

Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation

## Hydraulikleckage

### Vermeidung äußerer Leckage an Hydrauliksystemen

Stand: 01.10.2018

An Maschinen und Anlagen mit hydraulischen Ausrüstungen befinden sich zahlreiche Verbindungsstellen zwischen den einzelnen betriebsmäßig unter Druck stehenden Komponenten.

Aus unterschiedlichen Gründen können an diesen Verbindungsstellen gelegentlich Hydraulikfluide austreten. Diese sogenannte äußere Leckage kann zu Gefährdungen führen, wie Hautproblemen von Bedienern und Instandhaltern, Rutschgefahren auf Maschinenpodesten und Hallenböden sowie Brandgefährdung. Die Leckage sollte unbedingt sofort lokalisiert und beseitigt werden. Hydrauliköle müssen vollständig aufgenommen bzw. entfernt werden.



Bild 1: Äußere Leckage

## 1 Gefährdungen durch Hydraulikleckage

An Maschinen und Anlagen mit hydraulischer Ausrüstung zeigt sich oftmals nach einiger Betriebszeit ungewollter Austritt von Hydraulikflüssigkeit (siehe Bild 1). Dies wird zwar als Begleiterscheinung an älteren Hydrauliksystemen

## Inhalt

1	Gefährdungen durch Hydraulikleckage...	1
2	Maßnahmen beim Hersteller.....	2
3	Maßnahmen beim Betreiber .....	7
4	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen.....	8

gelegentlich übersehen, sollte aber dennoch sofort lokalisiert und beseitigt werden. Bei Hydraulikleckage handelt es sich um eine Gefährdung und Belastung der dort arbeitenden Personen und der Umwelt.

Hydraulikflüssigkeiten zählen im Allgemeinen zu den Gefahrstoffen, zu denen die Sicherheitsdatenblätter gezielte Schutzmaßnahmen vorgeben. Diese betreffen alle Arbeiten an Hydraulikkomponenten, deren Prüfungen, den Austausch z. B. von Schlauchleitungen, sowie das Befüllen des Hydrauliksystems mit Hydraulikflüssigkeit, aber auch die ungewollt austretende Hydraulikflüssigkeit an Verbindungsstellen.

Eine Reihe verschiedener Gefährdungen infolge sogenannter äußerer Leckage ist in Tabelle 1 aufgestellt.

Grundsätzlich muss der Hersteller des Hydrauliksystems vor der Übergabe durch ausreichend langen Probetrieb prüfen, ob das Hydrauliksystem leckagefrei arbeitet. Etwaige Fehler müssen sofort lokalisiert und beseitigt werden. Der Betreiber muss bei seiner Inbetriebnahme prüfen, ob die Maschine beziehungsweise das Hydrauliksystem leckagefrei arbeitet.

Hautkontakt mit Hydraulikflüssigkeiten sollte vermieden werden. Die entsprechenden Schutzmaß

nahmen wie geeignete Schutzhandschuhe oder Hautschutzcremes sind ausführlich in der DGUV-Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“ [1] sowie der DGUV-Regel 113-020 „Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“ [2] beschrieben.

### Gefährdungen durch ausgetretene Hydraulikflüssigkeit

- Erkrankung der Haut durch Kontakt mit Hydraulikflüssigkeit
- Rutsch- und Sturzgefährdung auf Maschinenbühnen, -podesten und auf Böden
- Brandgefährdung
- Unbeabsichtigte Maschinenbewegungen (z. B. langsames Absinken der durch Schwerkraft belasteten Achsen)
- Umweltgefährdung

**Tabelle 1:** Gefährdungen durch äußere Leckage

Ausgetretene Hydraulikflüssigkeiten sammeln sich z. B. auf den unterhalb der Austrittsstelle befindlichen waagerechten Flächen. Dies können Maschinenabdeckungen oder begehbare Flächen wie Maschinenpodeste oder Hallenböden sein. Das Rutschen und Stürzen auf öligen Flächen kann nur dadurch unterbunden werden, dass die ausgetretenen Hydraulikflüssigkeiten vollständig aufgenommen bzw. entfernt werden. In Bild 2 ist ein „Ölunfallwagen“ zu sehen mit dem bei Bedarf Ölbindemittel, Kehrgerät und Entsorgungsbehälter umgehend zur Gefahrstelle gebracht werden können.



