden.

Sollte in Ausnahmefällen ein beidseitiges Befestigen notwendig sein, muss das Abfließen der Hydraulik-Flüssigkeit im Fall eines Berstens der Hydraulik-Schlauchleitung sichergestellt werden.

Abb. 19
Überlappende Schutz-
schläuche bei beidseitiger
Befestigung
mit Fangsicherung



Der Schutzschlauch muss im zu schützenden Bereich die vollständige Hydraulik-Schlauchleitungslänge (auch die Fassungen) überdecken.



Abb. 20 Richtig: Schutzschlauch überdeckt die Fassung
Falsch: Schutzschlauch zu kurz

- Bei den Prüfungen ist Montage und richtiger Sitz des Schutzschlauchs sowie dessen Unversehrtheit mit zu prüfen.
- Das gemeinsame Einbinden des Schutzschlauches mit der Hydraulik-Schlauch-armatur ist unzulässig.



Abb. 21
Falsche Schutzschlauch-Montage:
Schutzschläuche sind in die
Armaturen mit eingebunden

4.3 Auftreten von Druckimpulsen (Druckspitzen)

In der Regel treten in einer hydraulischen Anlage dynamische Druckverläufe auf. Dabei können Druckspitzen entstehen. Unter Druckspitzen (Druckimpulsen) versteht man sprunghafte Änderungen des in der Anlage bestehenden Druckes durch verschiedene Ursachen:

- sehr schnelle Änderung der Strömungsgeschwindigkeit durch Verengungen oder Erweiterungen
- schlagartiges Sperren oder Öffnen von Ventilen bei Schalt- oder Steuervorgängen (Flüssigkeitsdurchfluss)
- Beschleunigen oder Verzögern von sich bewegenden Massen (Konstruktionsteile, anhängende Lasten oder auch Erdmassen)

Druckspitzen und Schwingungen in Hydraulikanlagen können nur durch konstruktive Maßnahmen an der Anlage vermieden oder reduziert werden. Dazu ist Rücksprache mit dem Hersteller der Hydraulikanlage zu nehmen.

Bekannte und zu erwartende Druckspitzen – auch bei besonderen Betriebszuständen – sind bei der Auswahl der Hydraulik-Schlauchleitungen zu berücksichtigen.

Hierbei kann es auch erforderlich sein, eine höhere Druckstufe für die Hydraulik-Schlauchleitung vorzusehen.

4.4 Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen

Ein wesentlicher Faktor zur Gewährleistung der Sicherheit der Beschäftigten beim Umgang mit Maschinen und Hydraulikanlagen ist die Prüfung der verwendeten Hydraulik-Schlauchleitungen. Prüfungen sind erforderlich

- nach der Montage und vor der erstmaligen Benutzung der Hydraulik-Schlauchleitung,
- nach Unfällen, längeren Zeiträumen der Nichtbenutzung und besonderen beanspruchenden Ereignissen wie z. B. Kollisionen, Naturereignissen, Überhitzungen (außerordentliche Überprüfung),
- wiederkehrend in festgelegten regelmäßigen Abständen.

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Art, Umfang und Fristen der Prüfungen für seine individuellen Einsatzbedingungen im Rahmen der nach Arbeitsschutzgesetz und Betriebssicherheitsverordnung geforderten Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Die Vorgaben und Empfehlungen der Hersteller sind dabei zu beachten.

Die getroffenen Festlegungen zu Art, Umfang und Fristen (sowie auch den Auswechselintervallen), sind als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung schriftlich zu dokumentieren. Die Ergebnisse der Prüfungen sind – z. B. mit dem Prüfprotokoll der Maschine – aufzuzeichnen und mindestens bis zur nächsten Prüfung aufzubewahren.

Hinweis:

Auch wenn externe Dienstleister mit der Prüfung der Hydraulik-Schlauchleitungen beauftragt werden, müssen die Unterlagen über die vorgenannte Festlegung von Art, Umfang und Fristen der Prüfungen sowie der Auswechselintervalle durch den Arbeitgeber, der die Maschine nutzt, bei diesem vorliegen. Dies ist auch in digitaler Form möglich.

Die Eingliederung der Prüfanforderungen, Prüfergebnisse und zugehöriger Dokumente in betriebliche Arbeitsschutzmanagementsysteme oder in Datenbanken kann – insbesondere bei Großbetrieben – helfen, die Hydraulik-Schlauchleitungen aller Maschinen bzw. Arbeitsmittel systematisch zu erfassen und zu beurteilen.

Die genannten Prüfungen dürfen nur von zur Prüfung befähigten und vom Arbeitgeber beauftragten Personen durchgeführt werden (siehe Abschnitt 4.4.3).

4.4.1 Die Prüfung nach der Montage/vor der erstmaligen Benutzung und nach Instandsetzung oder prüfpflichtigen Änderungen

Bei der Prüfung nach der Montage und vor der erstmaligen Benutzung werden die Kriterien beurteilt, die im Zusammenhang mit der Montage der Hydraulik-Schlauchleitungen stehen und nur an der vollständig montierten Maschine beurteilt werden können.

Diese Prüfung vor der erstmaligen Benutzung muss Folgendes umfassen:

- die Kontrolle der vorschriftsmäßigen Montage und der sicheren Funktion der Hydraulik-Schlauchleitung
- die rechtzeitige Feststellung von Schäden
- die Feststellung, ob die getroffenen sicherheitstechnischen Maßnahmen wirksam sind

Einige Prüfpunkte können bereits bei einer Sichtprüfung im ausgeschalteten Zustand beurteilt werden. Eine Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang für eine Sichtprüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen befindet sich in Tabelle 1 des Anhangs 1.

Weitere Prüfpunkte einer Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen vor Inbetriebnahme erfordern eine Funktionsprüfung bei zugeschalteter Energie bzw. laufender Maschine. Eine Empfehlung zum Prüfumfang enthält Tabelle 2 in Anhang 1.

Auch nach Schadensereignissen oder Änderungen an der Maschine und in der hydraulischen Anlage (Steuerung und Ausrüstung), die schädigende Auswirkungen auf die Sicherheit haben könnten, ist vor erneuter Benutzung der Maschine (Wiederinbetriebnahme) eine Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person durchzuführen. Ebenso nach größeren Instandsetzungsarbeiten, insbesondere wenn diese mit Neuverlegung von Hydraulik-Schlauchleitungen verbunden waren (siehe dazu auch Abschnitt 4.6.2 und die Tabellen 1 und 2).

Prüfpflichtige Änderungen an Maschinen oder Hydraulikanlagen sollten erfasst und in die Dokumentation der Maschine aufgenommen werden, da diese Dokumentation bei den nachfolgenden Prüfungen (vor erneuter Benutzung und wiederkehrend) eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Sicherheit des zu prüfenden Gegenstandes bildet.

4.4.2 Wiederkehrende Prüfung

Da Hydraulik-Schlauchleitungen im Betrieb Schäden verursachenden Einflüssen unterliegen, die zu gefährlichen Situationen führen können, müssen sie in festgelegten Zeitabständen wiederkehrend geprüft werden.

Siehe auch Abschnitt 4.4.2.2.

Wiederkehrende Prüfungen haben zum Ziel, Schäden rechtzeitig zu entdecken und zu beheben. Es soll sichergestellt werden, dass die Maschinen und Anlagen in einem sicheren Zustand bleiben.

Eine detaillierte Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang für wiederkehrende Prüfungen enthält Tabelle 3 in Anhang 1.

4.4.2.1 *Vorgehen bei als „fehlerhaft“ festgestellten Hydraulik-Schlauchleitungen*

Sofern bei der Prüfung der Hydraulik-Schlauchleitung Mängel festgestellt werden, die den sicheren Zustand des Arbeitsmittels beeinträchtigen, sind diese sofort zu beheben. Ist dies nicht möglich, sind geeignete Maßnahmen zu treffen, damit das Arbeitsmittel vor einer Instandsetzung nicht weiter benutzt werden kann.

Hydraulik-Schlauchleitungen mit Mängeln, die einen sicheren Weiterbetrieb nicht gewährleisten, müssen ausgetauscht werden.

Beschädigte Hydraulik-Schlauchleitungen dürfen nicht repariert oder aus alten, vorher bereits verwendeten, Teilen neu zusammengefügt werden!

Sofern mehrere Hydraulik-Schlauchleitungen gleichzeitig ausgetauscht werden, sind Vorkehrungen zu treffen, die eine Verwechslung der Anschlüsse bzw. des Einbauortes verhindern.

4.4.2.2 *Prüffristen*

Die Festlegung von Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen der Hydraulik-Schlauchleitungen muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erfolgen und zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme bereits erfolgt sein. Dies ist eine Vorgabe aus der Betriebssicherheitsverordnung.

Die Zeitabstände zwischen wiederkehrenden Prüfungen sind so zu wählen, dass Abweichungen vom betriebssicheren Zustand eines Arbeitsmittels rechtzeitig erkannt und beseitigt werden können d. h. dass die Hydraulik-Schlauchleitung bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung sicher verwendet werden kann.

Die hier genannten Fristen für wiederkehrende Prüfungen sind Richt- und Erfahrungswerte. Aufgrund der Gefährdungsbeurteilung, besonderen betrieblichen Gegebenheiten oder nach den konkreten Vorgaben des Herstellers in der Betriebsanleitung der Maschine sind gegebenenfalls kürzere Prüffristen festzulegen. Es können auch längere Prüffristen festgelegt werden, sofern dies sicherheitstechnisch vertretbar und begründet ist. Die Festlegung der Prüffristen ist zu dokumentieren (als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung).

Haben sich die Voraussetzungen, die früher zur Festlegung der Prüffristen der Hydraulik-Schlauchleitungen geführt haben, so verändert, dass sie die Festlegung der Prüffristen und Auswechselintervalle beeinflussen, so sind Prüffristen und Auswechselintervalle zu überprüfen und gegebenenfalls neu festzulegen. Hierzu müssen vor allem auch Änderungen der Einsatzbedingungen und Umgebungsbedingungen beachtet werden, wie z. B.:

- Art des Produktes
- Taktzeiten
- Produktionsstückzahlen
- Hydraulikdrücke und -volumenströme und Temperaturen
- verwendete Hydraulik-Flüssigkeiten
- Geschwindigkeiten
- Anhaltezeiten der Gefahr bringenden Bewegungen
- bewegte/hochgehaltene Massen
- Zufuhr- und Entnahmeart von Werkstücken
- Ort der Aufstellung
- äußere Einflüsse wie Schwingung, Feuchtigkeit, Verschmutzung durch Öl, UV-Strahlung
- mechanische Einwirkungen
- Umgebungstemperatur
- Lage der Transportwege und Art der eingesetzten Transportmittel (Beschädigungsgefahren)
- Platz und Zugang für Betrieb und Instandhaltung
- Anordnung und Anbau von Zusatzeinrichtungen
- Wechselwirkung/Verkettung mit anderen Maschinen

Einfluss auf die Prüffristen von Arbeitsmitteln oder deren sicherheitsrelevanten Komponenten, wie Hydraulik-Schlauchleitungen, können die in Tabelle 5 in Anhang 1 genannten Kriterien haben. Diese Kriterien sollten auch bei der Festlegung von Fristen, die von den nachfolgend genannten Richtwerten abweichen, in die Betrachtung einbezogen werden.

