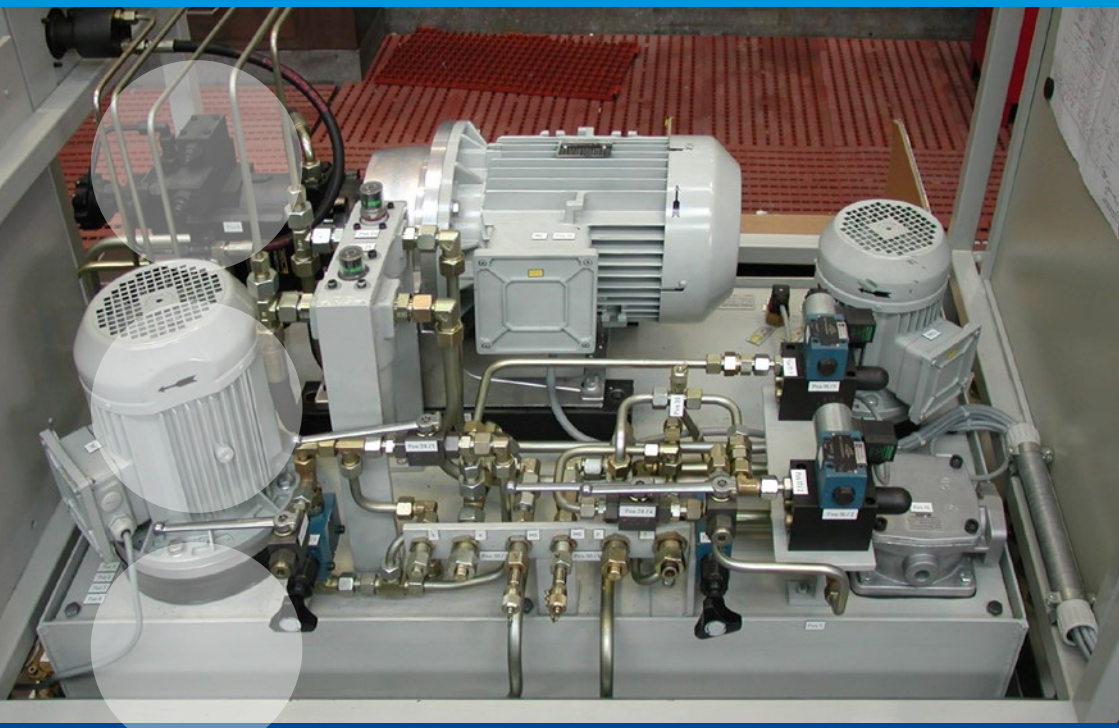
DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Spitzenverband

209-070

DGUV Information 209-070



Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung

Juni 2019

kommmitmensch
Sicher. Gesund. Miteinander.

kommmitmensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter **www.kommmitmensch.de**

Impressum

Herausgegeben von:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Maschinen, Robotik, Fertigungsautomation
des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV

Ausgabe: Juni 2019

DGUV Information 209-070
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung

DGUV Information 209-070 Juni 2019

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorbemerkung ... **7**

1 Instandhaltung von Maschinen, Anlagen und Fahrzeuganbauten mit hydraulischer Ausrüstung ... **9**
1.1 Allgemeines ... 9
1.2 Qualifikation des Instandhaltungspersonals ... 10
1.3 Gefährdungen bei Arbeiten an der Hydraulik ... 11
1.4 Elektrische Gefährdungen ... 15
1.5 Planung der Arbeiten ... 16

2 Umgang mit Druckflüssigkeit ... **20**
2.1 Hautschutz ... 20
2.2 Auslaufende Druckflüssigkeit ... 25
2.3 Suche nach Leckagestellen ... 28
2.4 Austausch der Druckflüssigkeit ... 28

3 Fehlersuche ... **29**

4 Arbeiten an Hydraulikkomponenten ... **34**
4.1 Allgemeines ... 34
4.2 Rohrleitungen ... 35
4.3 Schlauchleitungen ... 39
4.4 Hydraulikzylinder ... 53
4.5 Pumpen und Hydromotoren ... 55
4.6 Ventilblöcke ... 56
4.7 Druckspeicheranlagen ... 58
4.8 Filter ... 62

Seite

5	**Arbeiten an Maschinen und Anlagen**	**64**
5.1	Allgemeines	64
5.2	Arbeiten an Werkzeugmaschinen	68
5.3	Arbeiten an hydraulischen Pressen	70
5.4	Arbeiten an hydraulischen Scheren-Hubarbeitsbühnen	71
6	**Arbeiten an der Mobilhydraulik**	**73**
6.1	Allgemeines	73
6.1.5	Ausbau schwerer Bauteile	77
6.2	Arbeiten an Flurförderzeugen	81
6.3	Arbeiten an hydraulisch betriebenen Fahrzeugan- und -aufbauten sowie Fahrzeugkranen	84
6.4	Arbeiten an Erdbaumaschinen und sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen	87
6.5	Arbeiten an Wasserfahrzeugen	93
7	**Erforderliche Prüfungen**	**98**
7.1	Allgemeines	98
7.2	Prüfung auf ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion	98
7.3	Prüfung auf sichere Bereitstellung und Benutzung	99
7.4	Rechtsgrundlagen für die Prüfungen	99
8	**Erste Hilfe**	**101**

Seite

Anhang 1
A Fehlersuche 104
B Hinweise zur Instandhaltung 112
C Prüfumfang „Sichtprüfung“ 114
D Prüfumfang „Funktionsprüfung“ 116
E Prüfumfang „Sichere Bereitstellung und Benutzung“ 118
F Mitwirkung von Beschäftigten 121

Anhang 2
Literaturverzeichnis 123
1. Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln 123
2. Vorschriften, Regeln und Informationen für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 124
3. Normen 125
4. Sonstige Schriften 125
5. Literaturhinweise 126

Abbildungsnachweis 126

Vorbemerkung

Seit etwa 1950 werden vermehrt hydraulische Komponenten als Baukastenelemente hergestellt und in Anlagen oder Maschinen zur Erfüllung verschiedenster Aufgaben eingesetzt.

Der besondere Vorteil der Hydraulik ist die hohe Energiedichte, d. h. mit kleinen Komponenten können sehr große Leistungen umgesetzt werden.

Am Anfang erfolgte die Bedienung der hydraulischen Steuerelemente rein manuell. Mit der technischen Entwicklung wurde zunehmend die Kombination mit elektrischen oder elektronischen Bauelementen vorangetrieben. Heute bestehen z. B. automatisierte Fertigungsanlagen aus einer Fülle verketteter, komplexer Baugruppen.

Die Einsatzmöglichkeiten der Hydraulik sind sehr vielfältig. Sie reichen vom Mikrobereich über den Maschinen- und Anlagenbau bis zur Luft- und Raumfahrt.

In der Hydraulik wird zur Energieübertragung eine Druckflüssigkeit verwendet, mit der Bewegungen oder Kräfte erzeugt werden. Im allgemeinen Maschinenbau wird mit Drücken bis 350 bar und in Sonderfällen, z. B. in der statischen Umformtechnik, mit bis zu 5000 bar gearbeitet.

Diese Information wendet sich an Personen, die Instandhaltungsarbeiten an Maschinen und Anlagen mit hydraulischer Ausrüstung planen und ausführen.

Da bei der Instandhaltung von Maschinen häufig in Bereiche eingegriffen wird, die im normalen Betrieb der Anlagen nicht zugänglich sind, müssen bei diesen Arbeiten besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden (siehe auch DGUV Information 209-015 „Instandhaltung – sicher und praxisgerecht durchführen“),

In dieser Information werden Gefährdungen und Maßnahmen zu deren Abwendung aufgezeigt sowie Hinweise zur sicheren Durchführung von Instandhaltungsarbeiten an hydraulischen Ausrüstungen gegeben. Diese Information unterstützt die Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie die Ableitung von Maßnahmen

entsprechend der allgemeinen Technischen Regel für Betriebssicherheit TRBS 1112 „Instandhaltung“ hinsichtlich der speziellen Gefährdungen bei der Hydraulik-Instandhaltung. In dieser Information werden Maßnahmen beschrieben, die bei Instandhaltungsarbeiten an Maschinen und Anlagen mit hydraulischer Ausrüstung zu berücksichtigen sind. Diese Information umfasst neben der Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten auch die Fehlersuche sowie die Wiederinbetriebnahme nach erfolgter Instandsetzung.

1 Instandhaltung von Maschinen, Anlagen und Fahrzeuganbauten mit hydraulischer Ausrüstung

1.1 Allgemeines

Bei allen Arbeiten an hydraulischen Systemen und Anlagen sind die Hinweise des Maschinen- oder Anlagenherstellers hinsichtlich Kenntnissen und Ausbildung sowie Inbetriebnahme und Instandhaltung zu beachten.

Ersatzteile müssen den Spezifikationen des Maschinenherstellers entsprechen. Dies bedeutet, dass alle einzubauenden Teile insbesondere den maximalen Betriebsdrücken entsprechend ausgewählt werden und für die in der Anlage verwendete Druckflüssigkeit geeignet sein müssen.

Gefahrenhinweise und Sicherheitsmaßnahmen, unter anderem aus dem Sicherheitsdatenblatt der eingesetzten Druckflüssigkeit, sind in einer Betriebsanweisung aufzunehmen und umzusetzen (siehe Abschnitt 2.1).

Der Umbau von Maschinen und Anlagen kann eine wesentliche Änderung im Sinne des Produktsicherheitsgesetzes darstellen, bei der gegebenenfalls zusätzliche Sicherheitsanforderungen zu berücksichtigen und weitere Maßnahmen zu beachten sind. Daher sollte vor Umbauten Rücksprache mit dem Hersteller genommen werden.

Merke

Der Umbau einer Maschine kann eine erneute Konformitätsbewertung erfordern!

1.2 Qualifikation des Instandhaltungspersonals

Instandhalter und Instandhalterinnen müssen aufgrund ihrer Ausbildung, Berufserfahrung und Tätigkeit mit dem Aufbau von hydraulischen Komponenten und Anlagen vertraut sein. Sie sollten eine abgeschlossene Berufsausbildung haben, z. B. in der

- Industriemechanik,
- Mechatronik,
- Anlagenmechanik,
- KFZ-Mechanik,
- Landmaschinenmechanik oder
- zur Hydraulikfachkraft weitergebildet sein.

Weiterhin muss Instandhaltungspersonal zu den auftretenden Gefährdungen und den sich hieraus ergebenden Schutzmaßnahmen unterwiesen sein.



Abb. 1
Instandhalter bei Wartungsarbeiten

Grundsätzliche Pflichten der Beschäftigten ergeben sich auch aufgrund der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ (siehe Anhang 1 Buchstabe F).

Für die Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten ist es erforderlich, mindestens die
- Bedienungsanleitung (inkl. Wartungshinweise),
- Funktions- und Schaltpläne zur Hydraulik und gegebenenfalls auch zur Elektronik,
- Betriebsarten,
- Maschinenabläufe,
- Verknüpfungen zu anderen Technologien (mechanisch, elektrisch, elektronisch)

zu verstehen. Die Methoden der systematischen Fehlersuche müssen angewendet werden können.

Reichen die oben angeführten Kenntnisse nicht aus, müssen anlagenspezifische Informationen vom Maschinenhersteller angefordert werden.

Arbeiten an elektrischen Teilen von Maschinen und Anlagen sind mit besonderen Gefährdungen verbunden. Daher dürfen diese Arbeiten nur von elektrotechnisch geschulten und unterwiesenen Personen, z. B. Elektrofachkräften, durchgeführt werden.

1.3 Gefährdungen bei Arbeiten an der Hydraulik

Für Instandhaltungsarbeiten ist eine Gefährdungsanalyse durchzuführen und zusammen mit den sich daraus ergebenden Schutzmaßnahmen zu dokumentieren (siehe auch TRBS 1112, Abschnitt 4, Absatz (2)). Die Gefährdungsbeurteilung für das Instandhaltungspersonal muss vom Leiter oder von der Leiterin der Instandhaltung durchgeführt werden.

Für wiederkehrende gleiche Instandhaltungsarbeiten (z. B. Schlauchleitungs-, Ventil- oder Zylinderaustausch) kann es ausreichend sein, die Gefährungsbeurteilungen einmal durchzuführen und die Betriebsanweisung sowie die regelmäßige Unterweisung darauf aufzubauen.

> ***Hinweis:***
> *Bei besonderen Gefährdungen (z. B. durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeiten oder an neuen unbekannten Betriebsorten oder in Kundenbetrieben) ist auch eine Gefährdungsbeurteilung vor Beginn der Instandhaltungsarbeiten durchzuführen oder gegebenenfalls mit der für die Koordination von Sicherheit und Gesundheit zuständigen Person SiGeKo der auftraggebenden Firma abzustimmen.*

Bei Arbeiten an der Hydraulik können insbesondere folgende Gefährdungen auftreten:

- **unkontrollierter Austritt der Druckflüssigkeit**
- **unbeabsichtigte Maschinenbewegungen**
- **Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen und an heißer Druckflüssigkeit**
- **wegfliegende oder berstende Teile**
- **Hauterkrankungen**
- **Lärm**

Unkontrollierter Austritt der Druckflüssigkeit:

Bei Bruch von Leitungen, beim Lösen von Verbindungselementen, die noch mit Druck beaufschlagt sind, bei Beschädigungen von Hydraulik-Schlauchleitungen (siehe Abbildung 2) oder durch Einwirken von unzulässig hohen Kräften muss mit dem Austreten von Druckflüssigkeit gerechnet werden. Die Folgen können sein:

- Augenschädigung
- Eindringen in die Haut (Vergiftung)

- Verbrühungen durch heiße Druckflüssigkeit
- Brandgefahr, wenn Zündquellen vorhanden (z. B. Öle auf heißen Oberflächen)
- Rutschgefahr an Arbeitsplätzen und Verkehrswegen
- Gefährdung durch unbeabsichtigte Maschinenbewegungen
- Umweltgefährdung (z. B. Eindringen ins Erdreich/Grundwasser)

Unzulässig hohe Kräfte können auftreten durch
- falsch eingestellte Druckventile,
- Veränderungen an z. B. Druckbegrenzungsventilen,
- falsch ausgelegte Ventile (zu schnell schaltend),
- von außen einwirkende Lasten,
- unbeabsichtigte Drucküberset zungen an Zylindern.

Unbeabsichtigte Maschinenbewegungen können ausgelöst werden durch
- unbeabsichtigtes Betätigen von Befehls- oder Steuergeräten, wie Taster, Hebel, steuernde Lichtschranken, Näherungsschalter, Handhilfsbetätigungen, sowie Störungen durch Magnetfelder,
- Fehler in der Steuerung,



Abb. 2
Geborstene Hydraulik-Schlauchleitung

- Energietrennung, Energiezufuhr, Restenergie,
- Versagen von Bauteilen,
- Verschmutzung der Druckflüssigkeit.

Restenergie in einer Anlage kann vorhanden sein wenn
- Druckspeicher (hydraulisch/pneumatisch) in der Anlage sind,
- Lasten hochgehalten werden,
- Spannkräfte vorhanden sind,
- Bauteile gegeneinander verspannt sind.

Ursachen für das Bauteilversagen können z. B. sein:
- zu hoher Systemdruck
- Verschleiß und Materialermüdung (z. B. Ventilfedern)
- hängen bleibende Ventile
- Überlastung durch zu hohe dynamische Druckspitzen
- ungeeignete oder verschmutzte Druckflüssigkeiten

Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen und an heißer Druckflüssigkeit durch
- funktionsbedingt heiße Maschinenteile, z. B. Leitungen, Pumpen, Motoren, und
- austretende Druckflüssigkeit, z. B. beim Öffnen von Leitungen oder beim Ausbau von Komponenten.

Wegfliegende oder berstende Teile können Folge sein von
- Überbeanspruchung von Komponenten, z. B. durch zu hohe Betriebsdrücke oder Druckspitzen,
- Materialermüdung,
- falsch ausgewählten Bauteilen.

Hierzu zählt auch das Umschlagen (Peitschen) einer an einem Ende abgerissenen Hydraulik-Schlauchleitung.

Beim Kontakt mit Druckflüssigkeiten können **hautgefährdende Wirkungen** auftreten (siehe Abschnitt 2). Dämpfe von Druckflüssigkeiten können beim Einatmen Atemwegsreizungen verursachen.

Lärm wird nicht nur vom Pumpenaggregat verursacht, auch der Betrieb von Maschinen kann bei Fehlersuche, Probebetrieb usw. einen erheblichen Schallpegel erzeugen. Daher müssen Hydraulik-Instandhalterinnen und -Instandhalter bei gesundheitsschädigender Lärmemission Gehörschutz benutzen.

Je nach Instandhaltungsarbeit können eine oder mehrere Gefährdungen gleichzeitig auftreten. Dementsprechend müssen mehrere Schutzmaßnahmen angewendet werden. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen werden in den einzelnen Abschnitten dieser Information erläutert. Bei Bedarf wird auf andere vorhandene Informationsschriften verwiesen.

> ***Hinweis:***
> *Sollte die Gefährdungsbeurteilung von Instandhaltungsarbeiten eine Explosionsgefährdung identifizieren, ist die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilungen und Schutzmaßnahmen“ anzuwenden.*

1.4 Elektrische Gefährdungen

Bei Arbeiten an elektrischen Teilen von Maschinen und Anlagen können besondere Gefährdungen auftreten, wie

- direkte und indirekte Berührung von spannungs- bzw. stromführenden Teilen,
- Körperströme,
- Lichtbogen/-entladungen,
- Spannungsverschleppung (z. B. bei mangelhafter Erdung)

und insbesondere die Gefährdungen durch „Arbeiten in engen Räumen“, wozu auch die Maschineninnenräume und metallische Fahrzeugaufbauten zählen.

Diese Arbeiten dürfen nur von elektrotechnisch geschulten und unterwiesenen Personen, z. B. Elektrofachkräften, durchgeführt werden.

1.5 Planung der Arbeiten

Unfälle treten meist auf, wenn keine oder unzureichende organisatorische Vorbereitungen der Instandhaltungsarbeiten getroffen wurden.

Eine weitere Ursache ist die Durchführung der Arbeiten unter Zeitdruck. Weiterhin wird häufig einfach „nur noch instand gesetzt“, anstatt die Ursachen der Störung zu ermitteln und zu beseitigen. Außerdem kann jahrelange Routine zu Selbstüberschätzung oder zu einer Fehleinschätzung führen, wenn die praktizierte Arbeitsweise nicht mehr hinterfragt wird.

Voraussetzung für die sichere Instandhaltung ist eine sorgfältige Planung der Arbeiten, einschließlich der Gefährdungsbeurteilung und der Berücksichtigung oder Erstellung von Instandhaltungsanweisungen.

Die Planung umfasst
- Umfang und Ablauf der Instandhaltung,
- erforderliche Schutzmaßnahmen nach Gefährdungsbeurteilung,
- die Auswahl des Instandhaltungspersonals nach seiner Qualifikation,
- die erforderliche Anzahl der Instandhalter und Instandhalterinnen nach zu leistendem Arbeitsumfang und
- die zu verwendenden Arbeitsmittel, wie Werkzeuge und Geräte.

Bei der Festlegung der Arbeitsschritte müssen auftretende Gefährdungen durch Schutzmaßnahmen minimiert werden. Treten während der Arbeiten neue Gefährdungen auf, müssen auch diese durch Risikobewertung und zusätzliche Schutzmaßnahmen minimiert werden.

Die Instandhaltungsanweisung sollte mindestens Folgendes beinhalten:
- Hinweise zur systematischen Fehleranalyse (siehe Abschnitt 3)
- Bereitstellung eventuell auszutauschender Komponenten, Sonderwerkzeuge und Hilfsmittel
- Sicherung des Hauptschalters der Energiezufuhr (z. B. elektrisch, hydraulisch, pneumatisch)
- Abbau von Restenergien (auch in verbundenen Teilen)
- Abstützen hochgehaltener Lasten
- Methoden, um das System drucklos zu machen
- Prüfung des drucklosen Zustands
- gegebenenfalls weitere zu ergreifende Schutzmaßnahmen (siehe Anhang 1 Buchstabe B)

Es müssen sichere Zugänge zu den Eingriffspunkten und sichere Standflächen zur Durchführung der Instandhaltungsarbeiten vorhanden sein, z. B. Arbeitsbühnen, Podeste.

Die wichtigsten Sicherheitsmaßnahmen für die Hydraulik-Instandhaltung lassen sich als **Fünf-Finger-Regel der Fluidtechnik** wie folgt zusammenfassen:

Merke

Fünf-Finger-Regel der Fluidtechnik

1) Energiezufuhr trennen.
2) Gegen Wiederzufuhr sichern (Abbildung 3).
3) System drucklos machen, einschließlich vorhandener Druckspeicher, hochgehaltene Lasten absenken oder unterbauen, Restenergien abbauen.
4) Druckfreiheit prüfen.
5) Gefährdungen durch benachbarte Anlagen verhindern.

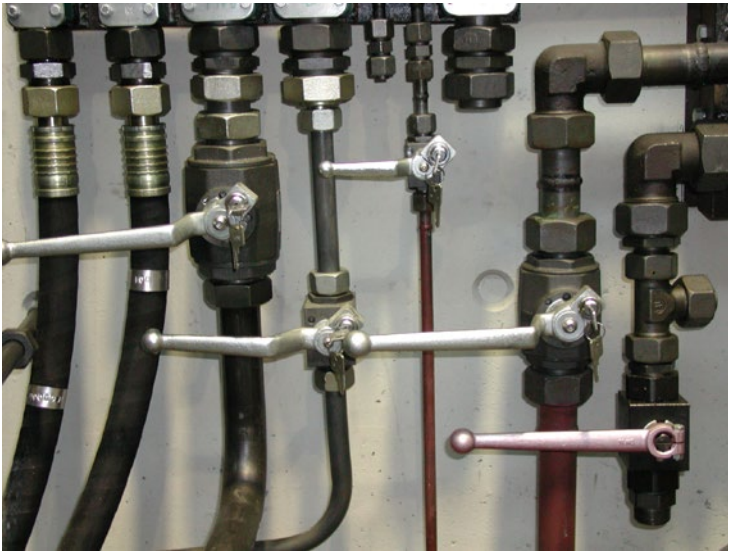


Abb. 3 Sichern gegen Wiedereinschalten durch abschließbare Kugelhähne

Arbeiten mehrere Personen bei der Instandhaltung einer hydraulischen Anlage zusammen, ist außerdem eine verantwortliche Person zu bestimmen, die Arbeiten und die Schutzmaßnahmen festlegt, überwacht und koordiniert.