**Bild 2:** Ölunfallwagen

Weitere Sammelpunkte für ausgetretene Flüssigkeiten sind Senken, oder sie liegen unterhalb lokaler tiefster Leitungspunkte.

Abgesehen davon, dass die Arbeitskleidung der Bediener durch äußere Leckagen verunreinigt

werden kann, stellen diese ausgetretenen Hydraulikflüssigkeiten auch Verschmutzungs- und Rutschgefährdungen für Besucher, Kunden und Auditoren dar und hinterlassen nicht den besten Eindruck bezüglich der Betriebseinrichtungen.

Darüber hinaus stellen die meisten Hydraulikflüssigkeiten auch eine Brandgefährdung dar, wenngleich die Flammpunkte über 200°C liegen. Ausgetretene Hydraulikflüssigkeiten sind stets sofort zu entfernen und auch benetzte brennbare Materialien wie Kartonagen sind zu entsorgen. Im Umfeld ölhydraulischer Systeme sind Zündquellen nicht zulässig.

Durch die austretende Hydraulikflüssigkeit besteht die Gefahr unbeabsichtigter Maschinenbewegungen, z. B. in dem sich durch Schwerkraft belastete Achsen langsam absenken. Gerade mengenmäßig kleine Leckage-Volumenströme lassen ein allmähliches Absinken kaum erkennen. Andererseits sprechen technische Schutzmaßnahmen wie Leitungsbruchsicherungen noch nicht an.

Leckagen an Steuerleitungen können außerdem Fehlfunktionen durch sich verändernde Druckverhältnisse auslösen, welche dann zu Gefahr bringenden unbeabsichtigten Maschinenbewegungen führen können.

Unkontrollierte ausgetretene Hydraulikflüssigkeit führt zudem zu einer Umweltgefährdung, wenn die Flüssigkeit ins Erdreich oder Grundwasser eindringt. Die Meldepflichten sind zu beachten.

## 2 Maßnahmen beim Hersteller

Die für Hersteller von Maschinen bzw. von deren hydraulischer Ausrüstung gültige europäische Norm DIN EN ISO 4413 [3] verlangt in Abschnitt 5.2.5, dass auch externe Leckage nicht zu Gefährdungen führen darf. In Abschnitt 6 der DIN EN ISO 4413 wird gefordert, dass der Hersteller der hydraulischen Anlage diese hinsichtlich Leckage zu überprüfen hat.

Diese Prüfungen sollten von ihrer zeitlichen Dauer so bemessen und vom Ablauf so gestaltet sein, dass sie bei stabilisierter Betriebstemperatur durchgeführt und unter Einfluss von Betriebswärme und betriebsbedingter Vibration alle Schwachstellen erkannt werden und danach vor der Übergabe an den Betreiber behoben werden.

Außer einer Feuchtigkeit, die nicht ausreicht, um einen Tropfen zu bilden, ist gemäß DIN EN ISO

4413 Abschnitt Nr. 6 d) keine messbare unbeabsichtigte Leckage erlaubt.

Da es einerseits kaum möglich erscheint, äußere Leckage im hydraulischen System vollständig dauerhaft aus-zuschließen und es andererseits betriebstechnisch kaum sinnvoll erscheint, die gesamte hydraulische Ausrüstung einer Maschine (und damit mögliche Stellen der äußeren Leckage) von der Umgebung vollkommen hermetisch zu trennen, bleibt dem Hersteller einer Maschine meist keine andere Möglichkeit, als die Hydraulikanlage derart zu gestalten, dass diese für möglichst lange Betriebszeit frei von äußerer Leckage bleibt (siehe Bild 3).