Vorbehaltlich der betriebsspezifischen und maschinenbezogenen Festlegungen von Prüffristen durch den Betreiber der Arbeitsmittel und vorbehaltlich konkreter Vorgaben durch den Maschinenhersteller oder den Hersteller der Hydraulik-

Schläuche bzw. Hydraulik-Schlauchleitungen werden die in Tabelle 1 aufgeführten Prüffristen für Hydraulik-Schlauchleitungen empfohlen.

Anforderungen an die Hydraulik-Schlauchleitung	Empfohlene Prüffrist
Normale Anforderungen	12 Monate
Erhöhte Anforderungen, z. B. durch • erhöhte Einsatzzeiten, z. B. Mehrschichtbetrieb, oder kurze Taktzeiten der Maschine bzw. der Druckimpulse • starke äußere und innere (durch das Medium) Einflüsse, welche die Verwendungsdauer der Schlauchleitung stark reduzieren • beabsichtigte verlängerte Verwendungsdauer (Auswechselintervalle) • hydraulische handgeführte Werkzeuge, z. B. mobile Scheren auf Schrottplätzen	6 Monate

Tab. 1 Empfohlene Prüffristen für Hydraulik-Schlauchleitungen

4.4.3 Zur Prüfung befähigte Personen für die Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen

Eine zur Prüfung befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln – im vorliegenden Fall zur Prüfung der Hydraulik-Schlauchleitungen – verfügt.

Diese Voraussetzungen sind erfüllt wenn

- die zur Prüfung befähigte Person eine Berufsausbildung abgeschlossen hat, die es ermöglicht, ihre beruflichen Kenntnisse nachvollziehbar, d. h. basierend auf Berufsabschlüssen oder vergleichbaren Nachweisen, festzustellen. Im Falle der Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen sollte eine abgeschlossene technische Berufsausbildung vorliegen oder eine andere für die vorgesehenen Prüfaufgaben ausreichende technische Qualifikation. Dies soll die Gewähr dafür bieten, dass die Prüfungen ordnungsgemäß durchgeführt werden.
- eine nachgewiesene Zeit im Berufsleben praktisch mit den zu prüfenden Arbeitsmitteln umgegangen worden ist und die damit verbundene Berufserfahrung vorliegt. Dabei sollte die zur Prüfung befähigte Person genügend Anlässe kennen gelernt haben, die Prüfungen auslösen, z. B. als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung oder aus arbeitstägllicher Beobachtung.

Durch Teilnahme an Prüfungen von Arbeitsmitteln hat die zur Prüfung befähigte Person Erfahrungen über die Durchführung der anstehenden Prüfung oder vergleichbarer Prüfungen gesammelt und die erforderlichen Kenntnisse im Umgang mit Prüfmitteln sowie hinsichtlich der Bewertung von Prüfergebnissen erworben. Berufserfahrung schließt auch ein, beurteilen zu können, ob ein vorgeschlagenes Prüfverfahren für die durchzuführende Prüfung des Arbeitsmittels geeignet ist. Hierzu gehört auch, dass die Gefährdungen durch die Prüftätigkeit und das zu prüfende Arbeitsmittel erkannt werden können.

- eine zeitnahe berufliche Tätigkeit im Umfeld der anstehenden Prüfungen des Prüfgegenstandes und eine angemessene Weiterbildung vorliegen. Zur zeitnahen beruflichen Tätigkeit gehört die Durchführung von mehreren Prüfungen pro Jahr (Erhalt der Prüfpraxis).

Bei längerer Unterbrechung der Prüftätigkeit müssen durch die Teilnahme an Prüfungen Dritter erneut Erfahrungen mit Prüfungen gesammelt und die notwendigen fachlichen Kenntnisse erneuert werden.

Die zur Prüfung befähigte Person muss über Kenntnisse zum Stand der Technik hinsichtlich des zu prüfenden Arbeitsmittels und der zu betrachtenden Gefährdungen verfügen und diese aufrechterhalten. Sie muss mit der Betriebssicherheitsverordnung und deren technischem Regelwerk sowie mit weiteren staatlichen Arbeitsschutzvorschriften für den betrieblichen Arbeitsschutz (z. B. ArbSchG, GefStoffV) und deren technischen Regelwerken sowie Vorschriften mit Anforderungen an die Beschaffenheit (z. B. ProdSG, einschlägige ProdSV), mit Regelungen der Unfallversicherungsträger und anderen Regelungen (z. B. Normen, anerkannte Prüfgrundsätze) soweit vertraut sein, dass sie den sicheren Zustand des Arbeitsmittels beurteilen kann.

Die zur Prüfung befähigte Person unterliegt bei ihrer Prüftätigkeit keinen fachlichen Weisungen und darf wegen dieser nicht benachteiligt werden.

Siehe auch:

- § 2 Abs. 6 der Betriebssicherheitsverordnung
- Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1203

4.5 Auswechseln von Hydraulik-Schlauchleitungen

Grundsätzlich unterliegen alle Hydraulik-Schläuche und Hydraulik-Schlauchleitungen auch bei sachgemäßer Lagerung und zulässiger Beanspruchung während des Einsatzes einer natürlichen Alterung, welche die Werkstoff- und Verbund-Eigenschaften verändert und die Leistungsfähigkeit der Hydraulik-Schlauchleitungen herabsetzt.

Die Verwendungsdauer einer Hydraulik-Schlauchleitung ist dadurch begrenzt und der Arbeitgeber muss dafür sorgen, dass diese in angemessenen Abständen ausgetauscht werden.

4.5.1 Die Verwendungsdauer von Hydraulik-Schlauchleitungen

Bei der betrieblichen Festlegung der Verwendungsdauer bzw. des Auswechselintervalls der einzelnen Hydraulik-Schlauchleitungen sind die konkreten Vorgaben und Empfehlungen der Hydraulik-Schlauchleitungs- bzw. Maschinenhersteller zu beachten. Aber auch die eigenen Erfahrungswerte bei den individuell vorliegenden Einsatzbedingungen und die damit verbundenen Ergebnisse der bisherigen Prüfungen sind von Belang.

Richtwerte für empfohlene Auswechselintervalle von Hydraulik-Schlauchleitungen, die sich in der bisherigen Praxis bewährt haben, sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Anforderungen an die Hydraulik-Schlauchleitung	Empfohlene Auswechselintervalle
Normale Anforderungen	6 Jahre (Betriebsdauer einschließlich maximal 2 Jahre Lagerdauer)
Erhöhte Anforderungen, z. B. durch - erhöhte Einsatzzeiten, z. B. Mehrschichtbetrieb, oder kurze Taktzeiten der Maschine bzw. der Druckimpulse - starke äußere und innere (z. B. durch das Medium bedingte) Einflüsse, welche die Verwendungsdauer der Schlauchleitung stark reduzieren - hydraulische handgeführte Werkzeuge, z. B. mobile Scheren auf Schrottplätzen	2 Jahre (Betriebsdauer)

Tab. 2 Empfohlene Auswechselintervalle

Der genannte Richtwert für das Auswechselintervall von sechs Jahren für Hydraulik-Schlauchleitungen mit normalen Anforderungen beinhaltet eine maximale Lagerdauer von zwei Jahren (s. Abbildung 22).

Der Richtwert von zwei Jahren für Hydraulik-Schlauchleitungen mit erhöhten Anforderungen stellt die maximal zulässige Betriebsdauer dar.

Bei der Herstellung der Hydraulik-Schlauchleitung sollte der Hydraulik-Schlauch nicht älter als vier Jahre sein.

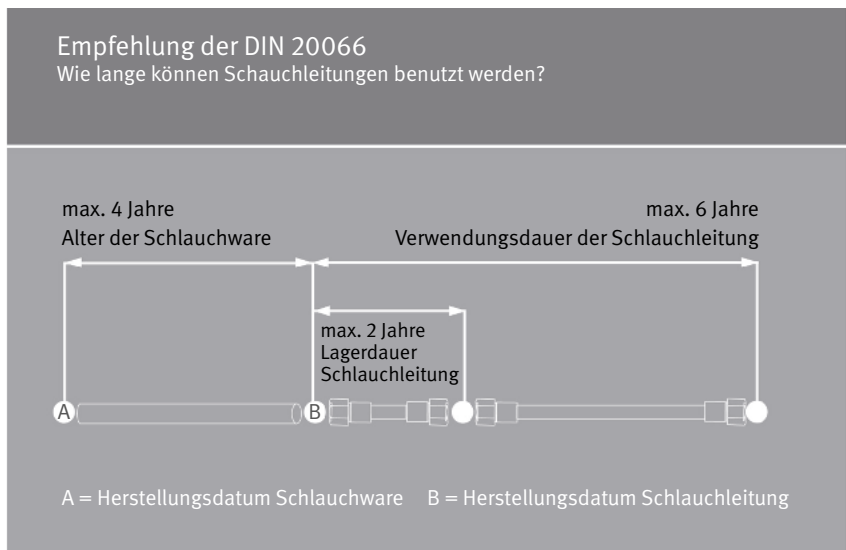


Abb. 22 Empfehlung der Verwendungsdauer nach DIN 20066:2012-01

Eine Verlängerung der genannten Richtwerte für Auswechselintervalle ist möglich, wenn

- entsprechende Prüf- und Erfahrungswerte seitens des Maschinenherstellers, des Hydraulik-Schlauch- bzw. Hydraulik-Schlauchleitungsherstellers oder des Betreibers der Maschine vorliegen, die eine gefahrlose Weiterverwendung über die empfohlene maximale Verwendungsdauer zulassen, und

- eine schriftlich dokumentierte Gefährdungs- bzw. Risikobeurteilung durch den Betreiber durchgeführt wurde, bei der auch Schutzmaßnahmen für den Fall des Versagens von Hydraulik-Schlauchleitungen berücksichtigt wurden, und
- die Prüfungen auf den arbeitssicheren Zustand in angepassten, erforderlichenfalls verkürzten Zeitabständen durch zur Prüfung befähigte Personen erfolgen.

Aufgrund der Verlängerung der Auswechselintervalle darf keine gefährliche Situation entstehen, durch die Beschäftigte oder andere Personen verletzt werden können.

Versagen Hydraulik-Schlauchleitungen im Betrieb oder werden bei den wiederkehrenden Prüfungen häufiger Schäden oder Mängel festgestellt, so sollten neben der Erforschung der Ursachen auch die Prüfungs- und Auswechselintervalle verkürzt werden.

Für Hydraulik-Schlauchleitungen aus Thermoplasten oder metallische Hydraulik-Schlauchleitungen können andere als die oben genannten Richtwerte der Verwendungsdauer maßgebend sein.