Neben den unmittelbaren Gefährdungen durch die Hydraulik sind auch sekundäre Gefährdungen zu berücksichtigen, z. B. Absturzgefahren.

Zur systematischen Verbesserung der Arbeitssicherheit bei Instandhaltungsarbeiten sollten
- Störungs- bzw. Fehlerursachen dokumentiert und ausgewertet,
- Umsetzung und Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen kontrolliert,
- durchgeführte Arbeiten protokolliert,
- Gefährdungsbeurteilungen sowie Instandhaltungsanweisungen überprüft und gegebenenfalls aktualisiert und
- eventuell vorgenommene technische Änderungen in die Dokumentation der Maschine oder Anlage aufgenommen

werden.

2 Umgang mit Druckflüssigkeit

2.1 Hautschutz

Hydraulikinstandhalter und -instandhalterinnen sind es gewohnt, bei ihrer Tätigkeit “schmutzige Hände” zu bekommen. Die tägliche intensive Hautreinigung wird scheinbar problemlos vertragen, so dass man sich in der Regel wenig Gedanken darüber macht, ob die Haut – das größte menschliche Organ – das auf Dauer schadlos verträgt. Die in den Ölen oder Fetten enthaltenen Legierungsbestandteile und Additive können allergisierend oder sensibilisierend wirken.

Mangelndes Problembewusstsein ist ein Grund dafür, dass Hauterkrankungen zu den häufigsten berufsbedingten Erkrankungen in Metallbetrieben gehören.

Das Organ Haut ist das Bindeglied zwischen dem menschlichen Immunsystem einerseits und der “Außenwelt” andererseits. Insbesondere Fette auf der äußeren Hautschicht bilden einen wirksamen, aber auch verletzlichen Schutz vor schädigenden Einflüssen. Häufiges Waschen, besonders mit fettlösenden Substanzen, beschädigt diese Schutzschicht. Wenn es dem Körper nicht mehr gelingt, diese Beschädigungen innerhalb der Arbeitspausen zu reparieren, kommt es zur Austrocknung der Haut mit Rissbildungen und Rötungen, kurz, zum „Abnutzungsekzem“. In zweiter Linie „propft“ sich nicht selten im weiteren Verlauf zusätzlich ein „allergisches Ekzem“ auf, da potenziell allergieauslösende Stoffe bei bereits vorgeschädigter Haut leichter in tiefere Regionen des Hautorgans vordringen können. Je nach persönlicher Veranlagung können derartige Reaktionen bereits relativ kurz nach ersten beruflichen Hautbelastungen oder auch erst nach vielen Jahren oder Jahrzehnten der Ausübung hautbelastender Tätigkeiten auftreten.

Hat sich eine berufsbedingte allergische Hauterkrankung eingestellt, sind die Folgen – sowohl berufliche als auch private – oft gravierend. Weil der Kontakt mit allergieauslösenden Stoffen in der Regel nicht vollständig vermieden werden kann, droht unter Umständen der Verlust des Arbeitsplatzes.

Nr.: 000 Muster
Firma:

Betriebsanweisung
gem. § 14 GefStoffV

Stand: 27.01.2012

Bereich: Werkstatt, Lager

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, z. B. Entzündungen, Ausschlag, Ölakne, verursachen.

Produkte, die bei der Verwendung hohen Temperaturen ausgesetzt sind, können sich mit gesundheitsgefährdenden Stoffen anreichern.
Auslaufenden 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 auf schmierigem 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, augenärztlichen Rat einholen.
Nach Verschlucken:	**Erbrechen nicht anregen**, ärztlichen Rat einholen.
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: .....

Abb. 4 Muster einer Betriebsanweisung für Druckflüssigkeit

Was kann getan werden?

Es gibt viele Möglichkeiten, die Haut auch bei stark schmutzenden Tätigkeiten weitgehend gesund zu erhalten. Wichtigste Voraussetzung ist zunächst, dass alle das richtige Verständnis für die Verletzbarkeit ihrer Haut entwickeln.

Unternehmer und Unternehmerinnen müssen den Hautschutz betrieblich regeln, z. B. über einen Hautschutzplan (siehe Abbildung 4). Dabei sollten die Fachleute (Betriebsärztinnen und -ärzte, Aufsichtsperson) einbezogen und betriebliche Erfahrungen berücksichtigt werden.

2.1.1 Arbeitskleidung

Für das Hydraulik-Instandhaltungspersonal ist keine besondere Schutzkleidung vorgeschrieben. Arbeitsanzüge, die in Ergänzung oder zum Schutz der Privatkleidung getragen und verschmutzt werden, müssen regelmäßig gereinigt werden. Für alle Instandhalter und Instandhalterinnen sollten mindestens zwei, besser drei Anzüge zur Verfügung stehen, um auch bei unvorhersehbaren Verschmutzungen mit Druckflüssigkeit immer einen sofortigen Wechsel sicher zu stellen.

Merke

Verschmutzte Kleidung muss sofort gewechselt werden.
Verschmutzte Putzlappen dürfen nicht in die Hose gesteckt werden.

Naturgemäß haben die Hände meistens den intensivsten Kontakt zu den – möglicherweise schädigenden – Arbeitsstoffen. Den besten Schutz bieten geeignete Schutzhandschuhe (siehe Abbildung 5). Geeignet bedeutet, sie sind gegenüber den Stoffen, gegen die sie schützen sollen, besonders standhaft. Für den Umgang mit Hydraulik-, Maschinen-, Motoren- und Getriebeölen gelten Handschuhe aus folgendem Material als geeignet:

- Acrylnitril-Butadien, Rubber, Nitrilkautschuk, Nitrillatex (NBR)
- Chloroprenkautschuk (Neopren) (CR)
- Isobutylen-Isopropen-Rubber (Gummi) = Butylkautschuk, Butyl (IIR)



Abb. 5
Persönliche Schutzausrüstung beim Ölwechsel

Unterschiedliche Aufgabenstellungen bei der Instandhaltung erfordern Ergänzungen der normalen Schutzkleidung, z. B.:

- **Überkopfarbeiten:** Handschuhe mit Stulpen
- **Fehlersuche und Dichtigkeitsprüfungen:** Helm mit Visier
- **Komponentenaustausch:** Einweghose Typ 4

Merke

In der Nähe drehender Teile dürfen keine Handschuhe getragen werden.

2.1.2 Hautmittel

Unter diesen Oberbegriff fallen
- Hautschutzmittel,
- Hautreinigungsmittel,
- Hautpflegemittel.

Bei den zu erwartenden schädigenden Stoffen handelt es sich um nicht wassermischbare Arbeitsstoffe. Einige Unfallversicherungsträger und Hersteller von Hautpflegemitteln haben, abhängig von der Wirkung einzelner schädigender Stoffe, inhaltlich und farblich unterschiedliche Hautschutzpläne erarbeitet. Der in Abbildung 6 dargestellte gelbe Hautschutzplan nennt eine Auswahl geeigneter Hautschutzmittel, Hautreinigungsmittel und Hautpflegemittel zur Anwendung bei Kontakt zu nicht wassermischbaren Arbeitsstoffen.

		Hautschutz- und Hygieneplan „Instandhaltung“			
		Handschuhe	Hautmittel für		
			Hautschutz	Hautreinigung	Hautpflege
					
Hautkontakt zu nicht wassermischbaren Hydraulikflüssigkeiten		Sahara 100 Dextram 376 Contact NB20C SolVex 37-675	Lindesa O Liga pro Herwesan Olio Sansibon pr 88 Travabon	Lindapur plus Ivraxo soft B Herculan Topscrub pr clean plus Praecutan plus	Lindesa Ligana HPC Herwe Cura Cura Soft pr 2000 Stokolan

Produkte entnommen aus DGUV Information 209-022 „Hautschutz in Metallbetrieben“
(Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)

Abb. 6 Hautschutzplan

Grundsätzlich sollte neben dem passenden Hautschutzmittel eine möglichst schonende Hautreinigung sowie nach der Arbeit eine ausreichende Versorgung der Haut, insbesondere mit Fett und Feuchtigkeit, angestrebt werden. Die möglichst konsequente Anwendung geeigneter Hautschutzmittel oder Schutzhandschuhe vermindert oder verhindert die Verschmutzung der Haut und erlaubt dadurch die Verwendung schonenderer Hautreinigungsmittel.

2.1.3 Anwendung der Hautmittel

Hautmittel können nur dann den gewünschten Erfolg erzielen, wenn alle drei Hautmittel (Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel)
- regelmäßig (täglich, vor Arbeitsbeginn, vor und nach Pausen und nach der Arbeit) und
- richtig (siehe Herstellerangabe)

verwendet werden.

2.2 Auslaufende Druckflüssigkeit

Das Auslaufen von Druckflüssigkeit ist zu verhindern, da verölte Arbeitsflächen und Trittflächen auf Maschinenpodesten sowie verölte Hallenböden Rutschgefahren bergen, Werkzeuge an Schlüsselflächen oder Bauteilen leichter abrutschen und Brandgefahren entstehen können. Getragene Handschuhe sind als persönliche Schutzausrüstung frei von Druckflüssigkeit zu halten oder auszutauschen.

Zur Verhinderung von benetzten Maschinenpodesten oder Fahrzeugtrittflächen sind passende Auffangwannen hilfreich. Hierzu zählen auch angepasste Wannen für Instandsetzungsarbeiten an der Mobilhydraulik im Freien oder auf Baustellen. Ausgebaute Hydraulikkomponenten, wie Pumpen oder Ventile, beinhalten immer noch Restmengen der Druckflüssigkeit und sind in ausreichend großen Wannen zwischenzulagern.

Das Einlassen von Auffangwannen in den Hallenbodenbereich von Werkstätten unterhalb der Maschinen vor deren Aufstellung stellt einen wirkungsvollen Schutz vor Rutschgefahren auf Hallenböden dar.

Bei Bedarf müssen Ölbindemittel, Kehrgerät und Entsorgungsbehälter umgehend zur Gefahrstelle gebracht werden, um ausgelaufene Druckflüssigkeit aufzunehmen und damit Rutschgefahren zu beseitigen. Ölsaugtücher helfen, Ölreste an Maschinenteilen zu entfernen.

Merke

Ausgelaufene Druckflüssigkeit ist sofort und vollständig zu entfernen.



Abb. 7 Handwagen zum Transport von Ölbindemittel

Um das Auslaufen von Druckflüssigkeit zu reduzieren, erlauben einige Maschinenhersteller, Vakuumpumpen (siehe Abb. 8) einzusetzen, die im Hydrauliktank nach dem Verschließen aller Tankentlüftungen über einen Anschluss mit speziellen Tankdeckeln einen leichten Unterdruck erzeugen.

Bei Vorliegen einer Brandgefahr darf Ölbinder wegen der vergrößerten Oberfläche des Öls nur verwendet werden, wenn er anschließend umgehend sachgerecht beseitigt wird.

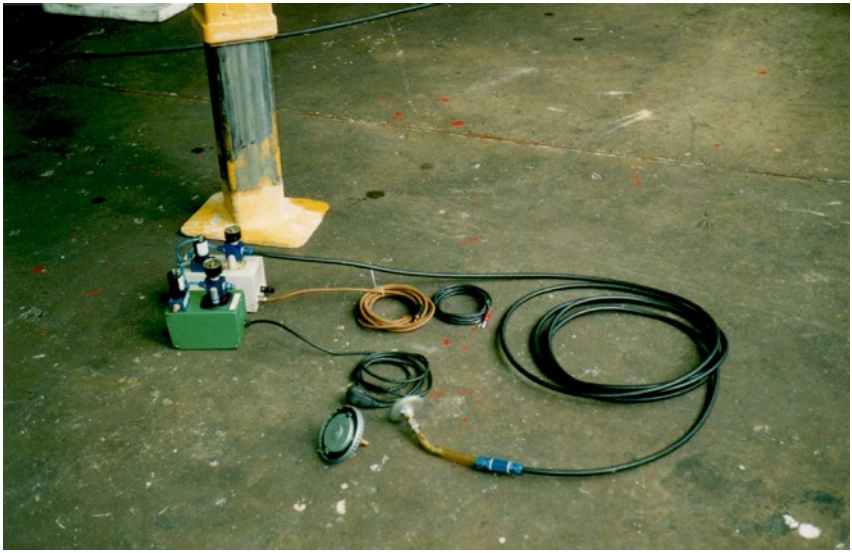


Abb. 8 Vakuumpumpen für Hydrauliktank in 24 V DC- bzw. 230 V AC- Ausführung

2.3 Suche nach Leckagestellen

Eine Suche nach Leckagestellen an Maschinen ist möglichst bei reduziertem Systemdruck und mit Schutzausrüstung (z. B. Handschuhe, Gummi-Schutzkleidung, Schutzbrille oder Helm mit Visier) sowie unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln, wie Löschpapieren, systematisch durchzuführen.

Es ist zu beachten, dass die an Leckagestellen (Risse, Spalt) unter hohem Druck austretende Druckflüssigkeit beim Auftreffen auf Körperstellen schwerste Verletzungen oder Vergiftungen verursacht! Auch die Verwendung von Arbeitsschutzkleidung einschließlich Schutzhandschuhen bietet keinen vollständigen Schutz.

Merke

Von möglichen Leckagestellen ist in jedem Fall Abstand zu halten!

2.4 Austausch der Druckflüssigkeit

Die verwendete Druckflüssigkeit muss mit den Vorgaben des Maschinen- oder Anlagenherstellers bzw. der Komponentenhersteller übereinstimmen. Hierbei müssen die Materialien der eingesetzten Dichtungselemente berücksichtigt werden.

Beim Austausch der Druckflüssigkeit ist darauf zu achten, keinerlei Verschmutzung in den Tank oder andere Teile des Hydraulikkreislaufs einzubringen. Um die gewünschte Reinheitsklasse zu erzielen, muss auch frisch angelieferte Druckflüssigkeit gefiltert werden.

3 Fehlersuche

Selbstverständlich ist eine vorbeugende Wartung und Instandhaltung, besonders die regelmäßige Kontrolle der Ölreinheit, die beste Methode, um Fehler und Störungen bereits im Vorfeld zu minimieren. Trotzdem können beim Betrieb einer hydraulischen Anlage oder Maschine Störungen und Fehler auftreten, die den allgemeinen Funktionsablauf, aber auch die Sicherheit der hydraulischen Anlage oder Maschine beeinträchtigen.

Neben der Beeinträchtigung der Produktqualität können dadurch Gefährdungen entstehen (siehe Abschnitt 1.3), und es ist kein sicheres Arbeiten mit der Maschine mehr gewährleistet.

Es ist daher wichtig, dass die Maschinenbedienperson alle auftretenden Störungen und Fehler unmittelbar den Vorgesetzten oder der Instandhaltungsabteilung mitteilt. Diese Personen müssen entscheiden, ob mit der Maschine weitergearbeitet werden kann oder ob eine Reparatur unmittelbar durchgeführt werden muss.

Merke

Fehler in hydraulischen Maschinen oder Anlagen sind unmittelbar den Vorgesetzten zu melden.

Vor Beginn der Fehlersuche ist der Arbeitsablauf festzulegen. Dieser umfasst neben der Planung der eigentlichen Fehlersuche auch die Maßnahmen zur Sicherung des Arbeitsbereichs (d.h. des Gefahr- und Wirkbereichs) sowie die erforderlichen Schutzeinrichtungen.

Merke

Fehlersuche und Reparatur dürfen nur von hierfür ausgebildeten Personen durchgeführt werden.

Zu Beginn der Fehlersuche sollten die notwendigen technischen Unterlagen und Informationen vorliegen, z. B. Betriebsanleitung, Schaltpläne einschließlich Messstellen, Stückliste. Falls bei älteren Anlagen kein Hydraulikschaltplan mehr vorhanden ist, sollte anhand des Aufbaus, der Beschilderung und der Kennzeichnung der Bauteile eine Schaltskizze erstellt werden.

Die Bedienpersonen sollten hinsichtlich Fehlerverhalten, Störungen und Reaktionen der Maschine und Anlage befragt werden. Wenn es ein Wartungshandbuch gibt, sollte darin nachgesehen werden, ob diese oder ähnliche Störungen schon einmal aufgetreten sind. Darüber hinaus sind die Fehlerlisten in der Betriebsanleitung des Herstellers mit heranzuziehen.

Merke

Für die Fehlersuche müssen technische Unterlagen der Anlage/Maschine vorliegen.

Falls bei der Fehlersuche von den Arbeitsweisen des normalen Betriebs abgewichen werden muss, z. B. Probeläufe, Einrichten, Anfahren, oder zur Lokalisierung der Fehler gegebenenfalls ein oder mehrere Zyklen mit der fehlerhaften Maschine gefahren werden müssen, ist sicherzustellen, dass die an der Maschine vorhandenen Schutzeinrichtungen (bewegliche Schutzeinrichtungen, Zweihandschaltungen, Lichtschranken) auch in dieser Phase aktiv sind. Aufgrund des aufgetretenen Fehlers sind maschinenbezogen gegebenenfalls weitere (auch organisatorische) Maßnahmen zu treffen, um bei der Fehlersuche eine Gefährdung von Beschäftigten zu verhindern (weiträumige Abschrankung mit Ketten, Hinweisschilder, reduzierte Geschwindigkeit und reduzierter Druck).

Bei der Fehlersuche sollten Betriebsarten genutzt werden, bei denen einzelne Funktionen mit reduzierter Geschwindigkeit, Tipp-Betrieb (Befehlseinrichtung mit selbstständiger Rückstellung), Zustimmschalter oder in der Betriebsart „Einrichten/Hand“ außerhalb des Automatikbetriebs gefahren werden.

Es ist darauf zu achten, ob beim Überfahren von Positionsschaltern gefährliche Folgebewegungen ausgelöst werden, z. B. auch automatischer programmgesteuerter Werkzeug- oder Werkstückwechsel, Anlauf von Zubehöreinrichtungen.

Merke

Die Fehlersuche darf nur bei aktiven Schutzeinrichtungen erfolgen.
Weitere organisatorische Maßnahmen sind gegebenenfalls erforderlich.

Sofern die Fehlersuche auch bei abgeschalteter Maschine erfolgen kann oder nach der Lokalisierung der Fehler die Maschine zur Fehlerbeseitigung abgeschaltet wird, ist die unter Abschnitt 1.5 genannte Fünf-Finger-Regel zu beachten.

Merke

Die Fünf-Finger-Regel der Fluidtechnik beachten!

Sofern es sich bei der Steuerung nicht um eine rein hydraulische Anlage handelt, sondern die hydraulische Anlage als Teil einer elektrohydraulischen Steuerung betrieben wird, kann es erforderlich sein, dass eine Elektrofachkraft in die Fehlersuche einbezogen wird. Bei komplexen Anlagen, die mit elektronischen Steuerungen betrieben werden, kann auch das Hinzuziehen einer Fachkraft für elektronische Hard- oder Software erforderlich sein. Wenn sich, wie in diesem Fall, mehrere Personen an der Maschine zur Fehlerermittlung aufhalten, ist es dringend erforderlich, eine ausreichende Koordination der Tätigkeiten an der Maschine sicherzustellen. Dies gilt besonders auch dann, wenn eine Maschinenbedienperson in die Tätigkeiten einbezogen werden muss.

Außerdem sind Gefährdungen durch benachbarte Anlagen oder für Beschäftigte an benachbarten Anlagen auszuschließen.

Merke

Bei elektrohydraulischen Anlagen ist eine Fachkraft für Elektrotechnik oder Elektronik hinzuzuziehen.
Tätigkeiten mehrerer Personen sind zu koordinieren.

Auch unter Zeitdruck ist eine systematische und gezielte Vorgehensweise unerlässlich, da bei wahlloser unüberlegter Demontage oder Verstellungen unter Umständen der ursprüngliche Fehler nicht mehr festgestellt werden kann.

Es empfiehlt sich, die vorgenommenen Arbeitsschritte, Einstellwerte sowie deren Veränderungen zu dokumentieren. Alle Änderungen an der Anlage sind nachvollziehbar, z. B. in der Maschinendokumentation und gegebenenfalls im Wartungsbuch, festzuhalten.

Eine Auflistung der behobenen Störungen und der Fehlerursachen unterstützt eine künftige Fehlersuche.

Viele Hydraulikhersteller haben ausführliche Serviceinformationen erstellt und in diesen systematisch mögliche Fehlfunktionen und deren Ursachen oder mögliche Quellen sowie Maßnahmen zu deren Beseitigung beschrieben, da die technischen Ursachen für Fehler sowie die Maßnahmen zur Abstellung sehr vielschichtig sein können.

Im **Anhang 1 Buchstabe A** wird ein allgemeiner Fehlersuchbaum für Hydraulik-Komponenten gezeigt.

Typische Fehler sind z. B.:
- verstopfte Hydraulikfilter
- Hängenbleiben von Ventilen durch Verschmutzungen
- unerwarteter Anlauf der Maschine infolge Antippen/Auslösen von Positions-/ Endschaltern
- Versagen von Ventilen durch Federbruch

Die Ursache eines Bauteilausfalls sollte ermittelt werden.

Hinweise

Muss die Hydraulikenergie zur Fehlersuche oder aus anderen Gründen aufrechterhalten bleiben, sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten.

Hinsichtlich der Wiederinbetriebnahme sind weitere Schutzmaßnahmen zu beachten, siehe Abschnitte 5.1.2 und 6.1.9.

4 Arbeiten an Hydraulikkomponenten

4.1 Allgemeines

Bei Arbeiten an verschiedenen hydraulischen Bauteilen müssen Instandhalterinnen und Instandhalter zahlreiche sicherheitsrelevante Aspekte beachten. Auf die Besonderheiten bei bestimmten Maschinen und Anlagen sowie der Mobilhydraulik wird in den Abschnitten 5 und 6 näher eingegangen.

Grundsätzlich sollten nur vom Hersteller zugelassene Ersatzteile ausgetauscht oder eingebaut werden.

Vorgaben und Hinweise des Herstellers zu besonderen Kenntnissen oder Ausbildungen des Instandhaltungspersonals sind unbedingt zu beachten.

Das Hydrauliksystem ist weitestgehend vor von außen eingebrachten Verschmutzungen zu schützen. Herstellerseitige Spülvorgaben sind zu beachten. Einzubauende Ersatzteile müssen frei von Verunreinigungen sein.

Alle vom Instandhaltungspersonal eingebauten Teile müssen den Betriebsdrücken und Druckflüssigkeiten entsprechend ausgewählt sein.