Bild3: Leckagefreie ältere Mobilhydraulik

## 2.1 Dimensionierung des Leitungssystems

Die DIN EN ISO 4413 verlangt in Abschnitt 5.2.1.1, dass *„alle Bauteile und das Leitungssystem einer Anlage so ausgewählt oder ausgelegt werden müssen, dass sie für Sicherheit während des Betriebs sorgen, und dass sie innerhalb der bei ihrem Entwurf festgelegten Grenzen arbeiten, wenn die Anlage in der beabsichtigten Weise betrieben wird.“*

Alle Komponenten des Leitungssystems (Rohre, Hydraulik-Schlauchleitungen, Steuerleitungen

usw.) sind also entsprechend Pumpenförderstrom, Betriebsdruck und Umgebungsbedingungen (Vibration, Schock) auszuwählen.

Insbesondere ist darauf zu achten, dass Druckspitzen vermieden werden und - sofern dies nicht möglich ist – möglichst an der Entstehungsstelle abgebaut werden. Hierzu sind Sekundärabsicherungen wie schnell ansprechende Ventile zur Druckbegrenzung erforderlich. Dies betrifft insbesondere die Stellen, wo äußere Kräfte einwirken. Druckspitzen werden mit mechanisch wirkenden Manometern nicht erkannt. Daher sind zu deren Nachweis hochdynamische digitale Messgeräte erforderlich.

Zusätzliche Dämpfungselemente können helfen, die Auswirkung von Druckspitzen weiter zu reduzieren. Dazu zählen z. B. Leitungsabschnitte mit Hydraulik-Schlauchleitungen, welche aufgrund der elastischen Eigenschaften die verbleibenden Druckspitzen abmildern können. Auch Hydrospeicher können als Dämpfungselemente eingesetzt werden.

Rohrleitungen, insbesondere gebogene Rohre, sind von ihrer Länge her derart zu bemessen, dass diese nach der Montage mit den Armaturen ohne Verspannen passgenau in die gewünschte Verbindungsstelle eingebaut werden können. Hydraulik-Schlauchleitungen müssen unter Beachtung der Einbauverhältnisse derart abgelängt sein, dass sie auch bei allen möglichen Maschinenbewegungen und auftretenden Betriebsdrücken nicht aus den Armaturen ausreißen.

Werden die verschiedenen Maßnahmen zur Vermeidung äußerer Leckage bereits bei der Herstellung der Maschine beachtet und angewendet und behebt auch der Betreiber etwaige äußere Leckagen umgehend und fachgerecht, werden mögliche Leckagen und die zugehörigen Gefährdungen auch nach einer Reihe von Betriebsjahren noch vermieden.

## 2.2 Leitungsverbindungen

Grundsätzlich bedeutet jede Verbindungsstelle zwischen Druck führenden Teilen oder zwischen diesen Teilen und der Außenwelt eine mögliche Leckage-Quelle. Daher ist die Anzahl der Verbindungsstellen auf das notwendige Minimum zu reduzieren.

Einige Hersteller von Hydraulikaggregaten empfehlen beispielsweise, Steuerblöcke und Ventilverkettungen bzw. Höhenverkettungen als Segmente vorzumontieren und diese vor dem nächsten Zusammenbau zu prüfen. Beim

Zusammenbau der Segmente zur Gesamtsteuerung reduziert sich die Anzahl verbleibender Verbindungsstellen und damit die Anzahl der Stellen möglicher Undichtigkeiten.

Außerdem muss ausreichend Platz vorhanden sein, um Werkzeuge zum Anziehen von Verschraubungen mit den laut Verschraubungstabellen der Verschraubungshersteller erforderlichen Drehmomenten anzusetzen und zu betätigen.

## 2.3 Ausrichtung von Verbindungen

Bei der Konstruktion der hydraulischen Anlage ist ferner darauf zu achten, dass die Verbindungen auf einer Achse ausgerichtet sind. Die Bohrungen bzw. Mittellinien der zu verbindenden Bauteile müssen auf der gleichen Mittellinie liegen. Die Passflächen von Ventilblöcken müssen exakt zu den Flächen der Anschlussplatten passen. Die Ausrichtung von Passflächen mit Leitungsbohrungen, welche durch abdichtende O-Ringe abgedichtet werden, muss planparallel zentriert erfolgen.