4.5.2 Die Lagerung von Hydraulik-Schläuchen und -Schlauchleitungen

Bei der Lagerung von Hydraulik-Schläuchen und fertig konfektionierten Hydraulik-Schlauchleitungen sind Lagerbedingungen anzustreben, die die im Laufe der Zeit eintretende natürliche Alterung und die damit verbundene Änderung von Werkstoff- und Verbundeigenschaften möglichst gering halten.

Dazu sind folgende Hinweise zu geben:

- Kühl, trocken und staubarm lagern (eine staubarme Lagerung kann z. B. durch Einschlagen in Plastikfolien erreicht werden).
- Direkte Sonnen- oder UV-Einstrahlung vermeiden.
- In der Nähe befindliche Wärmequellen abschirmen.
- Lagertemperaturen unter -10 °C für Elastomere vermeiden (für Thermoplaste können andere Richtwerte maßgebend sein).
- In unmittelbarer Nähe keine ozonbildenden Beleuchtungskörper oder elektrische Geräte mit Funkenbildung verwenden (Ozonbildende Beleuchtungskörper sind z. B. fluoreszierende Lichtquellen, Quecksilberdampflampen).

Als günstigste Lagerbedingungen sind Temperaturen zwischen +15 und +25 °C sowie eine relative Luftfeuchtigkeit unter 65 % anzusehen.

Hydraulik-Schläuche und -Schlauchleitungen dürfen auch bei der Lagerung nicht mit Stoffen in Kontakt kommen, die eine Schädigung bewirken können, z. B. Säuren, Laugen, Lösemittel. Ein Eindringen von Ozon oder anderen schädigenden Luftbestandteilen kann durch ein Verschließen der Enden oder durch Einpacken in Folie verhindert werden.

Sie sind spannungsfrei und liegend zu lagern. Bei Lagerung in Ringen darf der kleinste vom Hersteller für die Lagerung vorgesehene Mindestradius nicht unterschritten werden. Das Aufhängen von Schlauchrollen an Haken ist zu vermeiden.

Die Lagerzeit sollte bei Hydraulik-Schläuchen vier Jahre und bei Hydraulik-Schlauchleitungen zwei Jahre nicht überschreiten.

4.6 Sicherer Austausch/Montage von Hydraulik-Schlauchleitungen

4.6.1 Ausbau

Vor Beginn der Arbeiten an Hydraulikanlagen ist die Druckenergie im System abzubauen, z. B. durch Abschalten der Hydraulikpumpe und Sichern gegen Wiedereinschalten. Werden einzelne Zweige, die von einer zentralen Druckversorgung gespeist werden, abgesperrt, ist zu prüfen, ob die richtige Verbindung ausgewählt wurde. Ferner sind vorhandene Druckspeicher von der hydraulischen Steuerung zu trennen und sicherheitshalber zu entlasten oder die Anlage ist spannungsfrei zu schalten. Dabei dürfen keine neuen Gefahren auftreten. Der erfolgreiche Abbau des Druckes der betreffenden Hydraulik-Schlauchleitung im System muss vor dem Öffnen nochmals überprüft werden.

Hydraulisch hochgehaltene Lasten, z. B. Maschinenteile, Hubbühnen, hydraulische Vertikalachsen, bewirken trotz abgeschalteter Energieversorgung einen nicht unerheblichen Druck in Teilen des Systems. Bei komplexeren Maschinen und Anlagen kann sich dieser Druck in weitere hydraulische Anlagenteile übertragen. Hochgehaltene Lasten einschließlich Maschinenteile müssen daher vor Beginn der Instand-

setzungsarbeiten abgesenkt, mittels vorhandener Verriegelung gesichert oder sicher abgestützt werden.

Auch nach Abbau aller Druckeinspeisungen in das hydraulische System können zwischen Ventilen in Hydraulik-Schlauchleitungen noch Flüssigkeiten unter Druck vorhanden sein. Auch diese Drücke müssen, z. B. durch mehrfaches Betätigen der Ventile oder gemäß anderen Angaben des Herstellers, abgebaut werden.

Das Öffnen der Schraubverbindungen an Hydraulik-Schlauchleitungen sollte nach erfolgter Druckentlastung langsam und vorsichtig erfolgen, um durch eventuell noch anstehenden Druck der Hydraulik-Flüssigkeit mögliche Gefahren rechtzeitig wahrzunehmen und Schutzmaßnahmen zu treffen. Wird festgestellt, dass trotz aller Maßnahmen noch unerwartet Druck im zu öffnenden System ansteht, darf die Verschraubung nicht weiter gelöst werden.

Bei der Demontage der Hydraulik-Schlauchleitungen ist es in der Regel erforderlich, Auffangwannen in entsprechender Form und Größe unter die betreffenden Bauteile aufzustellen, um evtl. auslaufende Restölmengen aufzufangen. Mobile Hilfseinrichtungen mit Ölbindemitteln, Kehrgerät und Entsorgungsbehälter, können bei Bedarf umgehend zur Gefahrstelle gebracht werden, um ausgelaufene Hydraulik-Flüssigkeiten und damit Rutschgefahren wirkungsvoll beseitigen zu helfen. Ölsaugtücher helfen, Ölrreste weitestgehend rückstandsfrei zu entfernen.

4.6.2 Einbau/Wiederinbetriebnahme

Vor Wiederinbetriebnahme sind die Anschlüsse der Hydraulik-Schlauchleitungen und gegebenenfalls weiterer Bauteile auf Übereinstimmung mit den Vorgaben des Hydraulikschaltplanes zu überprüfen. Dabei ist auch darauf zu achten, dass eventuell abgesperrte Tankleitungen wieder geöffnet werden.

Nach erfolgtem Einbau der neuen Hydraulik-Schlauchleitung muss das hydraulische System nach Angaben des Herstellers befüllt und entlüftet werden. Dabei sind insbesondere die Vorgaben für das Einfahren und Einstellen von Hydraulikpumpen zu beachten.

Bei unvollständiger Entlüftung des Systems kann es zu unvorhersehbaren plötzlichen Bewegungen an Hydrozylindern und -motoren und sonstigen Störungen durch eingespannte Luftmengen kommen. Bei Überprüfung solcher Störungen kann der Instandhalter durch plötzlich anlaufende Bewegungen gefährdet werden.

Nach erfolgter Entlüftung der hydraulischen Anlage sind alle hydraulischen Funktionen nach Herstellervorgaben auszutesten. Dabei sind die Vorgaben hinsichtlich der Sicherheit, z. B. reduzierter Systemdruck, Abschirmungen, zu beachten. Beim Austesten der hydraulischen Funktionen ist ausreichender Abstand gegen das Erreichen von Gefahrenstellen einzuhalten. Es ist sicherzustellen, dass sich weder der Instandhalter noch andere Personen unter angehobenen Lasten oder in Gefahrenbereichen aufhalten.

Die zu Beginn des Hydraulik-Schlauchleitungswechsels gegebenenfalls eingesetzten Abstützungen und Sicherungen von hochgehaltenen Lasten dürfen erst entfernt werden, wenn die Last wieder sicher hydraulisch gehalten wird.

Schlauchleitungen dürfen nicht überlackiert werden, da dadurch das Alterungsverhalten negativ beeinflusst und die Kennzeichnung unlesbar gemacht wird.

Siehe auch DGUV Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“.

4.6.3 Entsorgung von alten Hydraulik-Schlauchleitungen

Nach dem Einbau neuer Hydraulik-Schlauchleitungen sind die alten Hydraulik-Schlauchleitungen einer erneuten Verwendung zu entziehen und sachgerecht zu entsorgen.

Daher sollte die Entsorgung alter Hydraulik-Schlauchleitungen im individuellen betrieblichen Abfallsystem festgelegt werden.

Eventuelle landesspezifische oder kommunale Abfall- oder Entsorgungsvorschriften sind zu beachten.

5 Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Hydraulik-Flüssigkeiten

5.1 Maßnahmen gegen Gesundheits- und Umweltgefahren

Hydraulik-Flüssigkeiten sind Bestandteil der hydraulischen Ausrüstung einer betriebsfertigen Maschine oder Anlage und dürfen nicht zu einer Gefährdung der Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten oder der Umwelt führen. Hersteller und Lieferanten der Hydraulik-Flüssigkeiten müssen aktuelle Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung stellen. Diese enthalten detaillierte Informationen zu den Gesundheits- und Umweltgefahren und den zu ergreifenden Schutzmaßnahmen.

5.1.1 Gesundheitsgefahren

Beim offenen Umgang mit Hydraulik-Flüssigkeiten, z. B. Nachfüllen, Schlauchwechsel und sonstigen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, oder beim Austritt von Hydraulik-Flüssigkeiten im Schadensfall, z. B. durch undichte Verbindungen, Platzen des Schlauches, kann es zu Schädigungen der Haut, der Augen oder der Atemwege kommen.

Zum **Schutz der Augen** ist die Berührung mit verschmutzten Händen zu vermeiden. Bei Gefahr von Spritzern ist ein voller Gesichtsschutz oder mindestens eine Schutzbrille zu tragen. Nach Augenkontakt ist gründlich mit Wasser zu spülen und gegebenenfalls ein Arzt zu konsultieren – vorübergehendes Stechen oder Rötung ist möglich.

Hautkontakt mit Hydraulik-Flüssigkeiten sollte möglichst vermieden werden, da eine erhöhte Gefahr von Hauterkrankungen besteht. Bei Arbeiten an Hydraulikanlagen sind geeignete Hautschutzmaßnahmen gemäß vorhandenem Hautschutzplan zu treffen. Kann es zum Kontakt mit der Hydraulik-Flüssigkeit kommen, sind die in den Sicherheitsdatenblättern angegebenen Schutzmaßnahmen einzuhalten und ggf. geeignete persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen und zu verwenden (z. B. gegen die Hydraulik-Flüssigkeit beständige Schutzhandschuhe und Schutzbrillen).

Siehe auch DGUV Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“.

Benetzte Arbeitskleidung ist zur Vermeidung von weiterem Hautkontakt umgehend zu wechseln.

Einspritzung durch die Haut aufgrund eines unter Druck stehenden Hydraulik-Flüssigkeitsstrahles ist ein größerer medizinischer Notfall, der sofort von einem Arzt – im Ernstfall chirurgisch – behandelt werden muss. Scharfe Ölstrahlen unter Druck können sogar zum Tod der Beschäftigten führen.

Sind unter Druck austretende Hydraulik-Flüssigkeiten unter die Haut eingedrungen, muss diese Verletzung sofort von einem Arzt bzw. einer Ärztin behandelt werden. Ganz wichtig ist, dass der Arzt auf den Unfallhergang (z. B. Ölinjektion) hingewiesen wird. Es könnten sonst besonders kleine Wunden übersehen oder falsch behandelt werden.

Beim Einsatz von Hydraulik-Flüssigkeiten ist darauf zu achten, dass keine Sprühnebel auftreten. Zum Atemschutz muss die Konzentration von Dämpfen, Nebeln oder Aerosolen am Arbeitsplatz so gering wie möglich gehalten werden. Treten unerwartet höhere Konzentrationen von Dämpfen, Nebeln, Aerosolen oder Rauch bzw. Rauchgasen (beim Brand von Hydraulik-Flüssigkeiten) auf, ist der Einsatz von Atemschutzgeräten erforderlich.