Aufgrund der teilweise recht hohen Massen oder der Einbau- und der Schwerpunktlage der Hydraulikkomponenten sind geeignete Hebezeuge und Anschlagmittel für den Aus- und Einbau sowie den Transport vorzusehen.

Können Leitungsanschlüsse verwechselt werden, müssen sie vom Instandhaltungspersonal vor dem Trennen eindeutig gekennzeichnet werden.

Vorgaben des Herstellers zur Inbetriebnahme nach erfolgter Instandsetzung sind unbedingt zu beachten.

4.2 Rohrleitungen

Unter Druck stehende Verschraubungen von Rohrleitungen dürfen nicht geöffnet werden.

Werden Rohrleitungen ausgetauscht, sind genormte nahtlos kaltgezogene Präzisionsstahlrohre zu verwenden. Bei deren Auswahl sind die Anforderungen des Maschinenherstellers hinsichtlich der Materialeigenschaften, Wandstärke, Querschnitte und zulässigen Betriebsdrücke zu beachten (siehe Stückliste).

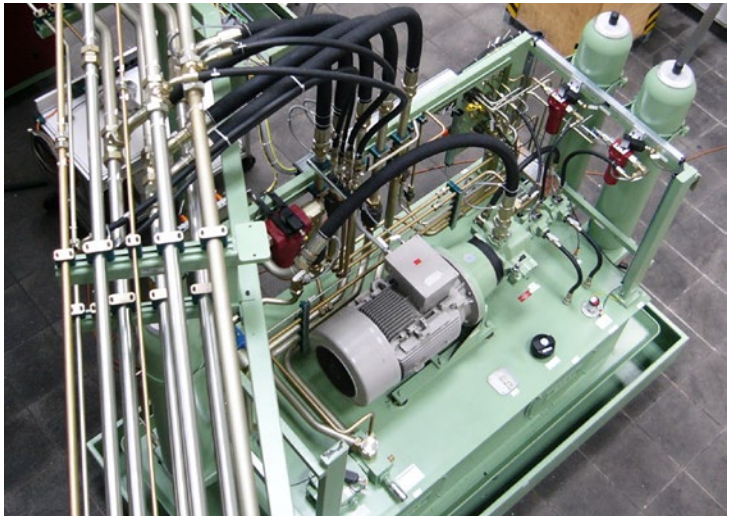


Abb. 9 Zentralhydraulik bei Inbetriebnahme

Einige Hersteller von Verbindungselementen bemessen die Nenndrücke von den Normen abweichend. Bauteile gleicher Abmessungen können somit beträchtliche Unterschiede in den Nenndrücken aufweisen. Ähnliche Gewindegrößen unterschiedlicher Systeme (metrisch/zöllig) dürfen nicht verwechselt werden!

Merke

Bei Beschaffung von Ersatzteilen ist zu beachten, dass Bauteile gleicher Abmessungen unterschiedliche Nenndrücke und Gewindeformen haben können!

Werden Rohrleitungen im Rahmen der Instandhaltungsarbeiten neu verlegt, sind sie ausreichend mit Leitungshalterungen zu befestigen.

Folgende Abstände werden empfohlen):

Leitungs-außendurch-messer	Empfohlener Befestigungsabstand[1] zwischen zwei Leitungshalterungen (nach DIN EN ISO 4413)		
	von einer Leitungsverbindung	zwischen zwei Halterungen bei einer geraden Leitung	von einem Bogen
bis 10 mm	0,05 Meter	0,6 Meter	0,1 Meter
über 10 mm bis 25 mm	0,10 Meter	0,9 Meter	0,2 Meter
über 25 mm bis 50 mm	0,15 Meter	1,2 Meter	0,3 Meter
über 50 mm	0,20 Meter	1,5 Meter	0,4 Meter

[1] Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.



Abb. 10 Fachgerechte Befestigung von Rohrleitungen mit Leitungshalterungen

Dabei ist darauf zu achten, dass die Rohrleitung nicht beschädigt wird, z. B. ist ein Befestigen durch Schweißen unzulässig. An Rohrleitungen dürfen keine anderen Bauteile befestigt werden.

Das Biegen der Rohrbögen hat unter Beachtung der Angaben, z. B. Biegeradien auf entsprechenden Vorrichtungen (z. B. Rohrbiegemaschine), zu erfolgen. Die Rohre dürfen beim Biegen nicht geknickt werden. Warmbehandelte Rohre müssen gereinigt und entzundert werden.

Vor dem Einbau sind Rohrleitungsteile stets zu entgraten, zu säubern und entsprechend den Vorschriften der Verschraubungslieferanten zu montieren.

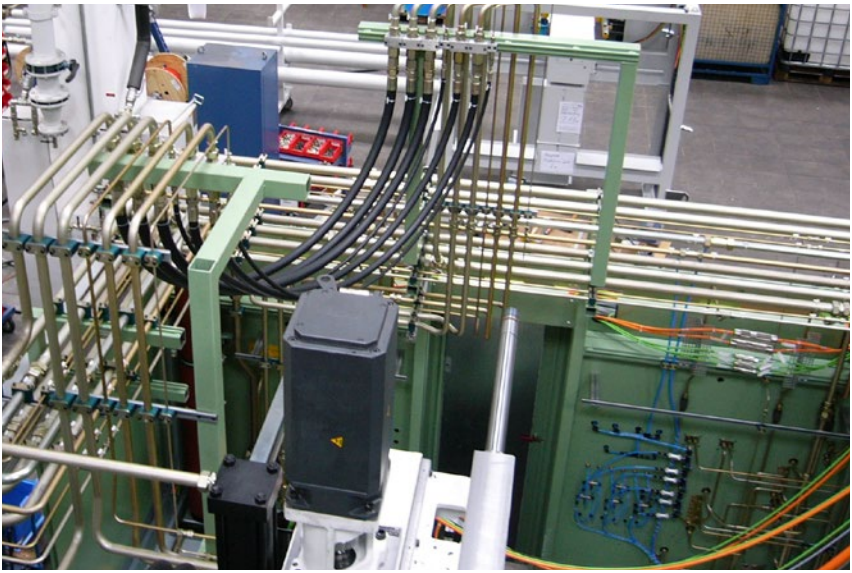


Abb. 11 Rohrverlegung an einer Großmaschine

Können Leitungsanschlüsse verwechselt werden, müssen sie vom Instandhaltungspersonal vor dem Trennen eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet werden.

Bei der Montage sind die neu zusammengebauten Verbindungen nach Herstellerangaben, z. B. mit dem Drehmomentschlüssel oder gemäß angegebenem Drehwinkel, anzuziehen, um Querkräfte und Verspannungen zu vermeiden.

Rohrleitungen einschließlich Verschraubungen müssen vor Freigabe bis zum maximalen Betriebsdruck auf Dichtigkeit geprüft werden.

Weisen Rohrleitungen an den Verbindungen Leckagen auf, sind diese zu beseitigen. Dazu ist zunächst der drucklose Zustand herzustellen. Danach können nachfolgende Maßnahmen angewandt werden:

- Überprüfen des Anzugsmomentes von Verschraubungen
- Überprüfen des Anzugsmomentes von Flanschverbindungen
- Austausch von Dichtungen

4.3 Schlauchleitungen

4.3.1 Allgemeines

Schlauchleitungen werden an Maschinen und Fahrzeugen immer dann eingesetzt, wenn hydraulische Verbindungen zwischen beweglichen Teilen einer Hydraulikanlage erforderlich sind oder ein leichterer Austausch von Aggregaten (z. B. von Zusatzaggregaten an Erdbau- oder Landmaschinen) erwünscht ist (siehe Abbildung 12). Durch den Einsatz von Schlauchleitungen können auch Druckspitzen im Hydrauliksystem gedämpft oder Schwingungen zwischen einzelnen Bauteilen kompensiert werden.



Abb. 12
Hydraulik-Schlauchleitungen an einem Bagger

Schläuche bestehen im Allgemeinen aus einem Elastometer-Verbund von Innen- und Außenschicht aus Gummi und ein- oder mehrlagigem Druckträger.

Es werden auch Kunststoffschläuche eingesetzt, die über technologische Vor- und Nachteile verfügen (siehe Abschnitt 4.3.9).

Der Begriff Schlauchleitung bezeichnet den Zusammenbau und die abschließend montierte Einheit aus Schlauch und Armatur.

Schlauchleitung = Schlauch + Armatur

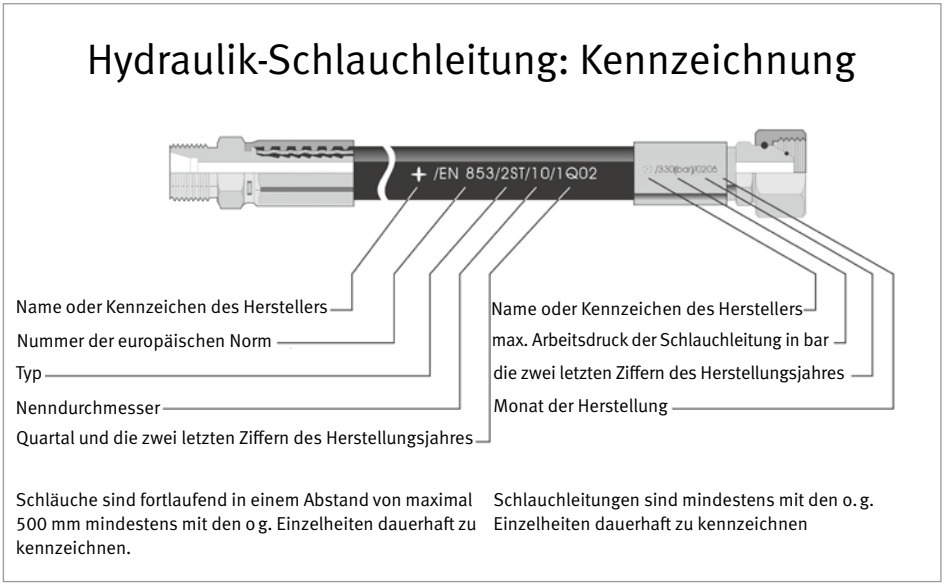


Abb. 13 Aufbau und Kennzeichnung einer Schlauchleitung

Fehlerhafte Einbindung, Alterung, mechanische Beschädigung können zum Bersten der Schlauchleitungen führen. Daher ist bei Auswahl, Montage, Einbau und Betrieb mit entsprechender Sorgfalt vorzugehen.

Ein Schlauch muss fortlaufend und dauerhaft wie folgt gekennzeichnet sein, siehe DGUV Regel 113-020 „Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“:

- Herstellerkennzeichen
- Schlauchtyp
- Nennweite
- Herstellungsdatum (Quartal und Jahr)
- Nummer der entsprechenden Schlauchnorm

Eine Schlauchleitung muss dauerhaft wie folgt gekennzeichnet sein:

- Name des Herstellers oder Kurzzeichen
- max. Arbeitsdruck mit Angabe der Maßeinheit
- Herstellungsdatum (Jahr/Monat), siehe auch DGUV Regel 113-020 oder DIN 20066

Merke

Schläuche und Schlauchleitungen unbekannter Herkunft und/oder unvollständiger Kennzeichnung dürfen nicht verwendet werden!

4.3.2 Auswahl von Schlauch, Armatur und Schlauchleitung bei Austausch

Prinzipiell muss der Austausch von Schlauchleitungen nach Herstellerangaben erfolgen. Sollten keine Herstellerangaben verfügbar sein, ist wie folgt vorzugehen:

Schlauch, Armatur und Schlauchleitung sind so auszuwählen, dass

- die maximal zulässigen Betriebsdrücke der einzelnen Bauteile bei den zu erwartenden Betriebsbedingungen unter Beachtung der Druckspitzen nicht überschritten werden,
- dabei die Betriebsdrücke Beachtung finden, für die die Steuerung konzipiert wurde,
- die Temperaturbeständigkeit gesichert ist,
- die Längen- und Außendurchmesseränderungen der Schläuche beachtet wurden,
- der Mindestbiegeradius (abhängig von Schlauchtyp und Nennweite) eingehalten wird,
- das Abriebverhalten berücksichtigt wird,
- die Querschnitte ausreichend bemessen sind, sodass sich keine unzulässigen Staudrücke ergeben, die z. B. den freien Rückfluss zum Tank behindern können,
- die Verträglichkeit von Schlauch- und Dichtungsmaterialien mit der eingesetzten Druckflüssigkeit gegeben ist,
- nur Bauteile verwendet werden, die den Anforderungen der europäischen oder internationalen Produktnormen, wie EN-, ISO-, SAE-Normen, entsprechen,
- Bauweisen von Schlaucharmaturen, die aus einem (gedrehten) Rohrstutzen mit Schneidring bestehen, nicht verwendet werden, da sie nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen und in der Vergangenheit infolge Abrutschens zu Unfällen geführt haben.

Merke

Es ist zu prüfen, ob die Schlauchleitung in Bezug auf Druck und Volumenstrom für die vorgesehene Verwendung geeignet ist.

4.3.3 Herstellung einer Schlauchleitung

Es wird empfohlen, Schlauchleitungen fertig konfektioniert zu beziehen.

Wird eine Schlauchleitung selbst hergestellt, ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Bauteile (Schlauch und Armatur) hinsichtlich Abmessungen, Form, Druckstufe aufeinander abgestimmt sind. Hierzu sind die Vorgaben der Hersteller von Schlauch und Armatur unbedingt zu beachten. Die Funktionssicherheit ist durch zutreffende Prüfverfahren nachzuweisen (siehe Abschnitt 4.1.2 der DGUV Regel 113-020).

Sofern die Einbindung selbst vorgenommen wird, dürfen hierfür nur vom Armaturenhersteller zugelassene Geräte und Vorrichtungen verwendet werden (siehe Abbildung 14). Eine sichere Schlaucheinbindung setzt darüber hinaus detaillierte Kenntnisse über das Einbindungsverfahren, die Geräte und Bauteile voraus. Eine Einbindung ohne diese Kenntnisse und Vorrichtungen ist fahrlässig und sicherheitstechnisch unzulässig. Das „improvisierte Zusammenschustern“ von Schlauchleitungen am Schraubstock ist fahrlässig!



Abb. 14
Vorrichtung zum Verpressen von Schlaucharmaturen

Abb. 15
Schlauchleitungen in natürlicher Lage an einem Prüfstand

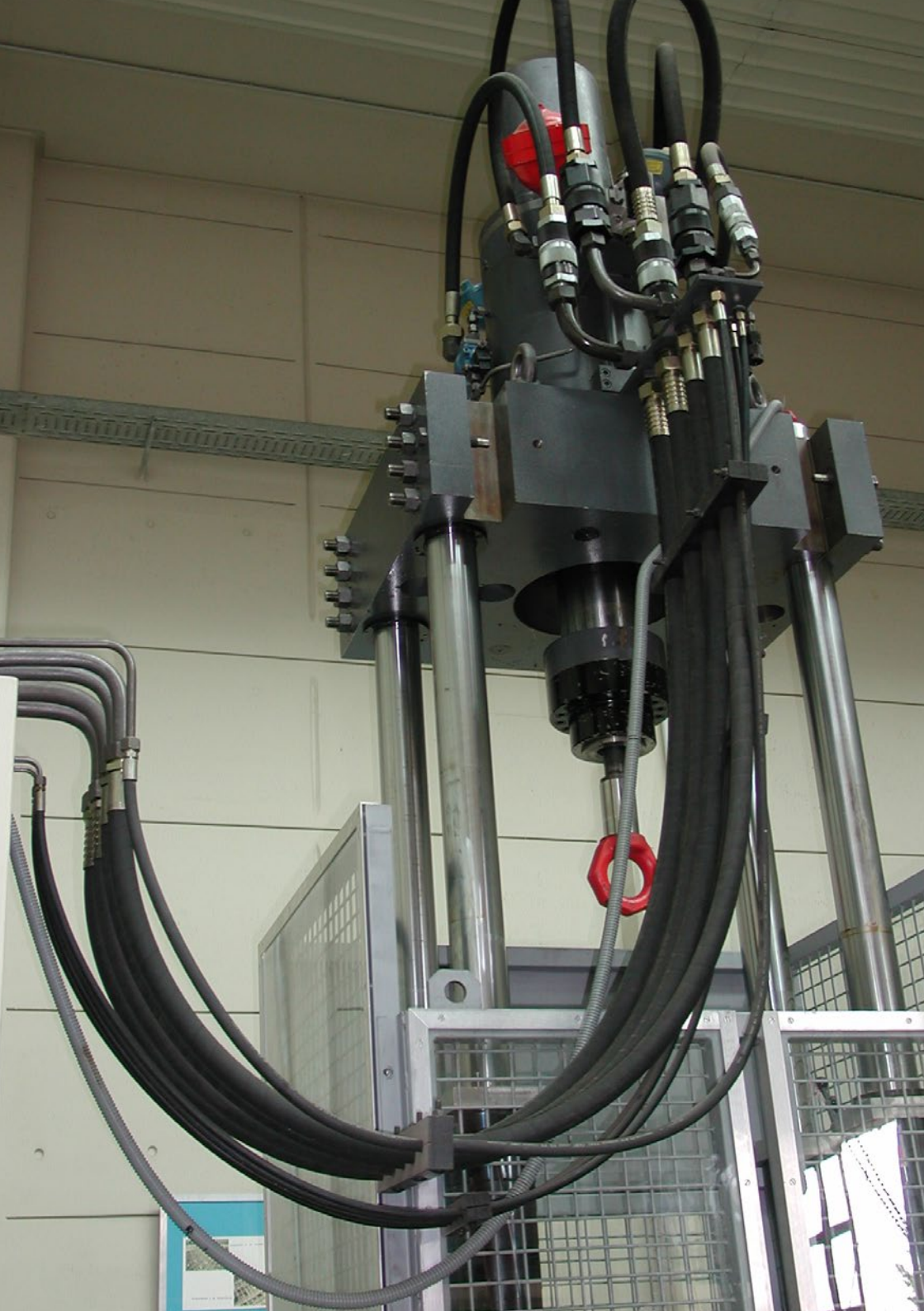
Merke

Schlauchleitungen sollten nur fertig konfektioniert vom Schlauchleitungshersteller gekauft werden.

4.3.4 Einbau der Schlauchleitungen

Um die Funktionsfähigkeit von Schlauchleitungen sicherzustellen und deren Verwendungsdauer nicht durch zusätzliche Beanspruchungen zu verkürzen, ist Folgendes zu beachten:

1. Schlauchleitungen sind so einzubauen, dass ihre natürliche Lage und Bewegung nicht behindert wird (Scheuerstellen sind zu vermeiden), siehe auch Abbildung 15.
2. Schlauchleitungen dürfen beim Betrieb durch äußere Einwirkung nicht auf Zug, Torsion und Stauchung beansprucht werden.
3. Der kleinste vom Hersteller angegebene Biegeradius des Schlauchs darf nicht unterschritten werden.
4. Schlauchleitungen sind nach Möglichkeit gegen Beschädigungen durch von außen auftretende mechanische, thermische oder chemische Einwirkungen zu schützen.
5. Das Überlackieren von Schlauchleitungen sollte vermieden werden, da die Schlauchaußenschicht durch Reaktionen mit Lack in den Gebrauchseigenschaften negativ beeinträchtigt werden kann und ferner die Erkennbarkeit der Kennzeichnung und eventueller Risse verhindert wird. Schlauchleitungen sollten vor dem Lackieren von Maschinenteilen durch Abkleben oder Folienüberzug geschützt werden.
6. Eventuell vorhandene maschinenseitige Schutzmaßnahmen sind nach Einbau der Schlauchleitung wieder anzubringen, z. B. Schutzabdeckungen. Die ursprüngliche geschützte Einbaulage ist wiederherzustellen.



Einen Überblick über wesentliche Einbaukriterien gibt die DGUV Regel 113-020 oder die DIN 20066.

Merke

Beim Einbau von Schlauchleitungen sind die Einbauhinweise des Schlauchleitungsherstellers unbedingt zu beachten, z. B. Mindestbiegeradien.

4.3.5 Regelmäßige Prüfung von Schlauchleitungen

Aufgrund von Alterung, Verschleiß und Beschädigung sind regelmäßige Prüfungen der Schlauchleitungen erforderlich.

Dazu sind die Schlauchleitungen mindestens einmal im Jahr durch eine „zur Prüfung befähigte Person“ nach Betriebssicherheitsverordnung (siehe auch TRBS 1203) auf äußere Mängel hin (visuell) zu prüfen; siehe auch DGUV Regel 113-020. Konkrete Vorgaben des Maschinenherstellers müssen beachtet werden.

Weitere Hinweise zu befähigten Personen (früher: Sachkundige), Prüfungen und Prüfintervallen, siehe Abschnitt 7.

Diese Prüfungen sind in einem Prüfprotokoll, z. B. bei der Prüfung der Maschine, mit Datum zu dokumentieren (siehe auch TRBS 1201).

Prüfkriterien sind:
- Leckagen an Schlauch, Schlauchleitung oder Armatur
- Herauswandern des Schlauchs aus der Armatur
- Beschädigung oder Deformation der Armatur, die die Funktion und Festigkeit der Armatur oder der Verbindung Schlauch-Armatur mindert

- Beschädigungen der Außenschicht bis zur Einlage (Scheuerstellen, Schnitte, Risse)
- Versprödung der Außenschicht (Rissbildung des Schlauchmaterials)
- Verformungen, die der natürlichen Form der Schlauchleitung nicht entsprechen, im drucklosen oder im druckbeaufschlagten Zustand oder bei Biegung, z. B. Schichtentrennung, Blasenbildung, Quetschstellen, Knickstellen
- Korrosion der Armatur, die die Funktion und Festigkeit mindert
- Ist nach wie vor eine freie Bewegung der Schlauchleitungen gewährleistet oder sind gegebenenfalls durch den Anbau von neuen Anlagenteilen oder Aggregaten Quetsch-, Scher- oder Scheuerstellen entstanden?
- Ist sichergestellt, dass die Schlauchleitungen nicht in Verkehrswege hineinragen, auch wenn die mit Schlauchleitungen angekoppelten Aggregate in Endlage gefahren werden?
- Wurden Schlauchleitungen überlackiert (Erläuterung: kein Erkennen von Kennzeichnung und Rissen!)?
- Sind Lagerzeiten und Verwendungsdauer überschritten?
- Sind alle Abdeckungen nach der Prüfung wieder montiert?
- Sind gegebenenfalls zusätzliche Ausreißsicherungen vorhanden oder erforderlich?

Merke

Schlauchleitungen müssen in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

Die Schlauchleitungen dürfen bei der Prüfung nicht mit den Händen abgetastet werden.

4.3.6 Fehlerhafte Schlauchleitungen

Sofern Mängel hinsichtlich des arbeitssicheren Zustandes einer Schlauchleitung bei der Prüfung festgestellt werden, ist diese Schlauchleitung auszutauschen. In Abbildung 16 werden einige ausgefallene Hydraulik-Schlauchleitungen gezeigt. Schlauchleitungen dürfen nicht repariert werden und dürfen auch nicht aus alten Teilen neu zusammengefügt werden.

Wenn mehrere Schlauchleitungen gleichzeitig ausgetauscht werden, muss zum Beispiel durch Kennzeichnung sichergestellt sein, dass es nicht zu einer Verwechslung kommen kann.

Merke

Fehlerhafte Schlauchleitungen sind sofort auszutauschen!



Abb. 16 Beispiele ausgefallener Hydraulik-Schlauchleitungen

4.3.7 Verwendungsdauer von Schlauchleitungen

Grundsätzlich unterliegen Schläuche und Schlauchleitungen auch bei sachgemäßer Lagerung (gemäß Abschnitt 4.6.2 in der DGUV Regel 113-020) und zulässiger Beanspruchung während des Einsatzes einer natürlichen Alterung, die die Leistungsfähigkeit der Schlauchleitungen herabsetzt. Die Verwendungsdauer einer Schlauchleitung ist daher begrenzt.

Die mögliche Verwendungsdauer von Schlauchleitungen hängt in besonderem Maße von den Einsatz- und Umgebungsbedingungen ab. Wegen des breiten Anwendungsbereichs von Schlauchleitungen ist es deshalb aus technischen Gründen auch nicht möglich, in sicherheitstechnischen Regelwerken und Normen eine verbindliche, maximal zulässige Verwendungsdauer anzugeben.

Die Anweisungen des Schlauch- und Schlauchleitungsherstellers für die Lagerungsdauer sind zu berücksichtigen. Bei der Herstellung der Schlauchleitung sollte der Schlauch nicht älter als vier Jahre sein.

Bei der Festlegung der Verwendungsdauer für die jeweiligen an einer Maschine eingesetzten Schlauchleitungen müssen sich Benutzerinnen und Benutzer in erster Linie auf die vom Hersteller der Maschine empfohlenen Austauschintervalle, aber auch auf die eigenen Erfahrungswerte bei ihren individuellen Einsatzbedingungen stützen. Das gilt besonders dann, wenn die vom Hersteller empfohlene Verwendungsdauer überschritten wird. Eine Verlängerung der Verwendungsdauer ist möglich, wenn

- entsprechende Prüf- und Erfahrungswerte seitens des Maschinenherstellers, des Betreibers oder des Schlauch-/Schlauchleitungsherstellers vorliegen,
- eine Risikobeurteilung durch den Betreiber durchgeführt und dokumentiert wurde, bei der auch sekundäre Schutzmaßnahmen gegen Gefährdungen beim Versagen von Schlauchleitungen berücksichtigt wurden, und

- die Prüfung auf den arbeitssicheren Zustand in angemessenen, festgelegten Zeitabständen durch eine befähigte Person durchgeführt wird.

Bei der wiederkehrenden Prüfung sollte auch geklärt werden, ob sich die Voraussetzungen, die zur Festlegung einer bestimmten Verwendungsdauer führten, z. B. höhere Systemdrücke, anderer Aufstellungsort, verändert haben. In diesem Fall ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

Eine Verkürzung der Prüfintervalle, z. B. auf halbjährlich oder vierteljährlich (statt mindestens jährlich), ist bei Verlängerung der Verwendungsdauer unbedingt zu empfehlen.

Sofern keine anderen Vorgaben für die Verwendungsdauer von Hydraulik-Schlauchleitungen vorhanden sind, wird als Richtwert 6 Jahre empfohlen, siehe auch DGUV Regel 113-020.

4.3.8 Sicherung der Umgebung bei Versagen von Schlauchleitungen

Schlauchleitungen erfüllen bei richtiger Auslegung, Auswahl und sorgfältiger Fertigung sowie richtigem Einbau im Allgemeinen problemlos ihre Aufgabe.

Dennoch ist zu beachten, dass beim Versagen von Schlauchleitungen, z. B. in der Nähe von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen, Gefährdungen auftreten können, z. B.:
- Austritt von Druckflüssigkeit unter hohem Druck
- Peitschen
- Brandgefahr

Daher sind dort zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Umgebung bei Versagen von Schlauchleitungen, z. B. zusätzliche Ausreißsicherung oder Abschirmung (siehe Abbildung 17), zu treffen.

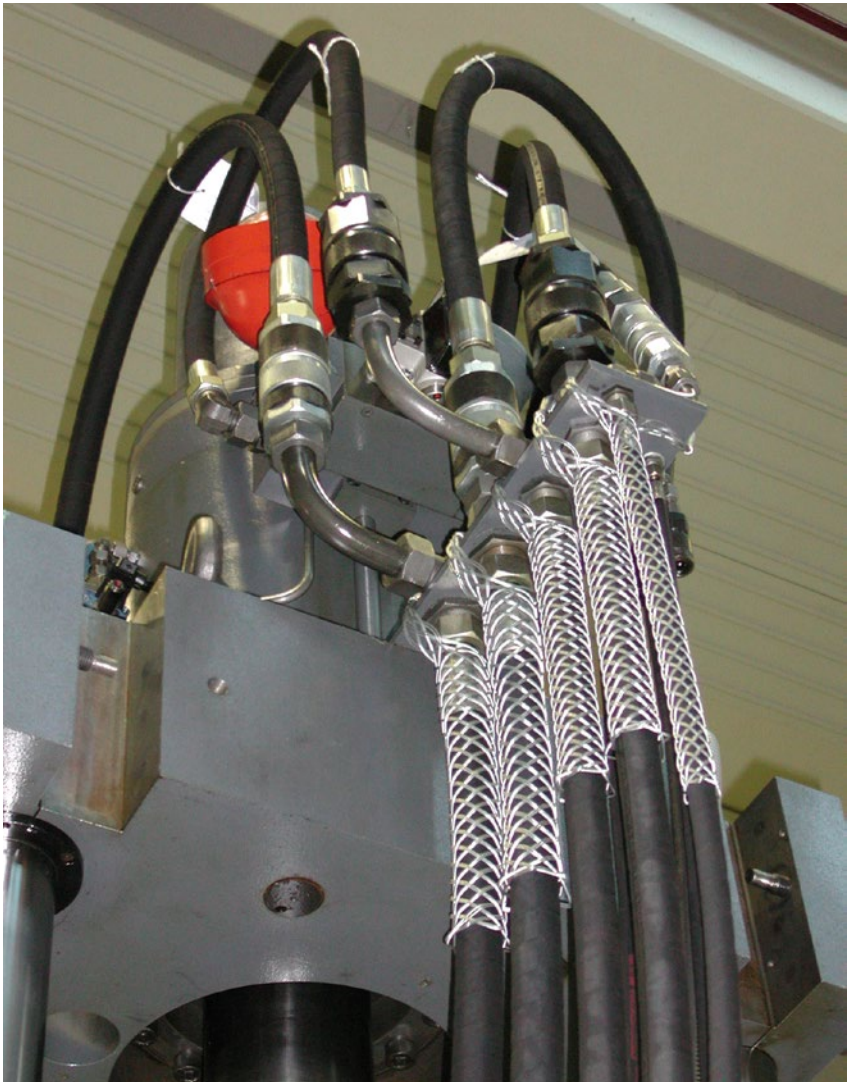


Abb. 17 Ausreissicherungen an Schlauchleitungen

Spezielle Schutzschläuche für Hydraulik-Schlauchleitungen können bei richtiger Dimensionierung und Montage entsprechend den Herstellervorgaben helfen, die Risiken durch austretende Hydraulikfluidstrahlen zu verringern. Die Schutzschläuche dürfen nicht beidseitig befestigt werden und der Querschnitt muss ausreichend bemessen sein. Nur dann ist eine Funktion der Schutzschläuche gegeben.

Schutzmaßnahmen gegen Versagen von Schlauchleitungen sind nicht erforderlich, wenn keine Gefährdung besteht, zum Beispiel, wenn Schlauchleitungen in Maschinengehäusen verlegt sind.

4.3.9 Besonderheiten bei Kunststoff- Schlauchleitungen

Kunststoff-Schlauchleitungen finden an Maschinen mit engen Einbauverhältnissen, an mobilen Geräten und in der chemischen Industrie immer größere Verwendung.

Mögliche technologische **Vorteile** der Kunststoff-Schlauchleitungen können sein:

- 20 – 30 % geringeres Gewicht
- geringerer Außendurchmesser und Mindestbiegeradius
- höhere Walk- und Abriebfestigkeit
- gute Beständigkeit gegen diverse chemische Substanzen sowie
- geringe Empfindlichkeit gegenüber wasserhaltigen Kühlschmierstoffen
- kein oder nur geringer Einfluss der Alterung während der Lagerzeit vor Einsatz
- relativ geringer Preis, besonders bei kleinen Nennweiten

Mögliche technologische **Nachteile** der Kunststoff-Schlauchleitungen können sein:

- höheres Atmungsvolumen
- stärkerer Elastizitätsverlust nach längerem Einsatz

- geringere Torsionssteifigkeit, daher Verdrillung bei Einbau eher möglich,
- höhere Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Beschädigungen, insbesondere, wenn Druckträger aus Kunststoff-Garngeflecht bestehen
- höhere Empfindlichkeit gegenüber UV-Strahlung, Wärmestrahlung und flüssigem Metall, z. B. Schweißperlen
- größere Empfindlichkeit der Außenschicht gegenüber Schneidölen (jedoch stark materialabhängig)

Die aufgeführten Vor- und Nachteile von Kunststoff-Schlauchleitungen müssen bei Auslegung, Auswahl und Einbau berücksichtigt werden. Hinsichtlich Verwendungsdauer, Austausch und Einbau gilt Abschnitt 4.3.7.

Etwaige Verwendungsausschlüsse seitens der Hersteller sind zu beachten.

4.4 Hydraulikzylinder

Vor Beginn des Austausches von Hydraulikzylindern müssen diese frei von Kräften, z. B. durch hochgehaltene Lasten, sein. Weiterhin ist zu beachten, dass eine Druckentlastung sowohl kolben- als auch stangenseitig erfolgt (siehe Abbildung 18).

Die technischen Daten von Ersatzzylindern müssen mit denen der auszutauschenden Typen übereinstimmen.

Um unvorhersehbare plötzliche Bauteilbewegungen infolge komprimierter Restluft in den Zylindern zu verhindern, müssen diese vor dem Einbau bereits mit Druckflüssigkeit befüllt und durch mehrmaliges Ein- und Ausfahren im Leerlauf in der Service-Werkstatt oder mittels der Anlagenhydraulik entlüftet sein. Falls dies nicht automatisch erfolgt, ist die Entlüftung kolben- und stangenseitig manuell vorzunehmen. Dabei sind gegebenenfalls vorhandene Entlüftungsschrauben zu benutzen. Die Verschraubungen sind erst dann wieder zu schließen, wenn das austretende Öl blasenfrei ist.

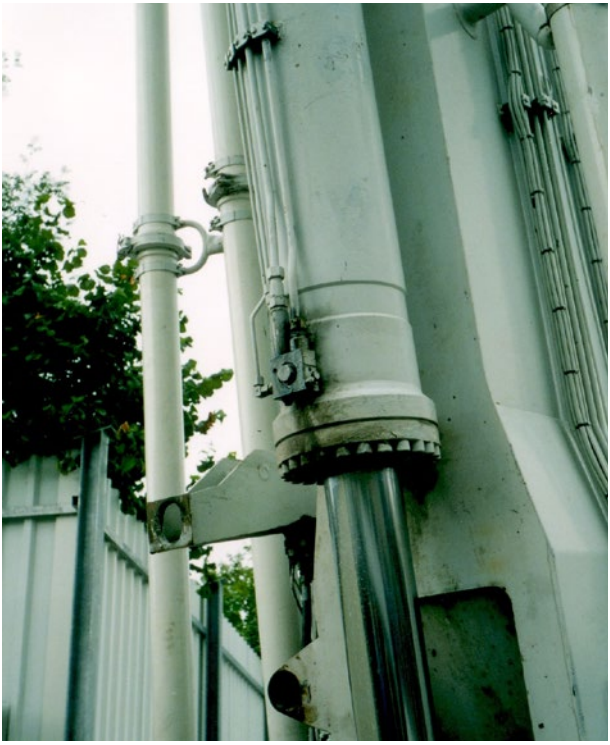


Abb. 18
Hydraulikzylinder mit entsperrbarem Rückschlagventil

Werden nach dem Befüllen der Hydraulikzylinder Verschlussstopfen verwendet, ist darauf zu achten, dass diese vor dem Einbau entfernt werden. Auf der Kolbenstangenseite ist das besonders wichtig, um Drucküberset-zungen zu vermeiden.

Sind an Zylindern Wegaufnehmer oder Näherungsschalter vorhanden, ist auf die korrekten Anschlüsse der elektrischen Leitungen zu achten. Besteht die Gefahr der Verwechselung, sind die elektrischen Leitungen vor der Demontage zu kennzeichnen.

Dichtmanschetten undichter Hydraulikzylinder dürfen nur nach den Vorgaben des Herstellers gewechselt werden.

Beim Austausch des Hydraulikzylinders ist ein eventuell vorhandener Kolbenstangenschutz, z. B. Manschette oder Blechabdeckung, nach dem Einbau wieder anzubringen.

Insbesondere bei Spannzylindern darf nach dem Austausch die Freigabe der Maschine oder Anlage für die Bedienperson erst nach ausreichenden Probeläufen erfolgen.

Zur Befestigung von Zylindern dürfen ausschließlich die vom Hersteller vorgegebenen Teile (wie Schrauben in der geforderten Festigkeitsklasse) verwendet werden. Die Angaben hinsichtlich Gewindeausführung und Einschraublänge sind zu beachten. Bei Arbeiten an Teilen des Hydraulikzylinders einschließlich Dichtungen ist unbedingt auf Sauberkeit zu achten.

4.5 Pumpen und Hydromotoren

Beim Austausch von Hydraulikpumpen und -motoren können große Mengen Druckflüssigkeit austreten. Zur Verhinderung der dadurch entstehenden Rutschgefahr sind geeignete Auffangbehälter (siehe Abbildung 19) bereitzuhalten.

Anschlüsse und Befestigungen der druckentlasteten Hydropumpe oder des Hydromotors sind gemäß Herstellerangaben zu lösen. Zur Vermeidung von Verwechslungen sind Anschlüsse und Leitungen vor dem Ausbau zu kennzeichnen. Öffnungen von Leitungen und motorseitige Flansche sind vor Verunreinigungen zu schützen.

Einbau, Befüllen, Anfahren, Entlüften und Einstellen von Hydropumpen und -motoren sollte unbedingt gemäß den Herstellerangaben in der Betriebsanlei-

tung erfolgen. Beim Einbau ist auf die Drehrichtung der Pumpe zu achten. Beim Einbau des Elektromotors ist auf den korrekten elektrischen Anschluss zu achten (Drehfeld).

Beim Zusammenbau von Pumpe, Ansaugleitung und Tank ist auf korrekten Einbau der Ansaugfilter zu achten.

Vor der Inbetriebnahme sind die Schutzeinrichtungen wieder anzubringen.



Abb. 19 Mobilhydraulikpumpe in einer Ölauffangwanne

4.6 Ventilblöcke

Um Verwechselungen vorzubeugen, sind die einzelnen Anschlüsse der Ventile oder die Höhenverkettungen von Ventilblöcken vor der Demontage zu nummerieren bzw. zu kennzeichnen (siehe Abbildung 20).



Abb. 20 Kennzeichnung von Hydraulikventilblöcken

Der Aus- und Einbau von Ventilen darf nur mit äußerster Sorgfalt und Sauberkeit erfolgen. Auf korrekten Sitz von Dichtelementen innerhalb von Ventilverkettungen ist beim Einbau zu achten. Defekte Dichtelemente sind auszutauschen.

Alle technischen Daten (einschließlich Schaltsymbolen und Einstellwerten) von Ersatzventilen müssen mit den Vorgaben des Herstellers oder den Daten des auszutauschenden Typs übereinstimmen.

Der Zusammenbau der Ventile/Ventilblöcke hat unter Berücksichtigung der Reihenfolge für die Verkettungen zu erfolgen. Dabei ist die vom Hersteller vorgegebene Einbaulage zu beachten. Es sind Befestigungsschrauben zu wählen, die mit den im Ventil-Datenblatt angegeben Abmessungen und Festigkeitsklassen übereinstimmen. Die Schrauben sind gleichmäßig und exakt mit dem ebenfalls im Ventil-Datenblatt vorgegebenen Drehmoment anzuziehen.

Beim Austausch defekter Schaltmagnete an Ventilen sind die erforderlichen Spannungen und Leistungsangaben zu beachten. Beispielsweise führen Magnete für 24 Volt-Betrieb die Schaltfunktionen bei 12 Volt-Betrieb nicht sicher aus.

Beim Einbau von Ersatzventilen fremder Hersteller sind die elektrischen Anschlussbelegungen der Verbindungsstecker zu beachten. Sie sind dem zugehörigem Ventil-Datenblatt zu entnehmen.

4.7 Druckspeicheranlagen

Druckspeicher sind Geräte, für die der Hersteller spezielle sicherheitstechnische Vorgaben zu erfüllen hat. Darüber hinaus sind vom Betreiber von Arbeitsmitteln die Vorgaben für Prüfungen nach der Betriebssicherheitsverordnung zu beachten (siehe Abschnitt 7).



Abb. 21
Warnhinweis an Druckspeicheranlage

Da das Instandhalten und das Befüllen von Druckspeichern mit Gas, das Messen von Drücken und das Prüfen nach erfolgter Instandhaltung besondere Kenntnisse erfordern, dürfen Arbeiten an Druckspeicheranlagen nur von hierfür speziell geschulten Instandhalterinnen und Instandhaltern oder vom Hersteller durchgeführt werden. Die Vorgaben des Herstellers in der Betriebsanleitung sind zwingend zu beachten.

Vor Arbeiten an Druckspeicheranlagen ist neben der Systemhydraulik auch der Druck im Speicher abzubauen. Dies geschieht entweder automatisch oder über eine manuelle Druckentlastung am Speichersicherheitsblock.

Merke

Wegen bestehender Explosionsgefahr dürfen Sauerstoff oder Luft zum Befüllen von Druckspeichern auf keinen Fall verwendet werden!

Mittels einer Druckanzeigeeinrichtung, z. B. Manometer, ist zu überprüfen, ob die Druckentlastung gewirkt hat. Es ist zu beachten, dass der Druckspeicher dennoch gasseitig unter hohem Druck stehen kann, der unter Umständen ebenfalls abgebaut werden muss. Vor Ausbau des Speichers aus der

Anlage sind sowohl die Flüssigkeits- als auch die Gasseite vollständig zu entlasten.

Neue oder instand gesetzte Speicher in ölhydraulischen Anlagen können zum Schutz der Speicherblase gegen Transportschäden gasseitig mit Stickstoff (unter geringem Druck, z. B. 2 bar) vorgeladen sein.

Vor der Inbetriebnahme sind die Speicher mit Stickstoff auf den im Hydraulikplan vorgeschriebenen Vorspanndruck aufzuladen.

Beim Austausch des gasseitigen Füllventils im Speicher dürfen ausschließlich vom Hersteller vorgegebene Ventile (nur Originalersatzteile) eingebaut werden.

Zum Befüllen des Speichers mit Stickstoff sind die Hinweise der Bedienungsanleitung unbedingt zu beachten. Zur Speicherbefüllvorrichtung zählen
- Druckminderer, Verbindungsleitung von der Gasflasche/zentralen Gasversorgung zum Druckspeicher mit entsprechenden Anschlüssen,
- speicherseitiges Anschlussstück mit Manometer,
- passende Werkzeuge.

An Speichern dürfen weder Schweiß- noch Lötarbeiten und keinerlei mechanische Bearbeitung vorgenommen werden.

Aufgrund der besonderen Sicherheitsrelevanz sind Druckspeicher auf mechanische Beschädigungen zu überprüfen.

Nach dem Einbau des Druckspeichers ist auf den korrekten Anbau des Speichersicherheitsblocks sowie auf das ordnungsgemäße Wiederanbringen der Befestigung des Speichers (siehe Abbildung 22) und eventuell vorhandener Schutzeinrichtungen gegen äußere Beschädigungen zu achten.



Abb. 22 Hydraulik-Druckspeicher

4.8 Filter

Eine zuverlässige Filterung der Druckflüssigkeit ist unabdingbare Voraussetzung für störungsfreie Funktion und lange Lebensdauer aller hydraulischen Komponenten und damit der gesamten Maschine oder Anlage.

Filter sind regelmäßig zu kontrollieren und gemäß Wartungsplan oder Verschmutzungsanzeige auszutauschen. Die Abbildung 23 zeigt eine Filtereinrichtung mit Verschmutzungsanzeige.

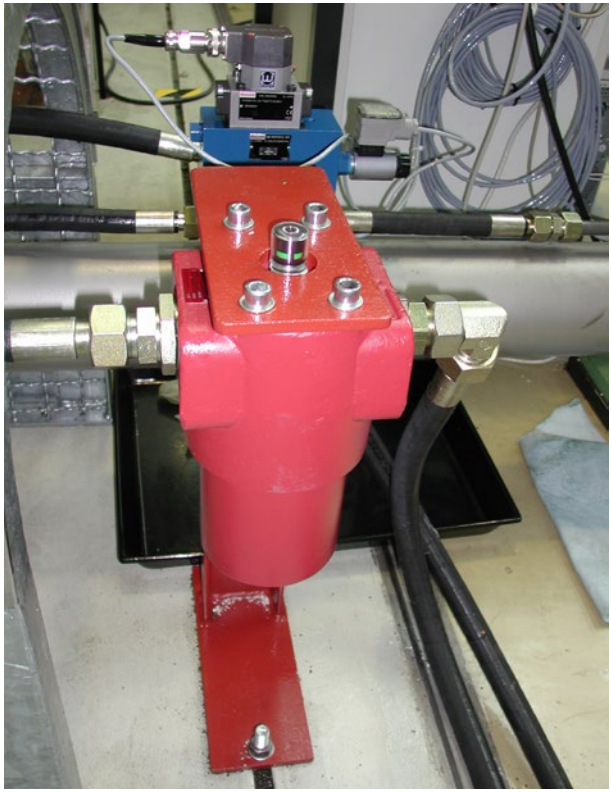


Abb. 23
Hydraulikfilter mit Verschmutzungsanzeige

Merke

Die Kontroll- und Wechselintervalle der Filtereinrichtungen sind zu beachten!