Siehe auch DGUV Regeln

- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“,
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“,
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“,
- DGUV Information 209-022 „Benutzung von Hautschutz in Metallbetrieben“,
- DGUV Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“.

5.1.2 Betriebsanweisung/Unterweisung

Die Verwenderin oder der Verwender von Hydraulik-Flüssigkeiten hat sich im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auch über mögliche Gesundheitsgefahren beim Umgang mit diesen Flüssigkeiten zu informieren und geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.

Auch hierzu geben die Sicherheitsdatenblätter, die der Hersteller bzw. Händler dem Verwender oder der Verwenderin zur Verfügung stellen muss, Hinweise.

Für Tätigkeiten mit Hydraulik-Flüssigkeiten ist eine schriftliche Betriebsanweisung zu erstellen, in der die auftretenden Gesundheitsgefährdungen, erforderliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln, Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen, Maßnahmen der ersten Hilfe, Hygienehinweise und Hinweise zur sachgerechten Entsorgung festgelegt werden. Ein Beispiel für eine Betriebsanweisung für den Umgang mit Hydraulik-Flüssigkeiten ist in Anhang 2 enthalten.

Die Beschäftigten sind anhand der Betriebsanweisung vor der Beschäftigung und danach regelmäßig über Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Hydraulik-Flüssigkeiten zu unterweisen.

Siehe dazu auch

- *Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“,*
- *DGUV Information 213-051 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.*

5.1.3 Umwelt- und Gewässerschutz

Hydraulik-Flüssigkeiten sind so zu lagern, zu transportieren und abzufüllen, dass eine Verunreinigung von Boden und Gewässern vermieden wird.

Es ist davon auszugehen, dass Hydraulik-Flüssigkeiten zu den wassergefährdenden Stoffen gemäß §62 Abs. 3 des Wasserhaushaltsgesetzes gehören. Das heißt, sie sind geeignet, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbei zu führen.

Weiterhin sind die Verordnungen über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAWS) der Bundesländer zu beachten.

Das Lagern und Abfüllen von Hydraulik-Flüssigkeiten sowie das Aufstellen ortsfester Maschinen, die wassergefährdende Druckflüssigkeiten enthalten, darf nur über geeigneten Auffangwannen oder in Betontassen, die beständig und flüssigkeits- undurchlässig sein müssen, erfolgen.

Das Auffangvolumen darf 10 v. H. der gelagerten Menge oder den Inhalt des größten Gebindes nicht unterschreiten.

Hydraulik-Flüssigkeiten dürfen mit entzündbaren Flüssigkeiten und toxischen oder oxidierenden Stoffen nur zusammengelagert werden, wenn die für die Lagerung dieser Stoffe geltenden Vorschriften beachtet werden.

Bei der Zusammenlagerung dieser Stoffe sind die Technischen Regeln für Gefahrstoffe, insbesondere die TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“, zu beachten.

Da nicht auszuschließen ist, dass ein Teil der eingesetzten Hydraulik-Flüssigkeiten durch Leckagen oder Leitungsdefekte in die Umwelt gelangen kann, ist besonders in umweltsensiblen Bereichen, z. B. an Wasserläufen, in Waldgebieten oder in Trinkwasser- und Naturschutzgebieten, die Verwendung von umweltschonenden Hydraulik-Flüssigkeiten geboten (in manchen Gebieten vorgeschrieben). Zum Einsatz kommen dort biologisch schnell abbaubare Öle pflanzlichen oder synthetischen Ursprungs, die mit geringeren umwelttoxischen oder toxischen Eigenschaften behaftet sind.

Umweltschonende, biologisch schnell abbaubare Hydraulik-Flüssigkeiten und einzelne mineralische Hydraulik-Flüssigkeiten werden in der Regel als nicht wassergefährdend (nwg) oder in Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft.

Nicht jedes ökologisch unbedenkliche Produkt erfüllt aber auch die Voraussetzungen zur technischen Eignung in Maschinen und Anlagen.

Siehe auch

- *Wasserhaushaltsgesetz (WHG),*
- *DIN 51524:2006-04 „Druckflüssigkeiten; Hydrauliköle“,*
- *ISO 11158:2009-09 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Produkte (Klasse L) – Familie H (hydraulische Systeme) – Anforderungen an Kategorien HH, HL, HM, HV, HG“,*
- *ISO 15380:2016-12 “Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Family H (Hydraulic Systems) – Specifications for categories HETG, HEPG, HEES and HEPR”.*

5.1.4 Entsorgung

Die Entsorgung von Hydraulik-Flüssigkeiten ist im Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Altölverordnung geregelt.

Die zu entsorgende Hydraulik-Flüssigkeit muss entsprechend dem Abfallschlüssel getrennt von anderen flüssigen Abfällen gesammelt und gelagert werden.

Die Abfallschlüssel-Nummern sind in dem vom Lieferanten der Hydraulik-Flüssigkeit bereitzustellenden Sicherheitsdatenblatt angegeben.

Zur Entsorgung anstehende, gebrauchte Hydraulik-Flüssigkeiten, sind in speziell dafür zugelassenen Behältern zu sammeln.

Die Abfallbehälter sind mit der Abfallschlüssel-Nummer und wenn nötig mit dem entsprechenden Gefahrensymbol zu kennzeichnen.

Ausgesonderte Hydraulik-Flüssigkeiten dürfen nur an behördlich zugelassene Entsorgungsfachbetriebe abgegeben werden. Die fachgerechte Entsorgung der Hydraulik-Flüssigkeiten ist nachzuweisen.

5.2 Brandschutz

Hydraulik-Flüssigkeiten sind überwiegend brennbare Flüssigkeiten. Kommt es zum Kontakt der brennbaren Flüssigkeit mit offener Flamme oder heißen Oberflächen (z. B. durch Leckagen an den Leitungen bzw. deren Verbindungen), so kann sie sich entzünden. Tritt die Hydraulik-Flüssigkeit unter hohem Druck aus, versprüht sie zu einem feinen Nebel, der wegen der großen Oberfläche der vielen winzigen Tröpfchen bei der Entzündung schlagartig verbrennen kann.

Für besondere Anwendungsfälle sind schwer entflammbare Hydraulik-Flüssigkeiten verfügbar, die nach DIN EN ISO 12922:2013-04 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Produkte (Klasse L) – Familie H (Hydraulische Systeme) – Anforderungen an Druckflüssigkeiten in den Kategorien HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFDR, HFDU“ genormt sind.

5.2.1 Vorbeugender Brandschutz

Besteht bei austretender Hydraulik-Flüssigkeit die Gefahr einer Entzündung, so ist Folgendes zu beachten:

- Sofern Hydraulik-Schlauchleitungen durch Hitze- oder Flammeneinwirkung beschädigt werden können (z. B. an Dampf-/Gasturbinen, Verbrennungsmotoren, Gießereieinrichtungen, Warmwalzwerke, Druckgussmaschinen), sind sie in ausreichendem Abstand von der Hitzequelle zu verlegen. Ist dies nicht möglich, so müssen sie aus einem geeigneten hitzebeständigen Material bestehen oder mit Schutzvorrichtungen gegen die schädigende Hitzeeinwirkung versehen sein (z. B. Abschirmungen, Schutzumhüllungen).
- Kann auslaufende, verspritzende oder versprühende Hydraulik-Flüssigkeit an die Zündquellen gelangen, sollte dieses mit Abschirmungen oder Schutzumhüllungen aufgefangen und sicher abgeleitet werden.
- Not-Aus- oder Absperreinrichtungen sind so anzubringen, dass sie auch bei einem Brand gefahrlos betätigt werden können.
- Es ist zu vermeiden, dass sich Flüssigkeits-Lachen bilden. Austretende Hydraulik-Flüssigkeit ist zeitnah zu beseitigen, sofern sie nicht abgeleitet wird.
- Zur Aufnahme von Leckagemengen verwendeter Ölbinder ist umgehend sachgerecht zu beseitigen.

Gegebenenfalls sind schwer entflammbare Hydraulik-Flüssigkeiten einzusetzen.

5.2.2 Brandbekämpfung

Ein Brand kann schnell zur Schädigung weiterer Hydraulik-Schlauchleitungen und damit zum Austreten und Entzünden weiterer brennbarer Hydraulik-Flüssigkeiten führen. Deshalb ist sicherzustellen, dass entstehende Brände unverzüglich gelöscht werden können.

Feuerlöscher sind mit Feuerlöschmitteln der Brandklasse B gemäß den Angaben der Hersteller im Sicherheitsdatenblatt auszuwählen und in ausreichender Menge griffbereit zu halten. Fest installierte oder automatisch auslösende Feuerlöscheinrichtungen sind vorzuziehen.

Wasser ist zum Löschen von brennendem Öl ungeeignet. Es unterfließt das leichtere Öl und kann das Feuer weiter verbreiten. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass das

Wasser beim Kontakt mit brennendem Öl schlagartig verdampft und dabei brennendes Öl verspritzt.

Siehe dazu

- *Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV),*
- *Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“,*
- *DIN EN 3-7:2007-10 „Tragbare Feuerlöscher - Teil 7: Eigenschaften, Leistungsanforderungen und Prüfungen“,*
- *DIN SPEC 14412:2013-09 „Tragbare Feuerlöscher nach DIN EN 3 – Anforderungen an Löschmittel und Umweltschutz“.*

5.2.3 Organisation des Brandschutzes

Bei der Aufstellung des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes und der Brandschutzordnung müssen vorhandene größere Mengen von Hydraulik-Flüssigkeiten berücksichtigt werden. Gegebenenfalls ist die örtliche bzw. zuständige Feuerwehr einzubeziehen.

Zur Brandrisikoanalyse und der Organisation des Brandschutzes siehe auch DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“.

6 Auswahl und Einsatz von Hydraulik-Flüssigkeiten

6.1 Auswahl und Beschaffung von Hydraulik-Flüssigkeiten

Der Verwender bzw. die Verwenderin der Hydraulik-Flüssigkeit hat eine geeignete, spezifikationsgemäße Hydraulik-Flüssigkeit auszuwählen. Eingesetzte Hydraulik-Flüssigkeiten, die nicht den spezifizierten Anforderungen entsprechen, schädigen das ganze Hydrauliksystem und verkürzen die Verwendungsdauer der eingesetzten Hydraulik-Schlauchleitungen.

Bei der Spezifikation und Auswahl der Hydraulik-Flüssigkeiten ist darauf zu achten, dass sie mit den im hydraulischen System verwendeten Komponenten und Werkstoffen (z. B. Hydraulik-Schlauchleitungen, Elastomeren, Nichteisenmetallen) verträglich sind.

Weiterhin müssen auch die Betriebsbedingungen, die Umgebungseinflüsse und mögliche Auswirkungen auf die Umwelt beachtet werden. Umgebungseinflüsse sind z. B.:

- Umgebungstemperaturen
- Fremdstoffe in der Umgebungsluft
- Feuchtigkeit
- Zündquellen

Für Maschinen und Anlagen, die bei der Herstellung von Lebensmitteln, Futtermitteln oder Arzneimitteln einschließlich deren Transport und Verpackung eingesetzt werden, sind besondere Anforderungen an die einzusetzende Hydraulik-Flüssigkeit zu beachten.

Die wichtigsten Anforderungsnormen für Hydrauliköle sind:

- DIN 51524-1:2006-04 „Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – Teil 1: Hydrauliköle HL; Mindestanforderungen“
- DIN 51524-2:2006-04 „Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – Teil 2: Hydrauliköle HLP; Mindestanforderungen“
- DIN 51524-3:2006-04 „Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – Teil 3: Hydrauliköle HVLP; Mindestanforderungen“
- DIN EN ISO 6743-4:2015-11 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Erzeugnisse (Klasse L) – Klassifizierung – Teil 4: Familie H (Hydraulische Systeme)“

- DIN EN ISO 6743-99:2012-12 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Erzeugnisse (Klasse L) – Klassifikation – Teil 99: Allgemeines“
- DIN EN ISO 12922:2013-04 „Schmierstoffe, Industrieöle und artverwandte Produkte – Familie H – Hydraulische Systeme – Anforderungen an die Kategorien HFA-E, HFA-S, HFB, HFC, HFD-R, HFD-U“
- DIN EN ISO 6743-4:2015-11 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Erzeugnisse (Klasse L) – Klassifizierung – Teil 4: Familie H (Hydraulische Systeme)“
- ISO 11158:2009-09 „Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Produkte (Klasse L) – Familie H (hydraulische Systeme) – Anforderungen an Kategorien HH, HL, HM, HV und HG“
- ISO 15380:2016-12 “Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Family H (Hydraulic Systems) – Specifications for categories HETG, HEPG, HEES and HEPR”

6.2 Wechsel von Hydraulik-Flüssigkeiten

Wird die Hydraulik-Flüssigkeit gewechselt, so ist die nicht mehr gebrauchsfähige Hydraulik-Flüssigkeit möglichst vollständig aus dem Hydrauliksystem zu entfernen.

Beim Befüllen der Hydraulikanlage ist die Hydraulik-Flüssigkeit zu filtern, um den Reinheitsanforderungen der Hydraulik-Komponenten von vorn herein Rechnung zu tragen. Auch die Vorgaben der Hersteller der Hydraulik-Flüssigkeit und der Hydrauliksystem-Hersteller sind zu berücksichtigen.

Filtereinsätze im Hydrauliksystem sind dabei auszutauschen oder zu reinigen.

Soll die Hydraulik-Flüssigkeit gegen eine andere ausgetauscht werden (Umstellung), ist zu prüfen, ob die vorgesehene Hydraulik-Flüssigkeit den gestellten Anforderungen entspricht.

Vor einer Umstellung auf eine andere Hydraulik-Flüssigkeit sollte die Zustimmung des Maschinen-/Hydraulikanlagenherstellers bzw. des Schlauchleitungsherstellers eingeholt werden, falls die Zulässigkeit der Hydraulik-Flüssigkeit aus den Unterlagen des Maschinen- oder Hydraulikanlagenherstellers nicht eindeutig hervorgeht. Die Betriebsunterlagen der Anlagen- und Leitungshersteller beinhalten unter

Umständen Umstellungshinweise, die zu beachten sind. Hier können auch Vorgaben zu verkürzten Intervallen für den Austausch von Hydraulik-Schlauchleitungen und Dichtungen, aber auch für wiederkehrende Prüfungen enthalten sein.

Beim Austausch von Hydraulik-Flüssigkeiten mit einer anderen, unterschiedlichen Typs bzw. unterschiedlicher Zusammensetzung ist zu beachten, dass diese nicht ohne weiteres mit der vorher eingesetzten Hydraulik-Flüssigkeit verträglich ist. Selbst Hydraulik-Flüssigkeiten, die der gleichen DIN-Kategorie angehören, können unverträglich miteinander sein. Deshalb sind Informationen über die Verträglichkeit und gegebenenfalls notwendige Maßnahmen für den Austausch beim Lieferanten der Hydraulik-Flüssigkeit einzuholen.

Insbesondere ist zu prüfen, ob

- die Hydraulik-Flüssigkeiten miteinander mischbar und verträglich sind,
- die verwendeten Werkstoffe und Komponenten der Hydraulikanlage noch geeignet sind, um mit dieser Flüssigkeit betrieben zu werden (z. B. Hydraulik-Schlauchleitungen, Anstriche, Filter, Steuerelemente, Dichtungen),
- besondere Maßnahmen beim Wechsel auf die neue Ölsorte zu beachten sind, einschließlich eventueller Systemspülungen und zu erzielender maximaler Restgehalte der vorher verwendeten Hydraulik-Flüssigkeit.

Als Flüssigkeit für eventuell notwendige Systemspülungen sollte eine separate Menge der neu zur Verwendung kommenden Hydraulik-Flüssigkeit benutzt und nach der Spülung ordnungsgemäß entsorgt werden. In besonderen Fällen werden vom Hersteller der Hydraulik-Flüssigkeit spezielle detergierende Hydrauliköle zum Spülen empfohlen. Diese sind genau auf die verwendete Hydraulik-Flüssigkeit und den Anwendungsbereich abgestimmt.

Bei der Umstellung von mit konventionellen Hydraulik-Flüssigkeiten (Mineralölen) betriebenen Hydraulikanlagen auf umweltschonende Druckflüssigkeiten sind insbesondere zu beachten:

- Verträglichkeit mit Werkstoffen und Elastomeren
- Betriebstemperaturen und Tanktemperatur (Einsatzgrenzen des Hydrauliköls)
- Verträglichkeit mit Hydraulik-Schlauchleitungen
- Verträglichkeit mit Filterelementen

- Verträglichkeit mit Anstrichstoffen
- Restmineralölmengen nach der Umstellung

Detaillierte Informationen dazu sind der ISO 15380:2016-12 zu entnehmen. Zum Nachweis der Restmineralölmenge empfiehlt sich eine repräsentative Kontrollanalyse nach erfolgter Umstellung und kurzem Probetrieb (Durchmischung der Ölfüllung).

Bei der Umstellung von Systemen auf den Betrieb mit schwerentflammbaren Hydraulik-Flüssigkeiten sind Beratungen sowohl mit dem Hersteller des Hydrauliksystems als auch mit dem Lieferer der Druckflüssigkeiten erforderlich.

6.3 Erhaltung der Gebrauchsfähigkeit und Prüfung der Hydraulik-Flüssigkeiten

Um die einwandfreie und sichere Funktion der Anlage und der eingesetzten Hydraulik-Schlauchleitungen zu gewährleisten, ist unbedingt darauf zu achten, dass die Hydraulik-Flüssigkeit während der gesamten Einsatzdauer weder durch Alterung noch durch Verunreinigungen ihre Einsatzfähigkeit verliert.

Ist die Druckflüssigkeit verunreinigt, so ist sie ggf. zu reinigen oder auszuwechseln (s. Abschnitt 6.2).

Der Einsatz von auf das System abgestimmten Hydraulik-Flüssigkeitsfiltern mit Verschmutzungs- oder Differenzdruckanzeige hilft, die Reinheit der Hydraulik-Flüssigkeit im Einsatz zu gewährleisten und eine unzulässige Verunreinigung durch Partikel zu vermeiden.

Online-Partikelzähler erlauben, eine ungewöhnlich starke Zunahme von Verunreinigungen im System frühzeitig zu erkennen. Hinweise zum Einbauort und den Betriebsverhältnissen der Hersteller derartiger Messgeräte sind unbedingt zu beachten. Zur Festlegung geeigneter Abhilfemaßnahmen ist der Gesamtzustand der Hydraulik-Flüssigkeit zu berücksichtigen.

Zur Filtration von Hydraulik-Flüssigkeiten siehe auch DGUV Information „Filtration von Hydraulikflüssigkeiten“ (FBHM 082).

Die Gebrauchsfähigkeit der Hydraulik-Flüssigkeit ist regelmäßig zu prüfen.

Sie ist dann nicht mehr gegeben, wenn wesentliche Eigenschaften der Hydraulik-Flüssigkeit deutlich von den Spezifikationen und definierten Grenzwerten abweichen.

Die Prüfindervalle und Parameter zur Überwachung der Gebrauchsfähigkeit der Hydraulik-Flüssigkeiten hängen in starkem Maße vom Typ der Hydraulik-Flüssigkeit und dem Hydrauliksystem ab, in welchem sie eingesetzt ist. Hinweise dazu kann der Hersteller der Druckflüssigkeit bzw. der Hydraulikanlage geben. Für bestimmte Prüfungen existieren genormte Festlegungen.

Für nichtwässrige Hydraulik-Flüssigkeiten (Mineralöle, umweltschonende Hydrauliköle, HFDU, HFDR) sind beispielweise folgende Parameter wichtig:

- Reinheitsklasse nach ISO 4406:1999-12 „Fluidtechnik – Hydraulik-Druckflüssigkeiten – Zählenschlüssel für den Grad der Verschmutzung durch feste Partikel“ bzw. SAE AS 4059F:2013-09-27 „Aerospace Fluid Power – Contamination Classification für Hydraulic Fluids“
- Wassergehalt
- im Öl enthaltene Verschleißpartikel
- Viskosität
- Alterungszustand je nach Fluid-Typ z. B. durch Neutralisationszahl, Oxidation und Additivabbau

Für wässrige Druckflüssigkeiten (HFC, HFA) können das beispielsweise sein:

- pH-Wert
- Reservealkalität
- Wassergehalt
- Viskosität
- Gehalt und Art der ungelösten Stoffe

Im Anhang 3 sind geeignete Prüfverfahren je nach Anwendungsbereich angegeben.

Die Prüfindervalle sind entsprechend den Betriebsbedingungen und Umgebungseinflüssen zu wählen. Sie werden in der Regel durch den Hersteller der Hydraulikanlage empfohlen (Betriebsanleitung).

7 Besondere Bestimmungen

Hydraulik-Schlauchleitungen sind im Sinne der Druckgeräterichtlinie (europäische Richtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte) als Rohrleitungen aufzufassen und fallen in bestimmten Grenzen von Druck und Nenndurchmesser dadurch in den Geltungsbereich dieser Richtlinie.

Insofern kann für die **Beschaffenheit** (Auslegung, Fertigung, Konformitätsbewertung) und das Inverkehrbringen von Hydraulik-Schlauchleitungen die Druckgeräteverordnung (14. ProdSV), welche die Druckgeräte-Richtlinie (DGRL) in deutsches Recht umsetzt, zur Anwendung kommen, sofern die nachfolgend beschriebenen Ausschlusskriterien zum Anwendungsbereich der Druckgeräteverordnung nicht zutreffen.