Beim Filterwechsel ist auf den Druckabbau, die Verbrühungsgefahr durch heißes Hydrauliköl, die Vermeidung von Schmutz- und Wassereintrag, den Zustand der Dichtungen sowie die Systementlüftung zu achten.

Im Falle späteren Einbaus von zusätzlichen Filtern ist auf wartungsfreundliche Anordnung außerhalb der Gefahrenbereiche sowie auf Anforderungen der DIN EN ISO 4413 (z. B. Wartungsanzeige) zu achten.

5 Arbeiten an Maschinen und Anlagen

5.1 Allgemeines

Die Herstellervorgaben in der Betriebsanleitung sind grundsätzlich zu beachten.

Neben den grundlegenden allgemeinen Sicherheitshinweisen zur Instandhaltung und zum Umgang mit den Hydraulikkomponenten (siehe Abschnitt 4) werden nachfolgend weitere Hinweise für die sichere Hydraulikinstandhaltung an ortsfesten Maschinen und Anlagen (siehe Abbildung 24) gegeben.

5.1.1 Druckenergie abbauen

Vor Beginn der Arbeiten ist die Druckenergie im System abzubauen. Das System ist gegen Wiedereinschalten zu sichern. Werden einzelne Hydraulikkreise des Hydrauliksystems von der gemeinsamen Druckversorgung abgesperrt, ist zu überprüfen, ob die richtige Verbindung getrennt worden ist.

Ferner sind die mit dem Hydrauliksystem verbundenen Druckspeicher von der Anlage abzusperren oder zu entlasten (siehe Abbildung 25). Durch das Entlasten dürfen keine neuen Gefährdungen, z. B. Lösen von Spanneinrichtungen, auftreten. Der vollständige Abbau des Drucks ist zu prüfen (siehe Abschnitt 1.5 „Fünf-Finger-Regel“).

Hydraulisch hochgehaltene Lasten, z. B. Maschinenteile, Hubbühnen, hydraulische Vertikalachsen, bewirken trotz abgeschalteter Energieversorgung einen nicht unerheblichen Druck in Teilen des Hydrauliksystems. Bei komplexeren Maschinen und Anlagen kann sich dieser Druck in weitere Anlagenteile übertragen. Hochgehaltene Lasten, z. B. Fördergut oder Maschinenteile, müssen daher vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten abgelassen, mit vorhandener Verriegelung gesichert oder sicher abgestützt werden.



Abb. 24 Hydraulikaggregat an stationärer Produktionseinrichtung

Nach Abbau aller Druckeinspeisungen in das hydraulische System können eventuell noch Restdrücke in eingespannten Flüssigkeitssäulen zwischen Ventilen und anderen Bauteilen vorhanden sein. Auch diese sind abzubauen, z. B. durch mehrfaches Betätigen der Ventile oder gemäß den Herstellervorgaben.



Abb. 25 Druckentlastete Hydrospeicher mit abgesperrten Druckleitungen

Das Öffnen der Schraubverbindungen an Hydraulikleitungen sollte nach erfolgter Druckentlastung zunächst langsam und vorsichtig erfolgen. Auch das weitere Lösen der Verschraubungen sollte vorsichtig erfolgen, um durch noch anstehenden Druck der Druckflüssigkeit mögliche Gefahren rechtzeitig wahrzunehmen (hierzu ist leichtes Klopfen auf die Verschraubung hilfreich) und Schutzmaßnahmen zu treffen. Bei einem noch anstehenden Druck darf die Verschraubung nicht weiter gelöst werden. Die Druckentlastung im System ist zu wiederholen und auf Wirkung nochmals zu überprüfen.

5.1.2 Wiederinbetriebnahme

Nach Durchführung der Fehlersuche und Störungsbeseitigung sind Anschlüsse und Bauteile auf Übereinstimmung mit den Vorgaben des Schaltplans zu überprüfen. Alle gelösten Schrauben, Leitungsverbindungen (siehe Abbildung 26), elektrische Steckvorrichtungen sind festzuziehen und zu prüfen.

Nach Abschluss der Instandhaltung ist darauf zu achten, dass auch eventuell abgesperrte Tankleitungen wieder geöffnet werden.

Es sind Maßnahmen zu treffen, um Gefährdungen auf Grund eventuell auftretender Maschinenfehlfunktionen nach der Reparatur zu verhindern:
- Schutzeinrichtungen wieder in Schutzstellung bringen oder aktivieren
- Schutz durch Abstand

Nach erfolgter Instandsetzung oder Reparatur an den hydraulischen Bauteilen sind diese zu befüllen und zu entlüften. Insbesondere für Pumpen sind die Vorgaben für das Einfahren und Einstellen zu beachten. Hydropumpen sind meist selbstansaugend.

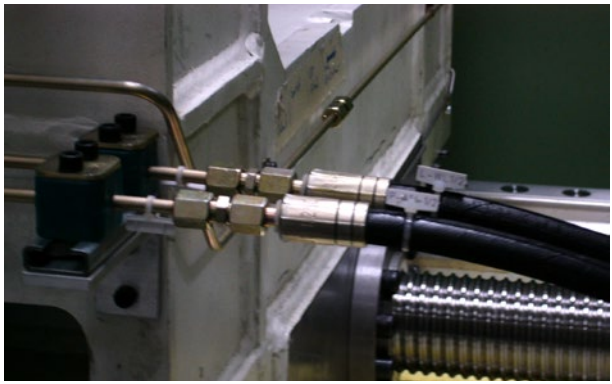


Abb. 26
Rohr- und schlauchseitige Kennzeichnungen

Einstellarbeiten an den Druckbegrenzungsventilen dürfen nur vom Hersteller oder nach dessen Angaben, z. B. gemäß den Druckmessblättern, eingestellt werden. Die darin enthaltene Reihenfolge der Vorgehensweise ist unbedingt einzuhalten.

Unvollständiges Entlüften kann in Maschinen und Anlagen zu Störungen und zu Gefährdungen durch plötzlich anlaufende Bewegungen führen. Die vollständige Entlüftung des Systems verhindert unvorhersehbare plötzliche Bewegungen an Hydrozylindern und -motoren, z. B. Stick-Slip.

Nach erfolgter Entlüftung der hydraulischen Anlage sind alle hydraulischen Funktionen 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 das Instandhaltungspersonal noch andere Personen unter angehobenen Lasten oder in Gefahrenbereichen aufhalten.

Arbeitsfunktionen von Zylindern sind nach Möglichkeit einzeln mit geringer Geschwindigkeit und ohne Last zu testen.

Abstützungen und Sicherungen von hochgehaltenen Lasten dürfen erst entfernt werden, wenn die Last wieder sicher hydraulisch gehalten wird.

5.2 Arbeiten an Werkzeugmaschinen

5.2.1 Spannzylinder

Werkzeugmaschinen können über hydraulische Spanneinrichtungen verfügen, die teils sehr komplex aufgebaut sein können (siehe Abbildung 27). Diese Spanneinrichtungen können durch Hydraulikdruck „aktiv“ spannen und durch einen Hydrospeicher unterstützt werden oder arbeiten nach dem

Ruhestromprinzip und bringen die Spannkraft durch Federspannung auf. Zum Lösen der gespannten Teile wird die Federspannung beim Ruhestromprinzip durch den Einsatz eines Hydraulikzylinders aufgehoben. Bei diesem Funktionsprinzip kann plötzlicher Druckabfall, z. B. durch Versagen einer Hydraulikleitung, oder plötzliches Lösen einer Verklemmung des Spannsystems infolge Federkraft zu Quetschgefährdungen für das Bedien- oder Instandhaltungspersonal führen.



Abb. 27
Komplexes Spannmodul einer Transferstraße

5.2.2 Vertikale Schlitten an Werkzeugmaschinen

Werkzeugmaschinen können über hydraulisch hochgehaltene Vertikalachsen oder andere durch Schwerkraft belastete Achsen verfügen, die durch hydraulische Brems- und Halteeinrichtungen in ihrer Position gehalten werden. Diese Vertikalschlitten sind wie angehobene Lasten zu betrachten (siehe Abschnitt 5.1.1).

5.3 Arbeiten an hydraulischen Pressen

Pressen werden gemäß der europäischen Maschinen-Richtlinie als besonders gefährliche Maschinen eingestuft. Somit haben die Pressenhersteller die Maschinen mit aufwendiger Sicherheitstechnik auszurüsten. Auf Grund dieser aufwendigen Sicherheitstechnik müssen sich Hydraulik-Instandhalterinnen und -Instandhalter vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten über die Besonderheiten dieser Maschinen umfassend informieren.

Vor Beginn der Instandhaltungsarbeiten ist der Antrieb auszuschalten und eine vorhandene Ausschalteinrichtung zu betätigen.

Bei Arbeiten an hydraulischen Pressen unterhalb einer hochgehaltenen Last, z. B. Oberwerkzeug, ist zunächst die Einrichtung gegen Absinken des Stößels in die Schutzstellung zu bringen. Diese ist an Pressen mit einer Pressentischtiefe von mehr als 800 mm und einer Hubhöhe von mehr als 500 mm in der Regel eingebaut. Falls keine Einrichtung an der Presse vorhanden ist, ist eine Abstützung (siehe Abbildung 28) einzusetzen, die bei abgeschaltetem Antrieb auftretende Kräfte aufnehmen kann.

Hinweise dazu enthält auch Abschnitt Nr. 3.6 des Kapitels 2.3 (Pressen der Metallbe- und -verarbeitung) der DGUV Regeln 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“.



Abb. 28
Eingesetzte Abstützung an einer hydraulischen Presse

5.4 Arbeiten an hydraulischen Scheren-Hubarbeitsbühnen

Ortsfeste und mobile hydraulische Scheren-Hubarbeitsbühnen, -Hubtische und -Hebebühnen sind mit Wartungsstützen ausgerüstet. Bei Arbeiten an der Hydraulik, die nicht mit vollständig abgesenkter Plattform durchgeführt werden können, ist die Wartungsstütze (siehe Abbildung 29) einzulegen. Diese ist konstruktiv so ausgelegt, dass sie die Gewichtskräfte der Bauteile sicher aufnehmen kann und dabei gegen Wegrutschen gesichert ist. Dadurch werden Improvisationen, z. B. mit Kanthölzern oder dergleichen, vermieden.

Beim Einlegen und beim Entfernen der Wartungsstütze ist sicherzustellen, dass die angehobene Arbeitsbühne sicher hydraulisch oder mit geeigneten Lastaufnahmemitteln gehalten wird.



Abb. 29
Eingelegte Wartungsstütze an hydraulischer Scheren-Hubarbeitsbühne

6 Arbeiten an der Mobilhydraulik

Neben den allgemeinen Sicherheitshinweisen zur Instandhaltung und zum Umgang mit den Hydraulikkomponenten (siehe Abschnitt 4) sind die nachfolgenden Abschnitte zusätzlich zu den Herstellervorgaben in der Betriebsanleitung (einschließlich Wartungs- und Instandhaltungsanleitung) bei der Instandhaltung der Mobilhydraulik zu beachten.

6.1 Allgemeines

Bei mobilen hydraulischen Arbeitsmitteln sind zusätzlich zu den bei der Hydraulik stationärer Anlagen bereits beschriebenen Hinweisen (siehe Abschnitt 5.1) weitere Aspekte zu beachten. Instandhaltungsarbeiten werden häufig außerhalb von Werkstätten, z. B. bei selbstfahrenden Arbeitsmaschinen im Baustelleneinsatz oder im Gelände, durchgeführt. Dabei stehen Werkzeuge und Hilfsmittel oftmals nur begrenzt oder eingeschränkt zur Verfügung.

Für die Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind verschiedene Betriebsdruckniveaus zu beachten. Sie reichen von ca. 60 bar bei der Niederdruckhydraulik im Land- und Erntemaschinenbau bis hin zu Drücken von mehr als 400 bar bei Erdbaumaschinen.

6.1.1 Fahrzeug sichern

Fahrzeuge sollten bei Instandhaltungsarbeiten prinzipiell auf festem Untergrund stehen. Das ist besonders bei Instandhaltungsarbeiten an Fahrzeugen zu beachten, bei denen An- oder Aufbauten, z. B. Ausleger, hydraulisch kippbare Kabinen, Förderbänder, gekippt oder geschwenkt werden.

Vor Beginn der Arbeiten an der Hydraulik sind Fahrzeuge zu sichern gegen
- Wegrollen von unebenem Boden,
- Wegrollen infolge von Krafteinwirkung durch die Instandhaltungsarbeiten,
- Kippen infolge von Veränderung der Schwerpunktslage (auch bei Aufnahme auf Hebebühne).

Angehobene Teile oder Aufbauten von Fahrzeugen sind auf den Boden abzusenken, z. B. Ladeanlage, Ausleger, oder es sind die erforderlichen mechanischen Verriegelungen, wie Steckbolzen, Zylinderstütze und dergleichen, zu verwenden. Zudem sind alle notwendigen Verriegelungen, wie Knickgelenksicherung am knickgelenkten Fahrzeug (siehe Abbildung 30), einzulegen.

Die Auflageflächen für eventuell ausgefahrene Stützen müssen die auftretenden Kräfte aufnehmen können.



Abb. 30
Eingebaute Knickgelenksicherung

Bei Auffahrbühnen sind die Räder durch Unterlegkeile zu sichern. Bei Aufnahme der Fahrzeuge auf Stempelhebebühnen mit kleiner mittiger Plattform ist das Fahrzeug auf der Plattform festzuzurren oder abzuspannen (siehe Abbildung 35).

Merke

Fahrzeuge dürfen in angehobenem Zustand nicht betreten werden!

6.1.2 Druckentlasten

Vor Beginn der Arbeiten sind
- mobilhydraulische Anlagen drucklos zu machen,
- Fahrzeugantriebe abzustellen,
- hydraulische Systeme abzustellen,
- Hydrospeicher druckseitig abzusperren und zu entlasten.

Hinweis:
Vorsicht bei Restdrücken durch eingespannte Flüssigkeitsvolumina, z. B. zwischen Ventilen und Zylindern. Sie sind durch Stellhebel- oder Ventilbetätigung zu entlasten. Die Druckentlastung ist zu überprüfen, z. B. mit Manometer.

6.1.3 Auffangbehälter

Bei der Demontage hydraulischer Komponenten sind Auffangwannen (siehe Abbildung 31) in entsprechender Form und Größe unter den betreffenden Bauteilen aufzustellen, um eventuell auslaufende Restölmengen aufzufangen.



Abb. 31
Ölauffangwanne

6.1.4 Leitungen

Anschlüsse und Befestigungen von Leitungen sind nach den Vorgaben des Herstellers zu lösen (siehe Abschnitt 4.2 und 4.3). Besteht die Gefahr, die Anschlüsse der Leitungen im engen Bauraum des Fahrzeugs zu verwechseln (siehe Abbildung 32), sind sie vor dem Lösen oder Ausbau zu kennzeichnen.

Vor dem Austausch von Schlauchleitungen ist stets die erfolgte Druckentlastung der Mobilhydraulik zu überprüfen.

Beschädigte Schlauchleitungen sind mit Schutzhandschuhen auszubauen, da durch herausstehende Metalldrähte der Geflechteinlagen eine Verletzungsgefahr besteht.

Häufig gewechselte Anbauten, wie Verstelleinrichtungen der Gabeln oder Dreheinrichtungen, sind meist mit Schnelltrennkupplungen versehen, die nach dem Trennen der Leitung beide Verbindungsteile (Anbau- und Leitungs-

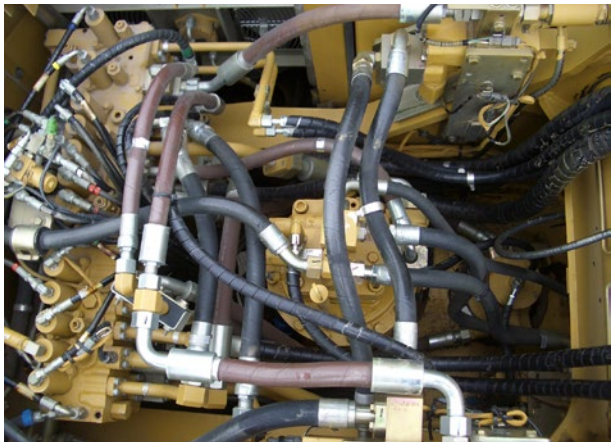


Abb. 32
Schlauchleitungen an einer Mobilhydraulik

seite) selbsttätig abdichten. Beim nachträglichen Umrüsten auf Schnelltrennkupplungen sind die Vorgaben des Herstellers zu berücksichtigen.

6.1.5 Ausbau schwerer Bauteile

An Hubzylindern der Fahrzeugaufbauten können erhebliche Kräfte wirken. Vor Arbeiten an den Zylindern sind diese Kräfte aufzunehmen, z. B. durch das Ablassen der An- oder Aufbauten. Ist eine mechanische Blockierung durch Bolzenverriegelung nicht vorgesehen, wird die Zuhilfenahme von Unterbaugestellen (siehe Abbildung 33) empfohlen.

Zahlreiche Hydraulikkomponenten, z. B. Fahrantriebe, Hauptpumpen, Auslegerzylinder, haben ein hohes Eigengewicht und außermittige Schwerpunktslage. Der Austausch ist daher mit Hilfe von Hebezeugen an den vorgesehenen Anschlagpunkten durchzuführen.



Abb. 33 Unterbaugestell bei Arbeiten am Radlader

6.1.6 Druckflüssigkeit wechseln

Für den Austausch von Druckflüssigkeit eignen sich z. B. fahrbare Absaugeinrichtungen, mit denen der Tank entleert wird. Mit Hilfe einer Trichtereinrichtung (siehe Abbildung 34) können ausgewechselte Filter austropfen.

Für das Auffüllen mit neuer Druckflüssigkeit sind fahrbare Befülleinrichtungen mit integriertem Auslaufschutz/Auffangwanne besonders geeignet.

Beim Austausch der Druckflüssigkeit ist darauf zu achten, keinerlei Verschmutzung in den Tank oder andere Teile des Hydraulikkreislaufs einzu-



Abb. 34
Hilfsgerät zur Entsorgung von alter Druckflüssigkeit

bringen. Um die gewünschte Reinheitsklasse zu erzielen, muss auch frisch angelieferte Druckflüssigkeit gefiltert werden.

6.1.7 Brandgefahren

Druckflüssigkeit kann sich an heißen Oberflächen, z. B. Auspuffkrümmern, Turboladern, entzünden. Dämmmaterialien besitzen bei Kontamination mit Druckflüssigkeit einen Dochteffekt, wodurch sie leicht entflammbar werden.

Maßnahmen zur Verringerung der Brandgefahr sind
- ausgetretene Druckflüssigkeit rückstandslos entfernen (siehe Abschnitt 2.2) und Bauteile trocken wischen,
- getränktes Dämmmaterial, z. B. Lärmschutzauskleidung, erneuern,
- externe Zündquellen, z. B. Zigaretten, vermeiden,
- heiße Oberflächen abdecken.

6.1.8 Arbeiten bei laufendem Antrieb

Grundsätzlich sind Instandsetzungsarbeiten nur bei stillgesetztem Antrieb auszuführen. Sofern Arbeiten nur bei laufendem Antrieb durchgeführt werden können, z. B. bei Prüf- und Einstellarbeiten, sind Gefährdungen zu beachten, die sich ergeben durch
- ungeschützte mechanische Antriebe mit drehenden Teilen,
- heiße Oberflächen von Bauteilen,
- Lärm.

Die Arbeiten dürfen nur von ausgebildeten und erfahrenen Instandhalterinnen und Instandhaltern durchgeführt werden. Bei der Durchführung der Arbeiten sind die entsprechenden technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen zu treffen, wie Sicherheit durch Abstand, Abdeckungen, Gehörschutz und gegebenenfalls weitere persönliche Schutzausrüstungen.

6.1.9 Wiederinbetriebnahme

Nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten, einschließlich der betriebsbereiten Befüllung und Entlüftung der hydraulischen Anlage, sind die Fahr- und Arbeitsfunktionen nach Möglichkeit einzeln, mit geringer Geschwindigkeit und ohne Last zu testen. Dies sollte entweder hinter Abschirmungen oder aus sicherer Entfernung erfolgen.

Folgende Vorgehensweise wird für die Funktionsprüfung der Hydraulik empfohlen:

1. Überprüfen aller Ventilfunktionen auf korrekten Richtungssinn und Abschaltfunktion (Neutralstellung)
2. Ausführen größerer Fahrwege von Zylindern bzw. Schwenkbereiche von Motoren

Bei der Funktionsprüfung der Hydraulik hat die Maschinenbedienperson darauf zu achten, dass sich keine Person im Gefahrenbereich aufhält.

Für weitere Hinweise siehe Abschnitt 5.1.2.

6.1.10 Ersatzteile

Vorgaben oder Freigaben des Herstellers, z. B. zu Hydraulikersatzteilen, Schlauchleitungen, Materialspezifikationen, Druckflüssigkeiten und dergleichen sind einzuhalten.

Merke

Die Betriebsanleitung (einschließlich Wartungs- und Instandhaltungsanleitung) sowie die Ersatzteilliste sind zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten an mobiler Hydraulik mitzuführen oder vor Ort bereit zuhalten!

6.2 Arbeiten an Flurförderzeugen

6.2.1 Allgemeines

Instandsetzungsarbeiten an der Mobilhydraulik von Flurförderzeugen werden je nach Art und Umfang dieser Arbeiten von internen Betriebsabteilungen, von mobilen Servicediensten oder in Servicestützpunkten der Hersteller oder Händler durchgeführt.

Die Mobilhydraulik wird in Flurförderzeugen eingesetzt für
- den Fahrantrieb,
- das Hubgerüst mit Neigeeinrichtung,
- die Verstelleinrichtung für Staplergabeln oder die Dreheinrichtung,
- die Servolenkung.

Sofern bei Instandhaltungsarbeiten an Flurförderzeugen Gefährdungen durch ein mögliches Anstoßen der Staplergabeln bestehen, z. B. im Bereich



Abb. 35
Demontierte Hubgabeln bei Arbeiten an der Staplerhydraulik

von Verkehrswegen, sind diese vor Beginn der Arbeiten zu entfernen. Das gilt auch bei dem Anheben des Flurförderzeugs mit einer Hebebühne.

6.2.2 Fahrantrieb

Erfordert der Wechsel oder Austausch des Fahrantrieb-Hydromotors ein Anheben des Hubgerüsts, muss es entsprechend den Herstellerangaben gegen Absinken gesichert werden.

6.2.3 Hubzylinder

Der sichere Zustand des Hubgerüsts ist für die Betriebssicherheit des Flurförderzeugs wesentlich. Reparaturen sollten nur von speziell hierfür geschultem Personal, z. B. beim Hersteller, oder vom Kundendienst durchgeführt werden. Bei allen Arbeiten am Hubgerüst sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten.

Vor Beginn der Arbeiten an Hubzylindern ist das Hubgerüst abzulassen, abzustützen, in ein Gestell zu fahren oder mechanisch zu blockieren. Arbeiten an teleskopierbaren Hubgerüsten, z. B. Duplex- oder Triplexausführung, sollten dem Kundendienst vorbehalten bleiben.

Beim Einbau eines neuen Hubzylinders ist auf korrektes Einlegen der Hydraulik-Schlauchleitungen in die hierfür vorgesehenen Führungs-/Umlenkrollen zu achten.

Bei älteren Flurförderzeugen mit Schlauchrollern seitlich des Hubgerüsts ist darauf zu achten, dass die Schlauchleitung rollerseitig unter Federzugkraft steht. Beim Lösen der Verbindung ist die Schlauchleitung gegen Herumschlagen zu sichern, z. B. durch eine zweite Person. Dabei ist die Einzugs- bzw. Quetschgefahr am Schlauchroller zu beachten.

6.2.4 Neigezylinder

Vor Beginn der Arbeiten an den Neigezylindern ist das Hubgerüst gegen Bewegungen durch Eigengewicht nach Herstellervorgaben zu sichern. Dies geschieht z. B. durch Festzurren des Hubgerüsts in hinterster Position an den vorgesehen Anschlagpunkten oder am Fahrerschutzdach (siehe Abbildung 36).

Die Neigezylinder sind vor dem Einbau mit Druckflüssigkeit zu füllen (siehe Abschnitt 4.4).



Abb. 36 Festgezurrtes Hubgerüst bei Arbeiten an Neigezylindern

6.2.5 Servolenkung

Da der Einbauraum der Lenkachseinheit unter dem Flurförderzeug sehr knapp bemessen ist, erscheint es zweckmäßig, bei Arbeiten an der Lenkhydraulik die komplette Lenkachseinheit zu demontieren. Der Ausbau hat nach Herstellerangaben zu erfolgen.

Sofern im Hydraulikkreis der Lenkung Druckspeicher vorhanden sind, sind diese Speicher vor Beginn der Arbeiten druckfrei zu machen.

6.3 Arbeiten an hydraulisch betriebenen Fahrzeugan- und -aufbauten sowie Fahrzeugkranen

6.3.1 Allgemeines

Fahrzeugan- oder -aufbauten, wie Mastausleger, Krane, Schwenktürme, stellen aufgrund des oft hohen Gewichts und der möglichen Einwirkung von Windböen bei Instandhaltungsarbeiten in offenem Gelände im angehobenen Zustand eine große Gefährdung dar.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass durch hydraulisch hochgehaltene Lasten eingespannte Drücke vorhanden sein können. Hochgehalten Lasten sind grundsätzlich abzusenken oder sicher abzustützen (siehe Abbildung 37 und 38). Die Druckfreiheit ist herzustellen und zu überprüfen. Weitere Hinweise zu Instandhaltungsarbeiten an Fahrzeugen enthält Abschnitt 5.9.3 der DGUV Regel 109-009 „Fahrzeug-Instandhaltung“.

Anbauten, Schwenktürme, Mastausleger oder dergleichen, die von der Instandsetzung nicht betroffen sind, sollten vor Arbeitsbeginn aus dem Arbeitsbereich herausgesteuert werden.



Abb. 37
Sicherungsstütze an einem hydraulisch angehobenen Fahrzeugaufbau



Abb. 38
Auf den Boden abgesenkter Ausleger einer Betonpumpe

6.3.2 Fahrzeughauptpumpen

Fahrzeughauptpumpen haben hohe Massen und lassen sich mit einem Hebezeug leichter ausbauen.

Unter Flur eingebaute Pumpen lassen sich mit Anschlagmitteln unter dem Fahrzeug auf dem Hallenboden, Hubwagen oder Grubenabdeckung ablegen (siehe Abbildung 39). Die Belastbarkeit der Grubenabdeckung muss gewährleistet sein.

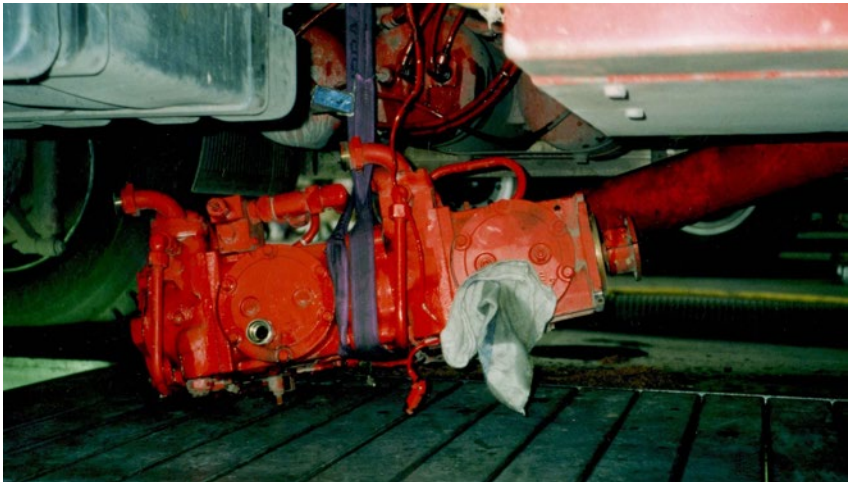


Abb. 39 Fahrzeughauptpumpe an einem Lastanschlagmittel

6.3.3 Druckspeicher und Schlauchleitungen schützen

Sofern während der Instandhaltungsarbeiten die Gefahr der mechanischen Beschädigungen an eingebauten Druckspeichern oder Hydraulik-Schlauchleitungen besteht, sind sie für die Dauer der Instandhaltungsarbeiten zu demontieren oder abzuschirmen.

6.3.4 Austausch von Zylindern

Beim Ausbau der Hydraulikzylinder dürfen keine äußeren Kräfte an den Aufnahmepunkten (kolbenstangen- und zylinderbodenseitig) vorhanden sein. Die Ausleger sind deshalb komplett abzustützen oder auf dem Boden abzulegen.

Hydraulik-Zylinder können – auch bei abgesenkter Last – unter Druck stehen. Dieser Druck ist z. B. über die entsprechenden Rückschlagventile (Sperrblöcke) boden- und stangenseitig oder durch vorsichtiges Lösen der Verschraubungen vor der Demontage zu entlasten.

Es ist sinnvoll, die für den Einbau bestimmten neuen Zylinder bereits vorher mit Druckflüssigkeit zu befüllen und zu entlüften (siehe Abschnitt 4.4).

6.3.5 Leitungen prüfen

Bei jährlichen Fahrzeugprüfungen (nach § 57 der DGUV Vorschrift 70 und 71 „Fahrzeuge“) oder Prüfungen der An- oder Aufbauten sind auch die Hydraulik-Schlauchleitungen zu betrachten (s. Abschnitt 4.3.5).

6.4 Arbeiten an Erdbaumaschinen und sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen

6.4.1 Allgemeines

Die einzelnen Bauteile der Arbeitseinrichtungen und des Fahrwerks von Erdbaumaschinen sowie sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen können hohe Eigengewichte aufweisen. Neben anstehendem Öldruck kommen häufig Druckspeicher zum Einsatz, die ein besonderes Gefahrenpotenzial in sich bergen (siehe Abschnitt 4.7).

Erdbaumaschinen werden häufig im unwegsamen Gelände oder auf der Baustelle repariert, gewartet oder instand gesetzt.

Besondere Gefahren ergeben sich durch plötzliche Lageänderung der Maschine oder deren Bauteile sowie durch ein Absturzrisiko beim Aufenthalt auf hoch gelegenen Teilen von Arbeitsmaschinen während der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten (siehe Abschnitt 6.4.3).

6.4.2 Sichern von Maschinen und Maschinenteilen gegen Bewegungen

Vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten ist die Maschine in ebenes Gelände mit festem Untergrund zu verfahren und gegen Wegrollen zu sichern. Die Arbeitsausrüstung ist abzusenken.

Können die Instandhaltungsarbeiten nicht auf ebenem Gelände ausgeführt werden, sind Arbeiten an der Bremsanlage erforderlich; muss die Maschine einseitig aufgebockt werden, ist eine zusätzliche Sicherung durch Unterlegkeile erforderlich.

Werden Arbeitsmaschinen für Instandhaltungsarbeiten angehoben, sind sie vor Beginn der Arbeiten standsicher mit Abstützböcken oder mit Kreuzstapeln aus Bohlen oder Kanthölzern zu unterbauen. Arbeiten an angehobenen Maschinen oder Einrichtungen, die nur durch den maschinen- oder fahrzeugeigenen Hydraulikdruck gehalten werden, sind unzulässig.

Durch das einseitige Anheben einer knickgelenkten Arbeitsmaschine oder durch einen Druckverlust im Hydrauliksystem kann die Lenkung plötzlich einschlagen. Dabei kann die Maschine ihre Standsicherheit verlieren, Personen im Nahbereich können eingequetscht werden. Sind Arbeiten im Bereich der Knicklenkung erforderlich oder müssen knickgelenkte Maschinen

aufgebockt werden, ist zuvor die mechanische Knickgelenksicherung (formschlüssige Feststelleinrichtung) zu arretieren.

Bei Arbeiten an Hydraulikbaggern ist vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten der Oberwagen gegen Schwenken zu sichern (siehe Abbildung 40).

Weiter ist zu berücksichtigen, dass Hydraulikbagger und Lader mit Gegengewichten ausgestattet sind. Müssen schwere Bauteile ausgebaut werden, kann die Maschine infolge der Schwerpunktverschiebung kippen.



Abb. 40 Drehsperre an einem Hydraulikbagger in Sperrstellung

Arbeitseinrichtungen sind vor Arbeitsbeginn durch Absetzen auf den Boden, Abstützen oder gleichwertige Maßnahmen gegen Bewegung zu sichern. Müssen Arbeiten unterhalb der angehobenen Arbeitseinrichtung ausgeführt werden, ist sie mit den dafür vorgesehen formschlüssigen Abstützeinrichtungen gegen Absinken zu sichern (siehe Abbildung 41). Sind derartige Sicherungen nicht vorhanden, ist das entsprechende Bauteil mit Unterstellböcken mit ausreichender Tragfähigkeit oder dergleichen abzustützen. Das Stapeln von Baumaterialien ist dazu nicht geeignet, da sie bei



Abb. 41
Stützeinrichtung in Position an einer Erdbaumaschine

stoßartiger Beanspruchung während der Bauteilmontage ihre Standsicherheit verlieren können.

6.4.3 Hochgelegene Arbeitsplätze

Standflächen für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen sicher erreicht werden können. Besteht Absturzgefahr, sind geeignete Schutzeinrichtungen zu verwenden. Hydraulikbauteile dürfen nicht als Steighilfe oder Befestigungspunkt für Schutzeinrichtungen gegen Absturz verwendet werden.

Teile der Arbeitsmaschine dürfen nur dann als Arbeitsplatz oder Zugang verwendet werden, wenn sie vom Hersteller dafür vorgesehen sowie tragfähig und rutschfest sind.

Werden Montagearbeiten von anderen vor Ort vorhandenen Arbeitsmaschinen oder Flurförderzeugen aus durchgeführt, müssen sie dafür zugelassen und mit einer zulässigen Personenaufnahmevorrichtung, z. B. Arbeitsplattform oder -bühne, ausgerüstet sein; siehe DGUV Information 201-029 „Handlungsanleitung für Auswahl und Betrieb von Arbeitsplattformen an Hydraulikbaggern und Ladern“. Das Arbeiten darf nicht von einer angehobenen Arbeitsausrüstung, z. B. Schaufel oder Gabelzinken/Palette, aus erfolgen.

6.4.4 Druckentlasten

Vor Beginn der Arbeiten ist der Druck im Hydrauliksystem abzubauen. Dabei ist nach Herstellerangaben vorzugehen.

Druckspeicher werden bei Arbeitsmaschinen üblicherweise in der Lenk-, Brems- und/oder in der Vorsteuerhydraulik sowie bei Ladern/Lademaschinen im Arbeitshydraulikkreis als Schwingungsdämpfungssystem

verwendet. Sie müssen vor Beginn der Arbeiten flüssigkeitsseitig druckentlastet werden.

Anmerkung:
Ist der Druckspeicher der Vorsteuerhydraulik bereits drucklos, kann die Arbeitsausrüstung bei Bedarf nur noch durch manuelle Notablasseinrichtung von Hand, z. B. per Lasthalteventil am Ausleger eines Hydraulikbaggers, abgesenkt werden.

Merke

Vor der Wiederinbetriebnahme sind Lasthalteventile nach Herstellerangaben wieder einzustellen!

Der Hydrauliktank an Arbeitsmaschinen kann betriebsbedingt unter Überdruck stehen. Vor Beginn der Arbeiten an der Hydraulik ist der Tank zu entspannen.

6.4.5 Ausbau von Bauteilen

Bei Montagearbeiten an Hydraulikkomponenten ist gegebenenfalls der Einsatz von Hebezeugen erforderlich. Auf der Baustelle werden diese Arbeiten oftmals unter Zuhilfenahme anderer Erdbaumaschinen ausgeführt. Es ist darauf zu achten, dass diese Maschinen vom Hersteller für den Hebezeugbetrieb ausgelegt und ausgerüstet sind. Die Hinweise in der Betriebsanleitung sind zu beachten.

Bei der Montage können Kettenzüge hilfreich sein, die eine genaue Positionierung von Bauteilen ermöglichen.

Hydraulikzylinder müssen mit geeigneten Lastaufnahmeeinrichtungen, z. B. mit Hebebändern oder Rundschlingen im zweisträngigen Schnürgang ange-

schlagen, angehoben werden. Das Ausfahren der Kolbenstange während des Hebens kann durch Verschließen der Anschlüsse nach Demontage der Leitungen mit Blindstopfen verhindert werden.

6.5 Arbeiten an Wasserfahrzeugen

6.5.1 Allgemeines

Auf Wasserfahrzeugen werden diverse hydraulische Ausrüstungen betrieben. Dabei unterscheidet man die für den Fahrbetrieb eines Schiffs notwendigen Hydrauliken, z. B.

- Ruderanlage,
- Steuerhauslift,
- Manövrierhilfen, wie Bugstrahlruder, Knickvorrichtungen oder dergleichen

sowie

- Winden

und die auf Schiffen und schwimmenden Geräten (Ponton) aufgebauten Maschinen für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke, z. B.

- Bagger,
- Rammen,
- Krane (siehe Abbildung 42),
- Pumpenantriebe speziell auf Tankschiffen,
- Mobilhydrauliken sowie Rampen, Klappen und Schottenschließeinrichtungen.

Aufgrund der hohen erforderlichen Kräfte für die an den Schiffen zu bewegenden Fahrbetriebsteile und Aufbauten sind die hydraulischen Ausrüstungen oft von hohem Gewicht. Zusätzlich sind jedoch weitere Besonderheiten, wie in den Abschnitten 6.5.2 bis 6.5.5 beschrieben, zu beachten.



Abb. 42 Bordkran auf einem Schubboot

6.5.2 Lageänderung des Schiffs

Schwimmende Schiffe sind immer in Bewegung. Durch Sog und Wellenschlag vorbeifahrender Schiffe, Wind und Seegang (auch in küstennahen Gewässern) wird auch bei an Hafenanlagen liegenden Schiffen ein seitliches Neigen um mehrere Winkelgrade hervorgerufen. Beim Laden und Löschen von Frachtschiffen ändert sich die Schwimmlage um die Längs- und die Querachse stetig.

Die Schiffsbewegungen können zu unbeabsichtigten Bewegungen ungesicherter Schiffs- und Maschinenteile führen. Daher ist eine vorausschauende Planung von Instandhaltungsarbeiten auf Schiffen erforderlich.

Merke

Alle Arbeiten sind mit der Schiffsführung abzusprechen!

6.5.3 Ungesicherte hydraulische Antriebe auf Schiffen

Bei hydraulischen Anlagen des Fahrbetriebs, z. B. Ruderanlagen, werden hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit und die Betriebssicherheit der Anlagen gestellt. Im Wirkungsbereich dieser Anlagen des Fahrbetriebs sind Schutzeinrichtungen, die zu selbsttätigem Abschalten der Ruderanlage führen würden, verkehrsrechtlich nicht zugelassen (siehe Abbildung 43). Technische Schutzmaßnahmen, wie trennende Schutzeinrichtungen, sind nicht überall möglich. Dadurch besteht die Gefahr des Zutritts in

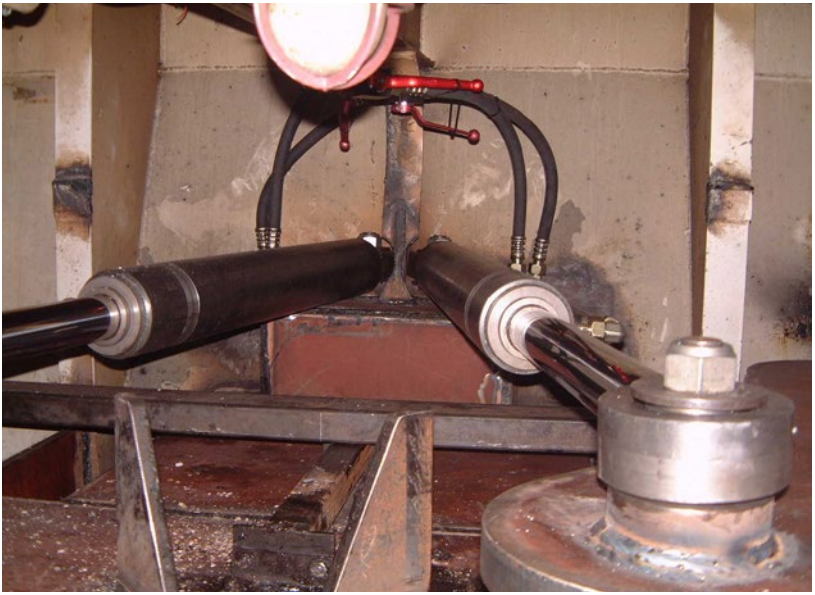


Abb. 43 Quetschgefahren an einer Ruderanlage

Arbeits- und Verkehrsbereiche, in denen Hydraulikbauteile ungeschützt verlegt sind und Abrisssicherungen sowie Rohr- oder Schlauchbruchsicherungen häufig fehlen. Aufgrund beengter Einbauverhältnisse und Stolperstellen besteht eine hohe Quetsch- und damit unmittelbare Lebensgefahr durch bewegliche Anlagenteile.

6.5.4 Beengte Einbauverhältnisse

Wegen der engen Einbauverhältnisse im Schiffsrumpf und die allseitig metallischen Bauteile, Innenwände, Schotten und Türen handelt es sich bei den meisten Instandhaltungsarbeiten um „Arbeiten in engen Räumen“, für die besondere Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Ausrüstung gelten.

6.5.5 Redundanz wichtiger Fahrbetriebssysteme

Aufgrund von Schiffssicherheitsvorschriften sind Ruderanlagen zur Gewährleistung hoher Ausfallsicherheit beziehungsweise Verfügbarkeit redundant, d. h. doppelt ausgelegt. Dadurch bleibt die Manövrierfähigkeit auch bei Ausfall eines Systems erhalten.

Dabei kommen verschiedene Prinzipien zur Anwendung:
- zwei parallele gleiche Systeme, von verschiedenen Energiequellen gespeist, mit automatischer Umschaltung
- separat zugeschaltete Notsysteme mit eingeschränktem Weiterbetrieb der Ruderanlage (Nothandruder, elektrische Hilfspumpe)
- Druckspeicher, die eine begrenzte Anzahl von Ruderbewegungen erlauben

Arbeiten an diesen Systemen dürfen nur nach Absprache mit der Schiffsführung durchgeführt werden! Vor Beginn der Arbeiten am Hydrauliksystem sind alle relevanten Energiequellen abzuschalten (siehe Abschnitt 1.5). Auch handhydraulische Rudersysteme auf kleinen Schiffen und Nothandpumpen müssen vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten gegen Benutzung gesichert werden!

7 Erforderliche Prüfungen

7.1 Allgemeines

Aus verschiedensten Gründen sind Arbeitsmittel (Maschinen) zu prüfen. Die Regelungen zu den Prüfungen ergeben sich aufgrund der Betriebssicherheitsverordnung.

Um eine ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion des Arbeitsmittels sicherzustellen, muss es vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach jeder Montage an einem neuen Standort geprüft werden. Die Prüfung ist vom Betreiber des Arbeitsmittels zu veranlassen (siehe auch Abschnitt 7.2).

Darüber hinaus unterliegen Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen und Verschleiß. Um Schäden rechtzeitig zu entdecken und zu beheben und einen sicheren Betrieb zu ermöglichen, sind die Arbeitsmittel in regelmäßigen Abständen zu prüfen. Auch diese Prüfungen sind vom Betreiber zu veranlassen (siehe auch Abschnitt 7.3).

7.2 Prüfung auf ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion

Bei der Prüfung „auf ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion“ werden die Kriterien beurteilt, die im Zusammenhang mit der Montage stehen oder nur an der komplett montierten Maschine beurteilt werden können.

Einige dieser Prüfkriterien können bereits bei einer „Sichtprüfung“ im ausgeschalteten Zustand beurteilt werden; andere Kriterien erfordern eine „Funktionsprüfung“ bei zugeschalteter Energie.

Eine Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang für eine „Sichtprüfung“ (im Zusammenhang mit der hydraulischen Ausrüstung) steht im Anhang 1 Buchstabe C.

Eine Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang für eine „Funktionsprüfung“ (im Zusammenhang mit der hydraulischen Ausrüstung) steht im Anhang 1 Buchstabe D.

7.3 Prüfung auf sichere Bereitstellung und Benutzung

Die Prüfung auf sichere Bereitstellung und Benutzung beurteilt Kriterien, die Schäden verursachenden Einflüssen unterliegen. Diese Prüfung muss aber auch nach Unfällen, Veränderungen (Umbauten) an der Maschine, längeren Zeiträumen der Nichtbenutzung sowie nach Instandsetzungsmaßnahmen infolge Beschädigung (Kollision, Naturereignis) durchgeführt werden.