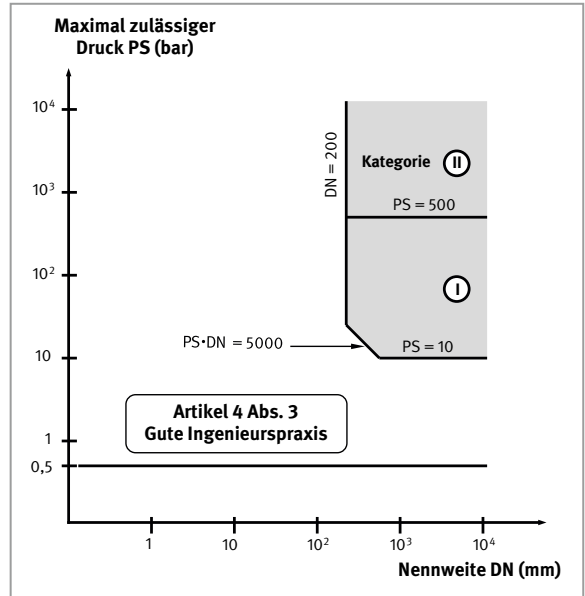
Da die Hydraulik-Flüssigkeiten im Allgemeinen nicht mit besonderen gefährlichen Eigenschaften behaftet sind, fallen sie normalerweise in die Fluidgruppe 2 nach Druckgeräterichtlinie. Bezüglich der eindeutigen Klärung der Einstufung der Hydraulik-Flüssigkeiten in die zutreffende Fluidgruppe wird auf Artikel 13 der Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU) verwiesen.

Zur Einstufung der Druckgeräte nach zunehmendem Gefahrenpotenzial ist im Falle der Hydraulik-Schlauchleitungen somit normalerweise das Diagramm 9 im Anhang II (siehe Abbildung 23) der Druckgeräterichtlinie (Rohrleitungen für Flüssigkeiten der Fluidgruppe 2) heranzuziehen. Müsste die Hydraulik-Flüssigkeit der Fluidgruppe 1 zugeordnet werden, würde das Diagramm 8 des genannten Anhangs zutreffen.

Für Hydraulik-Schlauchleitungen mit Hydraulik-Flüssigkeiten der Fluidgruppe 2 gilt bis einschließlich einer Nennweite von DN 200:

- Sie sind nicht in eine Kategorie nach Druckgeräterichtlinie einzustufen.
- Sie müssen nicht die in Anhang 1 der Druckgeräterichtlinie aufgeführten grundlegenden Sicherheitsanforderungen an Druckgeräte erfüllen, sondern sind nur in Übereinstimmung mit der in einem Mitgliedsstaat geltenden guten Ingenieurspraxis (GIP) auszulegen und herzustellen (gemäß Artikel 4, Abs. 3 der Druckgeräterichtlinie).
- Für sie muss kein Konformitätsbewertungsverfahren nach Artikel 14 und Anhang III der DGRL durchgeführt werden und sie dürfen kein CE-Zeichen tragen.

Abb. 23
Diagramm 9, Anhang II
der Druckgerätericht-
linie (Rohrleitungen
für Flüssigkeiten
der Fluidgruppe 2)



Eine Nennweite von über DN 200 wird bei Hydraulik-Schlauchleitungen in den meisten Anwendungsfällen nicht überschritten.

„Gute Ingenieurpraxis“ bedeutet, dass diese Leitungen unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren, die ihre Sicherheit beeinflussen, entworfen worden sind. Außerdem werden sie so gefertigt, überprüft und mit Benutzungsanweisungen ausgeliefert, dass, wenn sie unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen benutzt werden, ihre Sicherheit während der vorgesehenen Lebensdauer gewährleistet ist.

*Siehe auch: „Leitlinien für die Anwendung der Druckgeräte-Richtlinie“
(Quelle: https://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/guidelines_de)*

Im Falle der Hydraulik-Schlauchleitungen gilt aber auch ggf. die Ausnahme nach Art. 1, Abs. 2 Nr. f für die Anwendung der Druckgeräterichtlinie. Diese besagt, dass für Geräte, die nach Artikel 13 der Druckgeräterichtlinie höchstens unter die Kategorie I fallen würden und die auch von verschiedenen dort genannten Richtlinien – darunter die Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen – erfasst werden, nicht unter die Druckgeräterichtlinie fallen.

Dadurch fallen alle Hydraulik-Schlauchleitungen, die in Maschinen eingebaut sind, bis zu einem Druck von 500 bar in allen Nennweiten und bei Drücken über 500 bar bis einschließlich Nennweite 200 nicht unter die Druckgeräterichtlinie, sondern unter die Maschinenrichtlinie (vorausgesetzt die Druckflüssigkeit ist in Fluidgruppe 2 eingestuft).

Für die **Montage, Installation und den Betrieb** der Hydraulik-Schlauchleitungen ist die Betriebssicherheitsverordnung heranzuziehen.

Diese gilt für Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen. Rohrleitungen (einschließlich Schlauchleitungen) unter innerem Überdruck größer 0,5 bar zählen nach der Betriebssicherheitsverordnung dann zu den überwachungsbedürftigen Anlagen, wenn sie Druckgeräte nach Druckgeräte-Richtlinie mit Ausnahme der Druckgeräte im Sinne des Artikels 4 Abs. 3 dieser Richtlinie sind oder beinhalten und für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten bestimmt sind, die nach der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 in deren Anhang I wie folgt eingestuft sind:

- als entzündbare Gase in Nummer 2.2
- als entzündbare Flüssigkeiten in Nummer 2.6, sofern sie einen Flammpunkt von höchstens 55 Grad Celsius haben
- als pyrophore Flüssigkeiten in Nummer 2.9
- als akut toxisch in Nummer 3.1.2 Kategorie 1 oder 2 oder
- als ätzend in Nummer 3.2.2.6

Hydraulik-Schlauchleitungen sind demzufolge in den allermeisten praxisrelevanten Fällen selbst keine überwachungsbedürftigen Anlagenteile, können aber als Teile überwachungsbedürftiger Anlagen Verwendung finden. In allen Fällen sind sie Arbeitsmittel im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung und unterliegen als solche den Bestimmungen des Abschnittes 2 dieser Verordnung.

Anhang 1

Prüfumfänge, Prüfkriterien

Tab. 1 Empfohlener Prüfumfang „Sichtprüfung“ (vor Erst- bzw. Wiederinbetriebnahme)

- Sind alle für den sicheren Betrieb der hydraulischen Anlage erforderlichen Benutzerinformationen vorhanden (z. B. Hydraulikplan, -stückliste, Anlagenbeschreibung, Zeichnungen, Bedienungs-/ Wartungsanleitung, Unterlagen zu Hydrospeichern, Sicherheitsdatenblätter zu den eingesetzten Druckflüssigkeiten sowie ggf. Informationen über zusätzliche Schutzmaßnahmen)?
- Entsprechen die Hydraulik-Schlauchleitungen dem Hydraulikplan bzw. der Stückliste und der Anlagenbeschreibung (z. B. Nennweite, Druckstufe, Leitungsspezifikation, Eignung für Druckflüssigkeit)?
- Sind die Schläuche der Hydraulik-Schlauchleitungen jeweils gekennzeichnet mit Name oder Kurzzeichen des Herstellers, EN-Nummer und Typ (Druckstufe), Nenndurchmesser, Quartal/Jahr der Herstellung?
- Sind Hydraulik-Schlauchleitungen dauerhaft gekennzeichnet, d. h. z. B. auf den Einbindungen (Armaturen) mit Name oder Kurzzeichen des Herstellers, maximal zulässigem Betriebsdruck und Jahr/Monat der Herstellung?
- Sind Hydraulik-Schlauchleitungen derart eingebaut, dass
 - die natürliche Lage die Bewegung nicht behindert,
 - ein Verdrehen oder Verdrillen des Schlauches, eine Zugbelastung durch zu kurze Leitung und zu geringe Biegeradien vermieden werden,
 - ein Knickschutz (gegebenenfalls am Verbindungselement) den Schlauch führt,
 - äußere mechanische Einwirkungen bzw. Abrieb an Kanten durch ausreichenden Abstand verhindert sind,
 - Beschädigung durch Überfahren mittels Schlauchbrücken verhindert ist,
 - lose verlegte Schlauchleitungen durch Schlauchführungen (wie Schlauchsattel und ausreichend weite Schlauchhalterungen) geschützt sind,
 - ein Hitzeschutz (Abschirmung) vor hoher Temperatureinwirkung schützt und
 - ein Schutz gegen Umgebungseinflüsse wie z. B. Kühlschmierstoffe vorhanden ist?
- Sind die Hydraulik-Schlauchleitungen ferner so ausgeführt bzw. angeordnet, dass sie hinsichtlich der Einbaustelle
 - nicht verwechselt werden können oder gemäß ihrer Position zur eindeutigen Identifikation gekennzeichnet sind,
 - Wartung und Instandhaltung am Arbeitsmittel nicht beeinträchtigen?
- Sind Anlagenbereiche mit Hydraulik-Schlauchleitungen, die mit erhöhten Anforderungen (z. B. Hochhalten einer Last) eingesetzt sind, gegen Leitungsbruch gesichert?
- Sind an Hydraulik-Schlauchleitungen, die bei Versagen eine Gefährdung durch Peitschen oder Austritt von Druckflüssigkeit hervorrufen, Schutzmaßnahmen vorhanden, wie Befestigung, Fangvorrichtung, Abschirmung oder Schutzschlauch?
(Von Gefährdungen ist z. B. dann auszugehen, wenn sich Personen überwiegend in unmittelbarer Nähe der Hydraulik-Schlauchleitungen aufhalten, wie in Stellwarten oder entlang betrieblicher Verkehrswege).
- Sind Hydraulik-Schlauchleitungen so verlegt, dass sie nicht als Aufstiegshilfe benutzt werden können?

Tab. 1 Empfohlener Prüfumfang „Sichtprüfung“ (vor Erst- bzw. Wiederinbetriebnahme)

- Weisen die Hydraulik-Schlauchleitungen der neu oder wiederholt in Betrieb genommenen Maschinen bereits Beschädigungen auf (siehe Tabelle 4)? Bei festgestellten Beschädigungen ist nach Abschnitt 4.4.2.1 zu verfahren.
- Haben die eingebauten Hydraulik-Schlauchleitungen bzw. die Schläuche die vom jeweiligen Hersteller empfohlene Lager-/ Verwendungsdauer nicht überschritten (siehe Abschnitt 4.5.1)?
- Sind die Hydraulik-Schlauchleitungen nicht überlackiert?
- Sind für die Hydraulik-Schlauchleitung Prüfintervalle für die wiederkehrende Prüfung festgelegt? Liegen erhöhte Anforderungen vor, die verkürzte Prüffristen verlangen?

Hinweis:

- Die eingebauten Hydraulik-Schlauchleitungen dürfen nicht aus gebrauchten Schläuchen oder gebrauchten Pressarmaturen hergestellt sein, die vorher bereits als Teil einer Hydraulik-Schlauchleitung benutzt wurden!