Eine detaillierte Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang zur „sicheren Bereitstellung und Benutzung“ (im Zusammenhang mit der hydraulischen Ausrüstung) steht im Anhang 1 Buchstabe E.

7.4 Rechtsgrundlagen für die Prüfungen

Die gesetzlichen Vorgaben zur Prüfung von Arbeitsmitteln, z. B. Maschinen, Anlagen und dergleichen, sind in der Betriebssicherheitsverordnung zu finden.

Der Betreiber des Arbeitsmittels hat Prüffristen sowie Art und Umfang der Prüfungen für seine individuellen Einsatzbedingungen im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung selbst festzulegen und die Prüfungen dementsprechend durchzuführen. Gesetzliche Vorgaben und Empfehlungen des Herstellers sind zu beachten.

Hierzu sind in der Technischen Regel für Betriebssicherheit TRBS 1201 Erläuterungen enthalten. Die Prüfbestimmungen bisheriger DGUV Vorschriften

und Sicherheitsregeln können bei der Festlegung von Prüfumfängen und Prüfintervallen weiterhin als Hilfe herangezogen werden.

Die Prüfungen dürfen nur von dazu befähigten und vom Arbeitgeber oder von der Arbeitgeberin beauftragten Personen durchgeführt werden. Eine zur Prüfung befähigte Person im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt, siehe Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1203 „Befähigte Personen“.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind aufzuzeichnen und nach TRBS 1201 aufzubewahren.

8 Erste Hilfe

Die Erste-Hilfe-Maßnahmen am Unfallort sind oftmals entscheidend für den späteren Heilverlauf einer Verletzung oder gar die Rettung von Beschäftigten. Entsprechend der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ muss in jedem Fall die erforderliche Anzahl an ausgebildeten Ersthelfern und Ersthelferinnen vorhanden sein. Die Ausbildung erfolgt durch von den Unfallversicherungsträgern anerkannten Stellen. Darüber hinaus sind die Beschäftigten mindestens einmal jährlich auch über das Verhalten bei Unfällen zu unterweisen.

Damit die notwendige Hilfe schnell und unverzüglich geleistet werden kann, ist die „Meldekette“ eindeutig festzulegen:

- Wer ruft Hilfe herbei?
- Von wo kann Hilfe gerufen werden (Standort Telefon, Meldeeinrichtung)?
- Welche Hilfe wird gerufen (Ersthelfer/Ersthelferin, betriebliche Meldestelle, öffentlicher Rettungsdienst)?

Problematisch und deshalb von Bedeutung ist dies insbesondere bei Instandhaltungsarbeiten in größerer Entfernung zu anderen Arbeitsplätzen.

Bei einem Unfall muss ein Notruf an den betrieblichen Notrufdienst oder an die Rettungsleitstelle (Telefon 112) wie folgt erfolgen:

Wo ist es passiert?

Was ist passiert?

Wie viele Verletzte/Erkrankte?

Welche Art von Verletzungen/Erkrankungen?

Warten auf Rückfragen**!**

Einzelarbeit sollte in jedem Fall vermieden werden.

In Bereichen, in denen die Durchführung von Erste-Hilfe-Leistungen nicht oder nur schwierig möglich ist, sind Vorkehrungen zur Bergung möglicherweise verletzter Personen zu treffen.

Stellen, an denen Verbandkästen oder Spüleinrichtungen vorhanden sind, müssen bekannt und gekennzeichnet sein.

Die speziell beim Umgang mit Druckflüssigkeiten auftretenden Gefährdungen sowie die entsprechenden Erste-Hilfe-Maßnahmen sind insbesondere:

Tabelle Maßnahmen bei Unfällen mit Druckflüssigkeit

Gefährdung	Maßnahme
Eindringen (Injektion) von unter hohem Druck stehenden Druckflüssigkeiten unter die Haut	**Sofort Ärztin/Arzt hinzuziehen**; ganz wichtig: auf den Unfallhergang (Ölinjektion) hinweisen, sonst könnten besonders kleine Wunden übersehen bzw. falsch behandelt werden!
Druckflüssigkeit im Auge	Auge mind. 15 min. mit mildem Wasserstrahl spülen (Augenspüleinrichtung oder sauberes Wasser), Arzt/Ärztin hinzuziehen.
Verschlucken von Druckflüssigkeiten	Kein Erbrechen herbeiführen, **sofort Ärztin/Arzt hinzuziehen**.
Verbrennung durch heiße Druckflüssigkeit	Wunde steril (d. h. mit keimfreiem nicht klebendem Verbandstoff oder Brandwundauflagen) abdecken; kleinere Verbrennungen (Hand und/oder Unterarm) können zuvor mind. 10 Minuten mit mildem Wasserstrahl gekühlt werden; Arzt/Ärztin hinzuziehen.

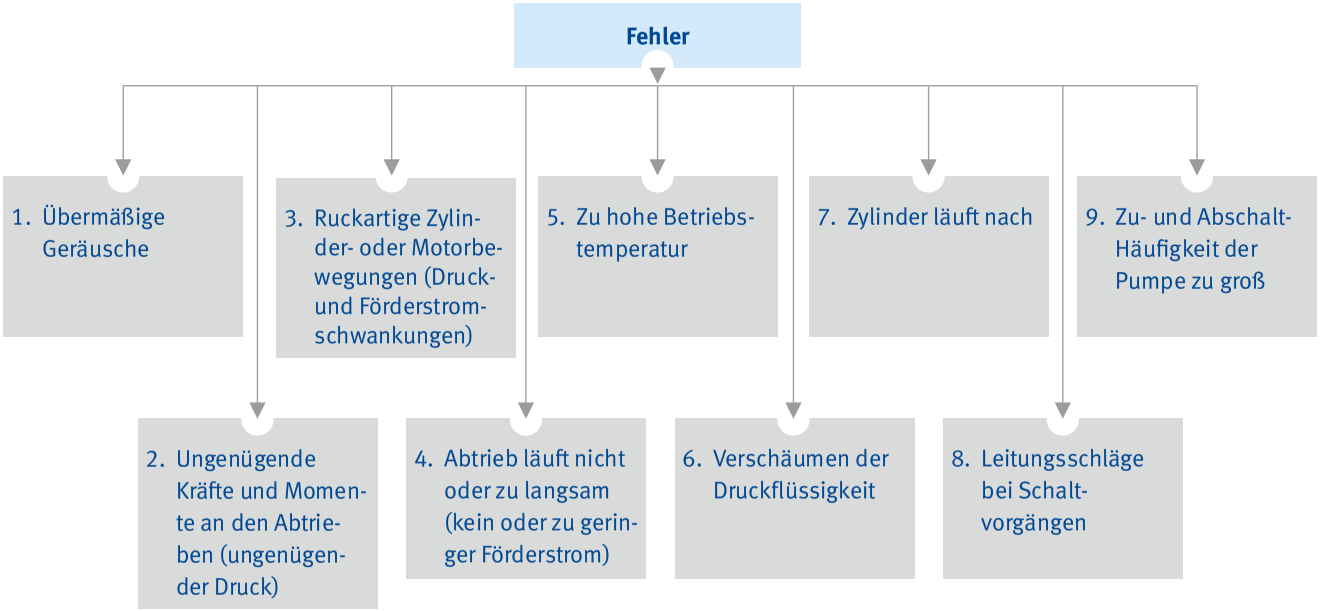
Der Rettungsdienst/notärztliche Dienst ist sofort über die Art der Druckflüssigkeit zu informieren.

Das aktuelle Sicherheitsdatenblatt oder die Betriebsanweisung ist bereitzuhalten.

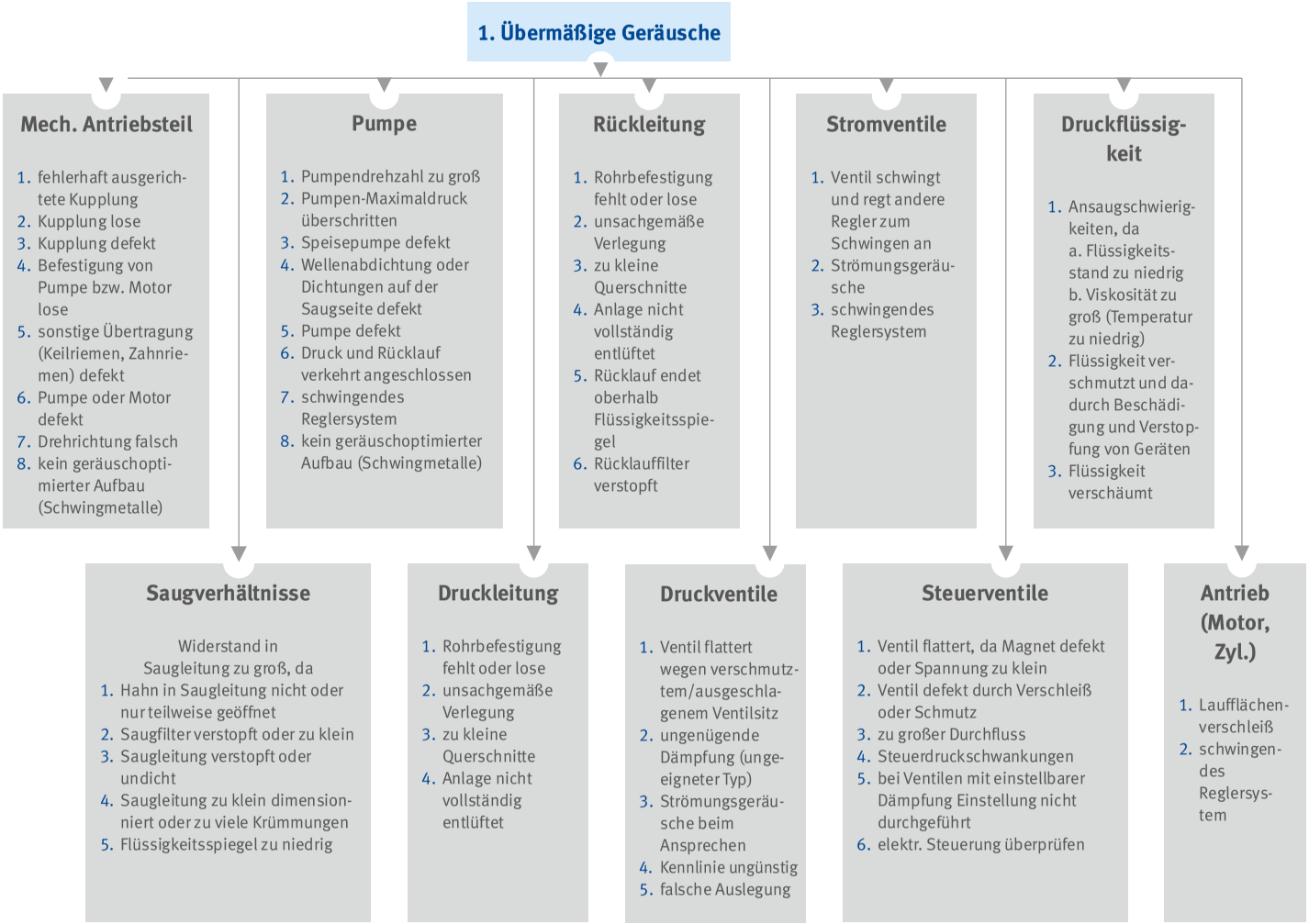
Anhang 1

A Fehlersuche

In Hydrauliksystemen kann eine Vielzahl verschiedener Fehler auftreten. Im ersten Schritt geht es darum, den Fehler genauer zu beschreiben.
(Fehlersuchbaum unter Verwendung von „Allgemeine Betriebsanleitung 0/1“ nach BOSCH, Ausgabe 1.0) .



Ist die Art des Fehlers ermittelt, werden die Einzelkomponenten einer näheren Betrachtung unterzogen.


1. Übermäßige Geräusche
Mech. Antriebsteil
1. fehlerhaft ausgerichtete Kupplung
2. Kupplung lose
3. Kupplung defekt
4. Befestigung von Pumpe bzw. Motor lose
5. sonstige Übertragung (Keilriemen, Zahnriemen) defekt
6. Pumpe oder Motor defekt
7. Drehrichtung falsch
8. kein geräuschoptimierter Aufbau (Schwingmetalle)
Pumpe
1. Pumpendrehzahl zu groß
2. Pumpen-Maximaldruck überschritten
3. Speisepumpe defekt
4. Wellenabdichtung oder Dichtungen auf der Saugseite defekt
5. Pumpe defekt
6. Druck und Rücklauf verkehrt angeschlossen
7. schwingendes Reglersystem
8. kein geräuschoptimierter Aufbau (Schwingmetalle)
Rückleitung
1. Rohrbefestigung fehlt oder lose
2. unsachgemäße Verlegung
3. zu kleine Querschnitte
4. Anlage nicht vollständig entlüftet
5. Rücklauf endet oberhalb Flüssigkeitsspiegel
6. Rücklauffilter verstopft
Stromventile
1. Ventil schwingt und regt andere Regler zum Schwingen an
2. Strömungsgeräusche
3. schwingendes Reglersystem
Druckflüssigkeit
1. Ansaugschwierigkeiten, da a. Flüssigkeitsstand zu niedrig b. Viskosität zu groß (Temperatur zu niedrig)
2. Flüssigkeit verschmutzt und dadurch Beschädigung und Verstopfung von Geräten
3. Flüssigkeit verschäumt
Saugverhältnisse
Widerstand in Saugleitung zu groß, da
1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig
Druckleitung
1. Rohrbefestigung fehlt oder lose
2. unsachgemäße Verlegung
3. zu kleine Querschnitte
4. Anlage nicht vollständig entlüftet
Druckventile
1. Ventil flattert wegen verschmutztem/ausgeschlagenem Ventilsitz
2. ungenügende Dämpfung (ungeeigneter Typ)
3. Strömungsgeräusche beim Ansprechen
4. Kennlinie ungünstig
5. falsche Auslegung
Steuerventile
1. Ventil flattert, da Magnet defekt oder Spannung zu klein
2. Ventil defekt durch Verschleiß oder Schmutz
3. zu großer Durchfluss
4. Steuerdruckschwankungen
5. bei Ventilen mit einstellbarer Dämpfung Einstellung nicht durchgeführt
6. elektr. Steuerung überprüfen
Antrieb (Motor, Zyl.)
1. Laufflächenverschleiß
2. schwingendes Reglersystem

2. Ungenügende Kräfte und Momente an den Abtrieben (ungenügender Druck)

Mech. Antriebsteil
1. Kraftübertragung defekt
2. Keil- oder Zahnriemen rutscht
3. Drehrichtung falsch
4. Motor defekt
5. Keil auf Pumpe bzw. Motor abgeschert

Pumpe
1. innere Leckmengen durch Verschleiß
2. ungeeigneter Typ
3. Pumpe defekt
4. Abregeldruck zu niedrig eingestellt oder Reglerorgan defekt

Rückleitung
1. zu hoher Leitungswiderstand
2. Filter verstopft

Stromventile
1. zu hohe Druckverluste
2. falsche Einstellung
3. Ventil defekt
4. ungeeigneter Typ

Druckflüssigkeit
1. Viskosität zu niedrig und dadurch Leckage zu groß
2. Viskosität zu hoch: zu große Strömungswiderstände
3. Flüssigkeit verschäumt

Sonstiges
1. Fehler im Regel- oder Steuerkreis bei Drucksteuerungen (-regelungen)
2. Anzeigeinstrument defekt

Saugverhältnisse
Widerstand in Saugleitung zu groß, da
1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig

Druckleitung
1. Leckstellen
2. zu hoher Leitungswiderstand
3. Druckfilter verstopft

Druckventile
1. Betriebsdruck zu niedrig eingestellt
2. innere Leckage durch Verschleiß
3. Ventilsitz verschmutzt oder beschädigt
4. Feder gebrochen
5. ungeeigneter Typ (Einstellbereich zu niedrig)

Steuerventile
1. falsche Schaltstellung (z. B. druckloser Umlauf schaltet nicht ab)
2. Magnet defekt
3. innere Leckage durch Verschleiß
4. zu hoher Strömungswiderstand
5. Schieber klemmt

Antrieb (Motor, Zyl.)
1. innere Leckage (z. B. Zylindermanschetten verschlissen)
2. Laufflächenverschleiß
3. zu hohe innere Reibung (schlechter Wirkungsgrad)

3. Ruckartige Zylinder- oder Motorbewegungen (Druck und Förderstromschwankungen)

Mech. Antriebsteil

1. fehlerhaft ausgerichtete Kupplung
2. Kupplung lose
3. Kupplung defekt
4. Befestigung von Pumpe bzw. Motor lose
5. sonstige Übertragung (Keilriemen, Zahnriemen) defekt
6. Pumpe oder Motor defekt
7. Drehrichung falsch

Pumpe

1. bei Regelpumpen Regler defekt
2. Pumpe defekt
3. systembedingte Rückwirkungen auf die Pumpenregler (DMV, SRV)
4. Vorsteuerventile ungeeignet

Rückleitung

1. Leckstellen
2. zu hoher Leitungswiderstand
3. Druckfilter verstopft

Stromventile

1. Ventil verschmutzt
2. Drehrichtung falsch

Druckflüssigkeit

1. Druckflüssigkeit verschmutzt
2. Druckflüssigkeit-verschäumt

Sonstiges

1. ungenügende Lastgegenhaltung auf der Rückseite des Abtriebes (z. B. Senkdrossel, Druckgefälleventil)

Saugverhältnisse

Widerstand in Saugleitung zu groß, da

1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig

Druckleitung

1. Anlage nicht vollständig entlüftet

Druckventile

1. Ventil flattert wegen verschmutztem/ausgeschlagenem Ventilsitz
2. ungenügende Dämpfung (ungeeigneter Typ)
3. zu lange ungedämpfte Steuerleitung
4. ungeeignetes Steuerventil

Steuerventile

1. Ventil flattert, da Magnet defekt oder Spannung zu klein
2. Ventil defekt durch Verschleiß oder Schmutz
3. zu großer Durchfluss
4. Steuerdruckschwankungen
5. bei Ventilen mit einstellbarer Dämpfung Einstellung nicht durchgeführt
6. elektr. Steuerung überprüfen

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. Stick-Slip-Effekt, da Reibung der Zyl.-Manschetten zu groß
2. Grenzdrehzahl des Hydromotors unterschritten

4. Abtrieb läuft nicht oder zu langsam (kein oder zu geringer Förderstrom)

Mech. Antriebsteil

1. fehlerhaft ausgerichtete Kupplung
2. Kupplung lose
3. Kupplung defekt
4. Befestigung von Pumpe bzw. Motor lose
5. sonstige Übertragung (Keilriemen, Zahnriemen) defekt
6. Pumpe oder Motor defekt
7. Drehrichung falsch

Pumpe

1. innere Leckmengen durch Verschleiß
2. Pumpe defekt
3. Zu- und Rücklauf verkehrt angeschlossen

Rückleitung

1. zu hoher Leitungswiderstand
2. Filter verstopft

Stromventile

1. auf zu geringen Durchfluss eingestellt
2. ungeeigneter Typ (Einstellbereich zu niedrig)
3. Ventil verstopft oder verschmutzt

Druckflüssigkeit

1. Viskosität zu niedrig und dadurch Leckage zu groß
2. Viskosität zu hoch: zu große Strömungswiderstände
3. Flüssigkeit verschäumt

Sonstiges

1. Startvoraussetzung nicht gegeben (Regler) defekt. Elektr. Steuerleitung (Steckverbindung) unterbrochen. Signalglieder (z. B. Druckschalter falsch eingestellt oder defekt: Endtaster wird nicht angefahren)

Saugverhältnisse

Widerstand in Saugleitung zu groß, da

1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig

Druckleitung

1. Leckstellen
2. zu hoher Leitungswiderstand
3. Druckfilter verstopft

Druckventile

1. Betriebsdruck zu niedrig eingestellt
2. innere Leckage durch Verschleiß
3. Ventilsitz verschmutzt oder beschädigt
4. Feder gebrochen
5. ungeeigneter Typ (Einstellbereich zu niedrig) bei Folgesteuerung
6. Zuschaltventil zu hoch eingestellt oder defekt

Steuerventile

1. falsche Schaltstellung (z. B. druckloser Umlauf schaltet nicht ab)
2. Magnet defekt
3. innere Leckage durch Verschleiß
4. zu hoher Strömungswiderstand
5. Schieber klemmt
6. Handventile (Hähne) nicht in Durchgangsstellung

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. innere Leckage (z. B. Zylindermanschetten verschlissen)
2. Laufflächenverschleiß
3. zu hohe innere Reibung (schlechter Wirkungsgrad)
4. Abtrieb blockiert (z. B. Kolbenfresser)

5. Zu hohe Betriebstemperatur

Pumpe

1. Wirkungsgradverluste infolge Abnutzung
2. bei Regelpumpen Regler defekt
3. Drehzahl bzw. Förderstrom zu groß

Rückleitung

1. zu geringe Leitungsquerschnitte und dadurch Reibungswiderstände
2. Druckfilter verstopft

Stromventile

1. auf zu geringen Durchfluss eingestellt (Pumpe fördert zu viel über DBV)
2. Ventil defekt

Druckflüssigkeit

1. Viskosität zu niedrig und dadurch Leckage zu groß
2. Viskosität zu hoch: zu große Strömungswiderstände
3. Flüssigkeit verschäumt

Sonstiges

1. Kühlleistung des Aggregats (der Anlage) im Verhältnis zur installierten Leistung oder der Einschaltdauer zu klein dimensioniert
2. Fehlen eines drucklosen Umlaufs bei zu langen Arbeitspausen (und laufender Pumpe)
3. Zu wenig Druckflüssigkeit in der Anlage
4. Kühlwasserventil schaltet nicht
5. Thermostat zu hoch eingestellt
6. Ausbleiben des Kühlwassers oder Versagen des Ventilators
7. Kühlwassertemperatur zu hoch
8. Umgebungstemperatur zu hoch
9. Ablagerungen im Kühler
10. ungenügende Wärmebestrahlung wegen Kapselung

Druckleitung

1. zu geringe Leitungsquerschnitte und dadurch Reibungswiderstände
2. Druckfilter verstopft

Druckventile

1. zu hoher Dauerförderstrom
2. ungeeignete Ventiltype (Querschnitte zu klein)

Steuerventile

1. zu hohe Leckverluste
2. druckloser Umlauf schaltet nicht ein
3. Schieber klemmt

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. Wirkungsgradverluste infolge Abnuzung
2. zu hohe innere Reibung (schlechter Wirkungsgrad)
3. innere Leckverluste

6. Verschäumen der Druckflüssigkeit

Saugverhältnisse

1. Saugleitung undicht
2. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig
3. falsche Behälterkostruktion

Pumpe

1. Wellenabdichtung oder Dichtungen auf der Saugseite defekt
2. Leckölleitung nicht unter Ölspiegel

Rückleitung

1. Rücklauf endet oberhalb Flüssigkeitsspiegel
2. Strudelwirkung durch schlechte Verlegung

Druckflüssigkeit

1. ungeeignetes Fabrikat

7. Zylinder läuft nach

Druckleitung

1. Schlauchleitungen zu elastisch
2. Leitungen nicht entlüftet

Steuerventile

1. Schalteinstellung zu langsam
2. Magnet defekt, Leckmengen
3. Ventil verschmutzt

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. innere Leckmengen
2. mangelnde Entlüftung

Druckflüssigkeit

1. entsperrbares Rückschlagventil schließt nicht sofort, da
   a. Sitz verschmutzt oder defekt
   b. schaltunstechnischer Fehler
2. Endschalter wird überfahren

8. Leitungsschläge bei Schaltvorgängen

Druckleitung

1. Rohrbefestigung fehlt oder lose
2. unsachgemäße Verlegung
3. zu kleine Querschnitte
4. Anlage nicht vollständig entlüftet
5. zu großes Speichervolumen des Leitungssystems

Druckventile

1. schalten zu schnell
2. Drosseln oder Blenden beschädigt

Druckflüssigkeit

1. Druckflüssigkeit verschäumt

Sonstiges

1. bei Speicheranlagen: fehlende Drosseln vor den Schaltventilen

Rückleitung

1. Leitungen lose

Steuerventile

1. Schaltzeiteinstellung zu schnell
2. ungeeigneter Typ (zu rasche Änderung des Öffnungsquerschnitts)

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. zu hohe Massen und Kräfte
2. keine Dämpfung

9. Zu- und Abschalthäufigkeit der Pumpe zu groß

Pumpe

1. Pumpe defekt
2. bei Speicheranlagen: Pumpe zu klein

Druckventile

1. Zu- oder Abschaltventil falsch eingestellt oder defekt

Sonstiges

1. Bei Anlagen mit Druckspeichern: Gas-Vorspanndruck zu niedrig, Blase (Membran) defekt, Druckschalter falsch eingestellt

B Hinweise zur Instandhaltung

(Grundlage: „Allgemeine Betriebsanleitung 0/1“
nach BOSCH, Ausgabe 1.0, Seite 63 ff.)

Die nachfolgend aufgeführten Sicherheitshinweise sind stets und sorgfältig zu beachten:

- Alle Instandhaltungsarbeiten fristgerecht, ordnungsgemäß und vollständig durchführen.
- Das gesamte Personal ist vor Beginn der Instandhaltungsarbeiten zu informieren.
- Der Instandhaltungsbereich ist vor Beginn der Arbeiten weiträumig abzusichern.
- Auf Instandhaltungsarbeiten ist durch eine entsprechende Beschilderung hinzuweisen.
- Hinweisschilder sind insbesondere am Schaltschrank, am Hauptschalter, an Stellgliedern und Zugängen anzubringen.
- Falls das Abschalten der Hydraulikbaugruppe erforderlich ist, ist die Hydraulikbaugruppe wie folgt gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten abzusichern:
  - Alle Antriebe sind auszuschalten, die Hydraulik ist mit dem Hauptschalter vom Netz zu trennen.
  - Der Druck der Hydraulikbaugruppe bzw. -komponente ist abzubauen.
  - Eventuell vorhandene Druckspeicher sind zu entlasten.
  - Der Hauptschalter ist gegen unplanmäßiges Wiedereinschalten zu sichern.

Vor jedem manuellen Eingriff an der Hydraulikkomponente:

Alle erforderlichen Angaben zur Druckentlastung und zu den Hydraulikkomponenten, die nicht selbstständig druckentlastet werden, sind der jeweiligen Betriebsanleitung zu entnehmen.

- Zylinder sind in die sichere Endlage zu fahren.
- Alle Lasten sind abzusenken.
- Alle Pumpen sind abzuschalten.
- Alle Vertikalzylinder sind mechanisch gegen Absinken abzustützen. An angehobenen Einheiten dürfen Instandhaltungsarbeiten nicht ohne externe Absicherung durchgeführt werden.
- Vorhandene Druckspeicher sind fachgerecht zu entlasten.
- Die Druckversorgung ist abzuschalten und die Hydraulikbaugruppe gegen unplanmäßiges Wiedereinschalten zu sichern.

- Es ist sicherzustellen, dass sich nur autorisiertes Personal im Arbeitsbereich aufhält.
- Die erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen sind zu benutzen.
- Die zu öffnenden Systemabschnitte und Druckleitungen sind vor Beginn der Instandhaltung abkühlen zu lassen.
- Noch unter Druck stehende Segmente sind langsam zu öffnen.
- Aufgrund von Rückschlagventilen in den Druckleitungen über den Pumpen kann das hydraulische System auch nach der Trennung von der eigentlichen Druckversorgung noch unter Druck stehen. Einige Segmente, z. B. die Servozylinder, bleiben durch die Sperrstellung der Proportionalventile auch weiterhin unter Druck (im Hydraulikplan sind alle Ventile in Grundstellung eingezeichnet).
- Nur neue, baugleiche und geprüfte Komponenten, Ersatzteile und Schmierstoffe in Erstausrüsterqualität sind für den Austausch/Einsatz zugelassen.
  Der Einbau von gebrauchten und ungeprüften Komponenten ist aus Sicherheitsgründen strengstens verboten.
- Während der Instandhaltung, die unter Umständen eine Entfernung bestimmter Schutzvorrichtungen bedingt, dürfen Maschinenbewegungen nur mit erhöhter Wachsamkeit durchgeführt werden. Die Schutzvorrichtungen sind vor jeder (Wieder)Inbetriebnahme wieder ordnungsgemäß zu installieren und auf Funktionstüchtigkeit zu prüfen.
- Schweiß-, Brenn- oder Schleifarbeiten am Hydraulikaggregat oder dessen Aufbauten dürfen nur nach Genehmigung durch die örtlichen Sicherheitsbeauftragten und mit passender Schutzabdeckung gegen Verunreinigen durchgeführt werden.
- Bei Montagearbeiten über Körperhöhe des Betreibers sind vorgesehene Aufstiegshilfen und Arbeitsbühnen zu verwenden. Anlagenteile dürfen nicht als Aufstiegshilfe benutzt werden.
- Werkzeuge und Geräte, die zur Instandhaltung nötig waren, sind aus der Maschine/Anlage zu entfernen.
- Leckagen sind stets sofort zu beseitigen.
- Das Personal ist stets vor einem (Wieder) Anlauf des Maschine/Anlage zu informieren.

C Prüfumfang „Sichtprüfung“

(vor Erst- oder Wiederinbetriebnahme)

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Entspricht die hydraulische Steuerung einschließlich der Verbindungen der einzelnen Bauteile dem Hydraulikplan und der Anlagenbeschreibung?	☐
• Stimmen die auf dem Typenschild und in der Betriebsanweisung angegebenen Daten mit den Daten der bereitgestellten Energien überein?	☐
• Sind für alle zugeführten Energien Hauptbefehlseinrichtungen vorhanden?	☐
• Sind Einrichtungen zum Abbau der Energie (Druckentlastungseinrichtungen) vorhanden?	☐
• Sind alle Mess-, Entlüftungs- und Ablassstellen sowie alle Bauteile in Übereinstimmung mit dem Hydraulikplan gekennzeichnet?	☐
• Sind die Hydraulikventile, die als „Einrichtung zur Befreiung von Personen“ genutzt werden, in Übereinstimmung mit der Betriebsanleitung gekennzeichnet?	☐
• Sind Überwachungseinrichtungen für alle sicherheitsrelevanten Anlagenparameter (z. B. Druck, Volumenstrom, Temperatur, Ölstand) installiert und einzusehen?	☐
• Sind alle Stellteile zweckmäßig gekennzeichnet und sicher, schnell und eindeutig zu bedienen (besonders bei manuell gesteuerten Anlagen)?	☐
• Sind die Einstellwerte an allen einstellbaren hydraulischen Bauteilen (z. B. Druckbegrenzungsventile, Drosselventile, Druckschalter) in Übereinstimmung mit dem Hydraulikplan gekennzeichnet?	☐
• Sind alle Warnschilder (insbesondere für Hydrospeicher und anderweitig gespeicherte Energie) vorhanden?	☐
• Sind alle Rohrleitungen gemäß Hydraulikplan und -stückliste ausgewählt und installiert und gemäß Abs. 4.2 eingebaut?	☐
• Sind alle Schlauchleitungen gemäß Hydraulikplan und -stückliste ausgewählt, installiert, gekennzeichnet und gemäß Abs. 4.3.4 eingebaut?	☐

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Sind Schlauchleitungen nicht in Leitungsbereichen mit erhöhten Anforderungen (z. B. Hochhalten einer Last) eingesetzt?	☐
• Ist an Schlauchleitungen, wenn erforderlich, ein wirksamer Schutz gegen Aufpeitschen und/oder Austritt von Druckflüssigkeit vorhanden?	☐
• Sind alle Sicherheitseinrichtungen installiert und entsprechen der Anlagenbeschreibung?	☐
• Sind vorgesehene Not-Halt-Einrichtungen vorhanden?	☐
• Wurde eine Ausrüstungs- und Aufstellungsprüfung für die eingesetzten Hydrospeicher (und gegebenenfalls weitere Druckgeräte)durchgeführt?	☐

D Prüfumfang „Funktionsprüfung“

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Sind die Einstellwerte aller einstellbaren hydraulischen Bauteile entsprechend der Kennzeichnung eingestellt und ist die Einstellung gesichert?	☐
• Erfüllt die hydraulische Steuerung die bestimmungsgemäße Funktion und entspricht diese der Anlagenbeschreibung?	☐
• Funktionieren alle Sicherheitskreise entsprechend der Anlagenbeschreibung?	☐
• Sind die Not-Halt-Einrichtungen wirksam und entspricht ihre Wirkung der Anlagenbeschreibung?	☐
• Ist ein Wiederingangsetzen erst nach erfüllten Sicherheitsbedingungen möglich?	☐
• Entstehen durch Betätigen von Not-Halt-Einrichtungen keine zusätzlichen Gefährdungen und nach Entrasten kein selbsttätiger Anlauf?	☐
• Es entstehen keine Gefährdungen im Zusammenspiel mit verketteten Anlagen (Verriegelungen)?	☐
• Wirken die Befehlseinrichtungen für Ingangsetzen und Stillsetzen entsprechend der Anlagenbeschreibung?	☐
• Funktionieren alle Überwachungseinrichtungen der sicherheitsrelevanten Anlagenparameter?	☐
• Sind die Einrichtungen zum Abbau noch vorhandener Energie nach Trennen von der Energieversorgung wirksam und gefahrlos anzuwenden?	☐
• Führt Ein- und Ausschalten der Energieversorgung, Energiereduzierung sowie Ausfall und Wiederkehr der Energie nicht zu Gefährdungen?	☐
• Ergeben sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage keine außergewöhnlich hohen Druckstöße oder Druckverstärkungen?	☐

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Bei der Prüfung jeden Teils der hydraulischen Anlage mit dem maximalen Betriebsdruck, der unter allen beabsichtigten Anwendungen erreicht werden kann, – sind keine messbaren Leckagen aufgetreten? – haben alle hydraulischen Bauteile dem Druck standgehalten?	☐
• Überschreitet die Anlagentemperatur nicht die in der Anlagenbeschreibung festgelegten Grenzwerte?	☐
• 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 etc.)?	☐

E Prüfumfang „Sichere Bereitstellung und Benutzung“

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Entsprechen die Einsatz- und Umgebungsbedingungen der Maschine noch der bestimmungsgemäßen Verwendung? Hierzu müssen z. B. beachtet werden: – Art des Produkts, Taktzeiten, Stückzahlen – Drücke, Volumenströme und Temperaturen im hydraulischen System – verwendete Druckflüssigkeit(en) – Geschwindigkeiten/Anhaltezeiten der Gefahr bringenden Bewegungen – bewegte/hochgehaltene Massen – Zufuhr- und Entnahmeart – Ort der Aufstellung – äußere Einflüsse (z. B. Schwingung, Feuchtigkeit, Verschmutzung, mechanische Einwirkungen, Umgebungstemperatur etc.) – Lage der Transportwege und Art der Transportmittel – Platz und Zugang für Betrieb und Instandhaltung – Anordnung und Anbau von Zusatzeinrichtungen – Wechselwirkung mit anderen Maschinen	☐
• Ist die Benutzerinformation des Herstellers noch vollständig und vorhanden?	☐
• Sind alle in der Benutzerinformation aufgeführten Sicherheitseinrichtungen noch vorhanden und installiert?	☐
• Funktionieren alle Sicherheitseinrichtungen entsprechend der Anlagenbeschreibung, z. B. – Sicherheitsabstände (insbesondere nach Änderung der Einsatzbedingungen) – Sekundäre Schutzmaßnahmen (insbesondere nach Änderungen der Einsatz- und Umgebungsbedingungen)?	☐
• Sind die vorgesehenen Not-Halt-Einrichtungen vorhanden, wirksam und entspricht die Wirkung der Anlagenbeschreibung?	☐

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Ist ein erneutes Ingangsetzen erst nach Wiederherstellen des sicheren Zustands möglich?	☐
• Entstehen durch Betätigen von Not-Halt-Einrichtungen keine zusätzlichen Gefährdungen und nach Entrasten kein selbsttätiger Anlauf?	☐
• Entstehen keine Gefährdungen im Zusammenspiel mit verketteten Anlagen (Verriegelungen)?	☐
• Wirken die Befehlseinrichtungen für Ingangsetzen und Stillsetzen entsprechend der Anlagenbeschreibung?	☐
• Sind die Einstellwerte aller einstellbaren hydraulischen Bauteile (z. B. Druckbegrenzungsventile, Drosselventile, Druckschalter) entsprechend den Vorgaben eingestellt und die Einstellung gesichert?	☐
• Funktionieren alle Überwachungseinrichtungen der sicherheitsrelevanten Anlagenparameter (z. B. Druck, Volumenstrom, Temperatur, Ölstand)?	☐
• Sind alle Hinweis- und Warnschilder sowie Kennzeichnungen an Bauteilen, Leitungen, Messstellen, Anschlussöffnungen, Druckentlastungseinrichtungen oder dergleichen noch vorhanden und lesbar?	☐
• Wirken alle Druckentlastungs- und Absperreinrichtungen einschließlich deren Einrichtungen gegen unbefugtes Wiedereinschalten in der vorgesehenen Weise?	☐
• Weisen die eingesetzten Schlauchleitungen keine der in Abs. 4.3.5 genannten Mängel auf? Bei festgestellten Mängeln ist nach Abs. 4.3.6 zu verfahren.	☐
• Sind die Schutzmaßnahmen gegen Aufpeitschen und/oder Austritt von Druckflüssigkeit an den relevanten Schlauchleitungen noch vorhanden bzw. installiert?	☐

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt
• Wurden die Fristen für wiederkehrende Prüfungen an den eingesetzten Druckgeräten (Hydrospeicher) eingehalten? Gegebenenfalls sind diese vom Betreiber durchzuführen bzw. zu veranlassen.	☐
• Wurden die vom Hersteller empfohlenen Wartungsintervalle eingehalten bzw. die Verwendungsdauer von Verschleißteilen beachtet?	☐
• Wurden die empfohlenen Wechselintervalle für die Druckflüssigkeit sowie für die Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Reinheitsklasse beachtet?	☐
• Bei Änderungen an der Maschine und in der hydraulischen Anlage (Steuerung und Ausrüstung) sowie nach größeren Instandsetzungsarbeiten, insbesondere wenn diese mit Neuverrohrung verbunden sind, muss der Prüfumfang wie für Neuanlagen gemäß Abs. 7.2 sinnvoll erweitert werden, wie z. B.: – Aufbau und Funktion der hydraulischen Steuerung – Druckstöße, Druckverstärkungen – Druckprüfung – Maximale Anlagentemperatur und Geräuschpegel – Energieversorgung (Ein- und Ausschalten, Reduzierung, Ausfall und Wiederkehr) – Auswahl und Einbau von zusätzlichen bzw. neu installierten Rohr- und Schlauchleitungen	☐
• Wurden alle Änderungen erfasst und sind diese in die Dokumentation der Maschine eingeflossen?	☐

F Mitwirkung von Beschäftigten

Aus der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

Allgemeine Unterstützungspflichten und Verhalten

§ 15 (1) Die Versicherten sind verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Unternehmers für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie für Sicherheit und Gesundheitsschutz derjenigen zu sorgen, die von ihren Handlungen oder Unterlassungen betroffen sind. Die Versicherten haben die Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu unterstützen. Versicherte haben die entsprechenden Anweisungen des Unternehmers zu befolgen. Die Versicherten dürfen erkennbar gegen Sicherheit und Gesundheit gerichtete Weisungen nicht befolgen.

(2) Versicherte dürfen sich durch den Konsum von Alkohol, Drogen oder anderen berauschenden Mitteln nicht in einen Zustand versetzen, durch den sie sich selbst oder andere gefährden können.

(3) Absatz (2) gilt auch für die Einnahme von Medikamenten.

Besondere Unterstützungspflichten

§ 16 (1) Die Versicherten haben dem Unternehmer oder dem zuständigen Vorgesetzten jede von ihnen festgestellte unmittelbare erhebliche Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit sowie jeden an den Schutzvorrichtungen und Schutzsystemen festgestellten Defekt unverzüglich zu melden. Unbeschadet dieser Pflicht sollen die Versicherten von ihnen festgestellte Gefahren für die Sicherheit und Gesundheit und Mängel an Schutzvorrichtungen und Schutzsystemen auch der Fachkraft für Arbeitssicherheit, dem Betriebsarzt oder dem Sicherheitsbeauftragten mitteilen.

(2) Stellt ein Versicherter fest, dass im Hinblick auf die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren
- ein Arbeitsmittel oder eine sonstige Einrichtung einen Mangel aufweist,
- Arbeitsstoffe nicht einwandfrei verpackt, gekennzeichnet oder beschaffen sind oder
- ein Arbeitverfahren oder Arbeitsabläufe Mängel aufweisen,

hat er, soweit dies zu seiner Arbeitsaufgabe gehört und er über die notwendige Befähigung verfügt, den festgestellten Mangel unverzüglich zu beseitigen. Andernfalls hat er den Mangel dem Vorgesetzten unverzüglich zu melden.

Benutzung von Einrichtungen, Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen

§ 17 Versicherte haben Einrichtungen, Arbeitsmittel und Arbeitsstoffe sowie Schutzvorrichtungen bestimmungsgemäß und im Rahmen der ihnen übertragenen Arbeitsaufgaben zu benutzen.

Zutritts- und Aufenthaltsverbote

§ 18 Versicherte dürfen sich an gefährlichen Stellen nur im Rahmen der ihnen übertragenen Aufgaben aufhalten.

Anhang 2

Literaturverzeichnis

Zusammenfassung von Rechtsnormen, die bei Hydraulik-Instandhaltungsarbeiten besonders zu beachten sind.

1. Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln

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

- „Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)“
- „Betriebssicherheitsverordnung“ (BetrSichV)
- „Gefahrstoffverordnung“ (GefStoffV)
- „Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung“ (Lärm-Vibrations-ArbSchV)
- „Produktsicherheitsgesetz“ (ProdSG)
- TRBS 1112 Technische Regel für Betriebssicherheit „Instandhaltung“
- TRBS 1112-1 Technische Regel für Betriebssicherheit – Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilung und Schutzmaßnahmen“
- TRBS 1201 Technische Regel für Betriebssicherheit „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“
- TRBS 1203 Technische Regel für Betriebssicherheit „Befähigte Personen“
- TRGS 150 „Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen, die durch die Haut resorbiert werden können – Hautresorbierbare Gefahrstoffe“
- TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“

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

Bezugsquelle:
Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Unfallverhütungsvorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- DGUV Vorschrift 52 und 53 „Krane“
- DGUV Vorschrift 54 und 55 „Winden, Hub- und Zuggeräte“
- DGUV Information 68 und 69 „Flurförderzeuge“
- DGUV Vorschrift 70 und 71 „Fahrzeuge“

Regeln

- DGUV Regel 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“
- DGUV Regel 101-003 „Umgang mit beweglichen Straßenbaumaschinen“
- DGUV Regel 101-005 „Hochziehbare Personenaufnahmemittel“
- DGUV Regel 109-009 „Fahrzeuginstandhaltung“
- DGUV Regel 112-189 und 112-989 „Benutzung von Schutzkleidung“
- DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“
- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“
- DGUV Regel 113-020 „Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“
- DGUV Regel 114-007 „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Luftfahrzeug-Instandhaltung“

Informationen

- DGUV Information 201-029 „Handlungsanleitung für die Auswahl und den Betrieb von Arbeitsplattformen an Hydraulikbaggern und Ladern“
- DGUV Information 208-016 „Umgang mit Leitern und Tritten“
- DGUV Information 209-015 „Instandhaltung – sicher und praxisgerecht durchführen“
- DGUV Information 212-017 „Allgemeine Präventionsleitlinie Hautschutz – Auswahl, Bereitstellung und Benutzung“

3. Normen

Bezugsquelle:
Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

- DIN EN ISO 4413:2011/04 Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile

4. Sonstige Schriften

Bezugsquelle:
Fachbereich Holz und Metall, Postfach 3780, 55027 Mainz

- DGUV-Information FB HM-015 „Hydraulikschlauchleitungen - Prüfen und Auswechseln“ von 03/2018

Bezugsquelle:
Bosch Rexroth AG, Postfach 300240, 70442 Stuttgart

- Allgemeine Betriebsanleitung 0/1 von Bosch, Ausgabe 1.0

5. Literaturhinweise

Bezugsquelle:
Fachbereich Holz und Metall,Postfach 3780, 55027 Mainz

- DGUV-Information FB HM-042 „Hydropneumatische Druckspeicher“, von 06/2017

Abbildungsnachweis

Die Abbildungen und Grafiken in dieser Information wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von den Mitgliedern des Expertenkreis Hydraulik u. Pneumatik der UVT im Themenfeld des Fachbereichs Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Robotik, Fertigungsautomation (ehemals Werkzeugmaschinen und Blechbearbeitung), Themenfeld Hydraulik und Pneumatik, Isaac-Fulda-Allee 18, 55124 Mainz.

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de