Tab. 2 Empfohlener Prüfumfang „Funktionsprüfung“ (vor Erst- bzw. Wiederinbetriebnahme)

- Führt die Maschine alle hydraulischen Maschinenfunktionen bestimmungsgemäß aus? Entsprechen diese der Anlagenbeschreibung?
- Gibt es bei den hydraulischen Maschinenfunktionen im bestimmungsgemäßen Betrieb der Maschine außergewöhnliche akustische Hinweise (z. B. Entspannungsschläge, Kavitationsgeräusche)?
- Gibt es Hinweise auf hohe Druckspitzen oder Druckverstärkungen für die Hydraulik-Schlauchleitungen (z. B. Schlagen der Leitungen)?
- Alle Teile der hydraulischen Anlage müssen mindestens mit dem vorgesehenen maximalen Betriebsdruck, der unter Berücksichtigung aller beabsichtigten Anwendungen erreicht werden kann, beaufschlagt werden:
 - Treten dabei keine sichtbaren Leckagen an den Hydraulik-Schlauchleitungen und Verbindungselementen auf (sind die Leitungen und Anschlüsse dicht)?
 - Gibt es dabei keine sichtbaren Schäden oder Verformungen an den Hydraulik-Schlauchleitungen?
 - Gibt es keine Scheuerstellen, Knickstellen, Torsion, Unterschreiten der Mindestbiegeradien oder sonstigen unzulässigen mechanischen Beanspruchungen (s. auch Tabelle 1 – Sichtprüfung) an sich unter Betriebsbedingungen bewegenden Hydraulik-Schlauchleitungen?

Tab. 3 Empfohlener Prüfumfang der „wiederkehrenden Prüfung“ oder „außerordentlichen Prüfung“

- Ist die Benutzerinformation (Betriebsanleitung, Hydraulikplan, Stückliste usw.) des Herstellers noch vollständig und vorhanden?
- Entspricht die eingebaute Hydraulik-Schlauchleitung noch der gültigen Spezifikation?
- Sind alle Kennzeichnungen an Hydraulik-Schlauchleitungen vorhanden und lesbar?
- Weisen die eingesetzten Hydraulik-Schlauchleitungen keine der in Tabelle 4 genannten Mängel auf? Bei festgestellten Mängeln ist nach Abschnitt 4.5.2.1 zu verfahren.
- Sind die gegebenenfalls erforderlichen Schutzmaßnahmen gegen Peitschen der Leitung und/oder Austritt von Druckflüssigkeit an den betroffenen Hydraulik-Schlauchleitungen vorhanden (siehe auch Tabelle 1)?
- Sind die Fristen für wiederkehrende Prüfungen an den Hydraulik-Schlauchleitungen festgelegt und eingehalten?
- Wurden die vom Hersteller empfohlenen Wechselintervalle bzw. die betreiberseitig festgelegte maximale Verwendungsdauer für die Hydraulik-Schlauchleitungen beachtet (siehe Abschnitt 4.6.1)?

Tab. 4 Empfohlene Prüfkriterien für Hydraulik-Schlauchleitungen

- Ist die Hydraulik-Schlauchleitung frei von Leckagen an Schlauch oder Armatur?
- Ist ein so genanntes „Herauswandern“ des Schlauches aus der Armatur festzustellen?
- Ist eine Beschädigung oder Deformation der Armatur vorhanden, welche die Funktion und Festigkeit der Armatur oder der Verbindung Schlauch-Armatur mindert?
- Liegt eine Beschädigung der Außenschicht bis zur Einlage, insbesondere durch Scheuerstellen, Schnitte, Risse verursacht, vor?
- Ist die Außenschicht versprödet oder eine Rissbildung im Schlauchmaterial erkennbar?
- Sind im drucklosen oder im druckbeaufschlagten Zustand oder bei Biegung Verformungen erkennbar, die nicht der natürlichen Form der Hydraulik-Schlauchleitung entsprechen, z. B. Schichtentrennung, Blasenbildung, Quetschstellen, Knickstellen?
- Ist die Armatur korrodiert und dadurch die Funktion und Festigkeit gemindert?
- Ist nach wie vor eine freie Bewegung der Hydraulik-Schlauchleitungen gewährleistet oder sind gegebenenfalls durch den Anbau von neuen Anlagenteilen oder Aggregaten Quetsch-, Scher- oder Scheuerstellen entstanden?
- Ist sichergestellt, dass die Hydraulik-Schlauchleitungen nicht in Verkehrswege hineinragen, auch wenn die mit Hydraulik-Schlauchleitungen angekoppelten Aggregate in die Endlage gefahren werden?
- Wurden Hydraulik-Schlauchleitungen überlackiert (Erläuterung: kein Erkennen von Kennzeichnung und Rissen!)?
- Sind Lagerzeiten und Verwendungsdauer überschritten?
- Sind alle Abdeckungen (nach Prüfung, Umzug, Umbau) wieder montiert und in Funktion?
- Sind vorgesehene Ausreiß- und Fangsicherungen und Berstschutzschläuche vorhanden und noch korrekt montiert?

Tab. 5 Einflussfaktoren auf die Prüffristen und Auswechselintervalle

- Gefährdungen, die bei der Benutzung des Arbeitsmittels bei allen relevanten Arbeitsvorgängen auftreten können (Basis: Gefährdungsbeurteilung)
- Erhöhte Anforderungen an die Sicherheit (wie Erhöhung der Standsicherheit bei Gefährdung von Personen durch hochgehaltene Lasten oder schwerkraftbelastete Achsen), z. B. aufgrund des Schutzkonzeptes des Maschinenherstellers und Vorgabe zu verkürzten Fristen in der Bedienungsanleitung
- Einsatzbedingungen von Arbeitsmittel und Hydraulikanlage (z. B. spezielle Belastungen, Bedingungen mit definierter Überlast, Einsatzzeiten, Taktzeiten, Betriebsparameter, Einfluss der verwendeten Hydraulik-Flüssigkeit)
- Umgebungsbedingungen (schädigende Einflüsse von außen, wie Schwingungen, Feuchtigkeit, Verschmutzung, mechanische Einflüsse, besonders hoher Ozonanteil der Außenluft (z. B. infolge von Elektromotoren oder Schweißtransformatoren), UV-Strahlung u. v. m., siehe auch Tabellen 1 und 3)
- Vergleich, ob die tatsächlichen Betriebsbedingungen/Einsatzbedingungen den bei der Beschaffung und vom Hersteller vorgesehenen Betriebsbedingungen entsprechen
- Herstellerangaben (des Maschinenherstellers bzw. Herstellers der Hydraulik-Schlauchleitungen) zu Prüfintervallen
- Alter bzw. Verschleißgrad des Arbeitsmittels oder der Hydraulik-Schlauchleitung
- Verlängerung von Auswechselintervallen
- Art und System, mit dem eine planmäßige Instandhaltung, insbesondere für sicherheitsrelevante Bau- und Verschleißteile erfolgt
- Erfahrungen der Bediener(innen)/Einrichter(innen)/Instandhalter(innen) mit dem Arbeitsmittel und der Hydraulikanlage (zu Ausfallverhalten, Auftreten von Mängeln, Störungen, Häufungen solcher Ereignisse an Maschinen oder Anlagen)
- Bewertung der Ergebnisse aus Sicht- und Funktionskontrollen vor der täglichen Benutzung der Maschine
- Bekanntes Schadens- oder Unfallgeschehen an vergleichbaren Maschinen oder Hydraulikanlagen
- Bewertung der Prüfergebnisse von wiederkehrenden Prüfungen an diesen Hydraulik-Schlauchleitungen oder solchen, die unter vergleichbaren Bedingungen betrieben werden
- Ergebnisse der Prüfung vor Inbetriebnahme

Die Betriebsanweisung muss den betrieblichen Verhältnissen angepasst werden

Anhang 2

Musterbetriebsanweisung für Hydraulik-Flüssigkeiten

Nr.: 000 Muster Betrieb: Bereich: Werkstatt, Lager	Betriebsanweisung gem. § 14 GefStoffV Stand: Hydrauliköle Hydrauliköle von hoher Viskosität: hochraffinierte Mineralöle mit Additiven Gefahren für Mensch und Umwelt Hydrauliköle sind brennbar. Dämpfe, die bei sehr starker Erwärmung frei werden, und Sprühnebel können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Es besteht Entzündungsgefahr ölgetränkter Kleidung. Häufiger oder lang anhaltender Kontakt mit den Produkten, auch durch ölgetränkte Kleidung, kann Hauterkrankungen, wie z. B. Entzündungen, Ausschlag, Ölakne, verursachen. Produkte, die bei der Verwendung hohen Temperaturen ausgesetzt sind, können sich mit gesundheitsgefährdenden Stoffen anreichern. Auslaufendes Hydrauliköl ist wassergefährdend.	Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln • Hydrauliköle nur über Auffangwannen lagern und abfüllen; Verspritzen vermeiden. • Auffangwannen nicht mit Gebinden überfüllen und nicht zur Ablage anderer Materialien benutzen. • Zündquellen fernhalten, nicht rauchen. Schmierstoffe nicht vernebeln. • Behälter geschlossen halten und vor Erwärmung schützen. • Getränkte Putzlappen in nicht brennbarem, geschlossenem Behälter aufbewahren. • Putzlappen regelmäßig erneuern. • Befüllte Behälter kennzeichnen, schadhafte Kennzeichnungen erneuern. • Niemals Lebensmittelgefäße oder damit zu verwechselnde Gefäße benutzen. Handschutz: bei längerem Umgang beständige Chemikalien-Schutzhandschuhe Hautschutz: siehe Hautschutzplan • Kontakt mit der Haut und Kleidung vermeiden. • Getränkte Kleidung sofort wechseln und erst nach der Reinigung wieder anziehen. • Verschmierte Putzlappen nicht in die Taschen der Arbeitskleidung stecken. • Nach dem Umgang Hände waschen und Pflegecreme auftragen. • Zur Hautreinigung keine Lösemittel, Verdünner, Benzin o. Ä. verwenden.
--	---	---

Verhalten im Gefahrfall (Unfalltelefon: siehe Aushang)



Nach Auslaufen sofort mit Ölbindemittel (.....) aufnehmen und in Abfallbehälter geben; Raum gut lüften. Vorsicht, Rutschgefahr durch schmierigen Boden.
 Feuerlöscher für Brandklasse B, kein Wasser:
 Im Brandfall besteht Berstgefahr geschlossener erhitzter Behälter, Öllager im Gefahrfall verlassen.
 Fluchtweg: siehe Kennzeichnung der Rettungswege und Notausgänge



Erste Hilfe (Ersthelfer: siehe Aushang)



Nach Hautkontakt: gründlich mit Wasser und Seife abwaschen, getränkte Kleidung zuvor entfernen.
 Nach Augenkontakt: bei offenem Lidspalt und zum äußeren Lidspalt hin zehn Minuten unter fließendem Wasser ausspülen, Augenarzt konsultieren.
 Nach Verschlucken: **Erbrechen nicht anregen**, Arzt konsultieren.
 Nach Ölinjektion: z. B. nach Eindringen von Öl unter die Haut unverzüglich Arzt aufsuchen!

Sachgerechte Entsorgung

Abfälle in gekennzeichneten nicht brennbaren Behältern (.....) sammeln; Abfallbehälter und leere Behälter geschlossen halten, spätestens am Schichtende leeren bzw. aus dem Arbeitsraum entfernen.

Datum, Unterschrift:

Anhang 3

Prüfverfahren für Hydraulik-Flüssigkeiten

Zusammenstellung geeigneter Prüfverfahren für die verschiedenen Typen von Hydraulik-Flüssigkeiten

Norm	Prüfverfahren	Fluid-Typ nach DIN 51502 / ISO 15380				
		HLP(D), HVL- P(D), HL	HFA	HFC	HFD	HEES, HETG, HEPG, HEPR
DIN ISO 6618:2015-07	Mineralölerzeugnisse und Schmierstoffe – Bestimmung von Säure- oder Basenzahl – Farb-indikator-Titration	X			X	X
DIN 51562:1999-01	Viskosimetrie – Mes-sung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosi-meter	X		X	X	X
DIN EN ISO 20843:2011-04	Mineralölerzeugnisse und verwandte Pro-dukte – Bestimmung des pH-Wertes schwer-entflammbarer Flüssig-keiten der Kategorien HFAE, HFAS und HFC		X	X		
DIN 51777-1:1983-03 DIN 51777-2:1974-01	Mineralölerzeug-nisse – Bestimmung des Wassergehaltes durch Titration nach Karl Fischer	X	X	X	X	X
DIN EN ISO 4404-1:2012-10	Mineralölerzeugnisse und verwandte Pro-dukte – Bestimmung der korrosionsverhin-dernden Eigenschaften von schwer entflamm-baren Druckflüssigkei-ten – Teil 1: Wasser enthaltende Flüssig-keiten		X	X		

Norm	Prüfverfahren	Fluid-Typ nach DIN 51502 / ISO 15380				
		HLP(D), HVL- P(D), HL	HFA	HFC	HFD	HEES, HETG, HEPG, HEPR
ASTM D 1121:2011	Bestimmung der Reservealkalität			X		
ISO 11500:2008-09	Fluidtechnik (Hydraulic Fluid Power) – Bestimmung des Partikelverschmutzungsgrades einer flüssigen Probe durch automatische Partikelzählung mit Lichtabsorption	X			X	X
ISO 4407:2002-04	Fluidtechnik – Verschmutzung der Druckflüssigkeit – Bestimmung der festen Verschmutzung mit dem mikroskopischen Zählverfahren		X	X		
ISO 4406:1999-12	Fluidtechnik – Hydraulik-Druckflüssigkeiten – Zahlenschlüssel für den Grad der Verschmutzung durch feste Partikel	X				X
DIN 51399-1:2017-02	Prüfung von Schmierölen – Bestimmung der Elementgehalte aus Additiven, Abrieb und sonstigen Verunreinigungen	X			X	X

Norm	Prüfverfahren	Fluid-Typ nach DIN 51502 / ISO 15380				
		HLP(D), HVL- P(D), HL	HFA	HFC	HFD	HEES, HETG, HEPG, HEPR
DIN EN 12662:2014-07	Flüssige Mineralölerzeugnisse – Bestimmung der Gesamtverschmutzung in Mitteldestillaten, Dieseldieselkraftstoff, Fettsäuremethylestern		X	X		
DIN 51451:2004-09	Prüfung von Mineralölerzeugnissen und verwandten Produkten – Infrarotspektrometrische Analyse	X			X	X

Anhang 4

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die weiteren wesentlichen Vorschriften und Regeln zur hier behandelten Themenaufstellung aufgeführt.

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

*Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de
oder*

*Carl Heymanns Verlag GmbH,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln*

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
- Maschinenverordnung (9. ProdSV)
- Druckgeräteverordnung (14. ProdSV)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit den zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
 - TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“,
 - TRBS 1112 „Instandhaltung“
 - TRBS 1201 „Prüfung von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“
 - TRBS 1203 „Befähigte Personen“
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) mit den zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
 - TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
 - TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“
 - TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
 - TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS)

- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe der Bundesländer (Anlagenverordnung – VawS)

Bezugsquelle:

Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH

Amsterdamer Straße 192, 50735 Köln

www.bundesanzeiger.de

- Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt.
- Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung).

2. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter

www.dguv.de/publikationen

DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

DGUV Regeln

- DGUV Regel 100-001 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“

DGUV Informationen

- DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“
- DGUV Information 209-015 „Instandhalter“
- DGUV Information 209-022 „Hautschutz in Metallbetrieben“
- DGUV Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“
- DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“

- DGUV Information 213-051 „Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- DGUV Information 213-058 „Leitfaden Druckgeräte“
- Informationsblatt Nr. 015 des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV: „Prüfen und Auswechseln von Hydraulik-Schlauchleitungen“ (abrufbar unter: http://www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen/dguv_infos/hydraulik/index.jsp)
- DGUV Information „Filtration von Hydraulikflüssigkeiten“ (FBHM 082) (abrufbar unter: http://www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen/dguv_infos/hydraulik/index.jsp)

3. Normen

Bezugsquelle:

*Beuth-Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin,
bzw.*

*VDE-Verlag GmbH,
Bismarckstraße 33, 10625 Berlin*

- DIN 7716:1982-05
Erzeugnisse aus Kautschuk und Gummi; Anforderungen an die Lagerung, Reinigung und Wartung
- DIN 3859-1:2005-09
Rohrverschraubungen; Teil 1 Technische Lieferbedingungen
- DIN 20021:1997-02
Fluidtechnik; Schläuche mit Einlagen; Ergänzung zu DIN EN 853 bis DIN EN 857
- DIN 20066:2012-01
Fluidtechnik; Hydraulik-Schlauchleitungen; Maße, Anforderungen
- DIN 22100-5:2010-10
Betriebsmittel und Betriebsstoffe aus Kunststoffen zur Verwendung in Bergwerken unter Tage; Rohre, Rohrisolierungen und Schläuche, Sicherheits-technische Anforderungen, Prüfungen, Kennzeichnung
- DIN 24950-1:1978-07
Fluidtechnik; Schlauchleitungen, Begriffe

- DIN 51524-1:2006-04
Druckflüssigkeiten; Hydrauliköle; Teil 1: Hydrauliköle HL; Mindestanforderungen
- DIN 51524-2:2006-04
Druckflüssigkeiten; Hydrauliköle; Teil 2: Hydrauliköle HLP; Mindestanforderungen
- DIN 51524-3:2006-04
Druckflüssigkeiten; Hydrauliköle; Teil 3: Hydrauliköle HVLP; Mindestanforderungen
- DIN EN 201:2010-02
Kunststoffmaschinen und -Gummi - Spritzgießmaschinen; Sicherheitsanforderungen,
- DIN EN 853:2016-09
Gummischläuche und -schlauchleitungen; Hydraulikschläuche mit Drahtgeflecht-einlage; Spezifikation
- DIN EN 854:2016-09
Gummischläuche und -schlauchleitungen; Hydraulikschläuche mit Textileinlage; Spezifikation
- DIN EN 856:2016-09
Gummischläuche und -schlauchleitungen; Hydraulikschläuche mit Drahtspiralein-lage; Spezifikation
- DIN EN 857:2016-09
Gummischläuche und -schlauchleitungen; Kompakthydraulikschläuche mit Draht-geflecht-einlage; Spezifikation
- DIN EN 869:2009-12
Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsanforderungen an Metall-Druckgießanlagen
- DIN EN 26802:1993-02
Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen mit Drahteinlage, Hydraulik-Impulsprüfung mit wechselnder Biegung
- DIN EN ISO 1402:2010-04
Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen; Hydrostatische Prüfung
- DIN EN ISO 3949:2014-12
Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen – Textilverstärkte Typen für hydraulische Anwendungen – Spezifikationen
- DIN EN ISO 4413:2011-04
Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile

- DIN EN ISO 4671:2012-02
Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen; Verfahren zur Messung der Maße von Schläuchen und Längen von Schlauchleitungen
- DIN EN ISO 6803:2010-01
Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen; Hydraulik-Druck-Impulsprüfung ohne Biegung
- DIN EN ISO 6945:1996-03
Gummischläuche; Bestimmung des Verschleißverhaltens der Außenschicht
- DIN EN ISO 8032:1999-05 Gummi- und Kunststoffschlauchleitungen – Biegung kombiniert mit hydraulischer Impulsprüfung (Halb-Omega-Prüfung)
- DIN EN ISO 8330:2015-04
Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen; Vokabular
- DIN EN ISO 12100-2:2004-04
Sicherheit von Maschinen; Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze; Teil 2: Technische Leitsätze
- DIN EN ISO 18752:2016-11
Gummischläuche und -schlauchleitungen – Draht- oder textilverstärkte Einzeldrucktypen für hydraulische Anwendungen – Anforderungen
- DIN Taschenbuch 174
Schlauchleitungen für die Fluidtechnik
- ISO 3862-1:2001-09
Rubber hoses and hose assemblies; Rubber covered spiral-wire-reinforced hydraulic Types; Specification Part 1: Oil-based fluid applications
- ISO 4406:1999-12
Fluidtechnik; Hydraulikflüssigkeiten; Zahlenschlüssel für den Grad der Verschmutzung durch feste Partikel
- ISO 15380:2016-12
Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Produkte (Klasse L) – Familie H (Hydraulische Systeme) – Anforderungen für die Kategorien HETG, HEPG, HEES und HEPR
- ISO 17165-1:2007-10
Fluidtechnik – Hydraulik-Schlauchleitungen – Teil 1: Maße und Anforderungen
- VDMA 24569:1994-03
Fluidtechnik; Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten; Umstellungsrichtlinien von Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis nach DIN 51 524 auf biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten und erforderliche Maßnahmen für den Betrieb

- SAE AS 4059F:2013-09-27
Aerospace Fluid Power - Contamination Classification for Hydraulic Fluids
- SAE J 517:2016-12-15
Hydraulic Hose

4. Medien

Bezugsquelle:

Jedermann-Verlag,

Postfach 10 31 40, 69004 Heidelberg

- CD-ROM „Kompendium Arbeitsschutz“: Vorschriften und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programm zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok und Gef-Doklight)

Bildnachweis

Die Abbildungen und Grafiken in dieser DGUV Regel wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

HANSA-FLEX AG
Postfach 450142
28925 Bremen

RAUH-Hydraulik GmbH
Hallstadter Straße 63
96052 Bamberg

Gebr. Held Hydraulik GmbH
Weilatten 8
78532 Tuttlingen

IHA - Internationale Hydraulik Akademie GmbH
Am Promigberg 26
01108 Dresden

Hydraulik Schmitz Siegen GmbH
Seelbacher Weg 17
57072 Siegen Trupbach

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de