Spannungen in Anschlussleitungen infolge nicht ganz präzise ausgerichteter Verbindungen müssen grundsätzlich vermieden werden.

## 2.4 Einbau von Ventilen

Der Einbau von Ventilen darf nur mit äußerster Sorgfalt und Sauberkeit erfolgen. Auf korrekten Sitz von O-Ring-Dichtelementen innerhalb von Ventilverkettungen (Höhenverkettungen, Mehrfachverkettungen) ist beim Einbau zu achten. Ein „Ankleben“ der O-Ringe mittels Maschinenfett hält diese beim Zusammenbau der Ventile an der gewünschten Stelle fest.

Der Zusammenbau von Ventilen bzw. Ventilblöcken zu sogenannten Höhenverkettungen hat stets unter Berücksichtigung der Reihenfolge für die Verkettungen zu erfolgen. Dabei ist die Einbaulage zu beachten. Es sind Befestigungsschrauben zu wählen, die mit den im Ventil-Datenblatt angegebenen Abmessungen und Festigkeitsklassen (z. B. 10.9) übereinstimmen. Die Schrauben sind gleichmäßig und exakt mit dem ebenfalls im Ventil-Datenblatt vorgegebenen Drehmoment anzuziehen (...nach „fest“ kommt „lose“ bzw. „teuer“).

Einschraub-Ventile sollten von Hand eingeschraubt werden und das vorgegebene Drehmoment mit einem dafür geeigneten Drehmoment-schlüssel aufgebracht werden. Auf die exakte Einhaltung des vom Hersteller angegebenen Anziehdrehmomentes ist unbedingt zu achten.

Motorgetriebene Einschraubhilfen wie Druckluftschrauber, Elektroschrauber o. ä. sollten nicht verwendet werden. Wird dennoch eine Einschraubhilfe verwendet, so darf die Einschraubgeschwindigkeit nicht höher sein als beim Einschrauben von Hand.

Ferner ist zu beachten, dass die O-Ringe bzw. die Dichtungen in Verschraubungen nur eine begrenzte Haltbarkeit haben. Diese Dichtelemente dürfen nicht übermäßig lange gelagert werden. Vor dem Einbau der Dichtungen werden diese meist geölt, da sie sonst bereits bei der Montage an ihrer Oberfläche zerstört und damit Gefahr laufen würden, frühzeitig für Undichtigkeit zu sorgen. Ob die Dichtungen geölt werden dürfen, hängt vom verwendeten Fluid ab. So quellen beispielsweise EPDM- oder NBR-Dichtungen beim Ölen mit Skydrol bereits auf.

## 2.5 Leitungsbau

Bei der Herstellung einer Druckleitung sind die Montagevorschriften der Bauteilhersteller bzw. die Werksnormen zu beachten.

### 2.5.1 Rohrleitungen

Für Hydraulikrohrleitungen sind genormte kaltgezogene Präzisionsstahlrohre zu verwenden. Bei deren Auswahl sind die Rohrquerschnitte und die zulässigen Betriebsdrücke zu beachten. Die nominalen Betriebsdrücke (Katalogangaben) gelten nur bei geraden Rohren.

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

Beim Sägen von Rohrleitungen ist darauf zu achten, dass die Schnitte exakt rechtwinklig zur Rohrachse verlaufen und die Enden nach dem Sägen sorgfältig entgratet werden. Das ganze Rohr ist anschließend zu reinigen. Sogenannte „Rohrabschneider“ dürfen zum Ablängen nicht verwendet werden.

Mit NC-Maschinenteknik ist es möglich, eine Vielzahl von Rohrabschnitten wiederkehrend absolut präzise auf die laut Zeichnung erforderlichen Maße abzulängen und derart zu biegen, dass diese mit den Verschraubungssystemen konzentrisch fluchtend in allen erforderlichen Durchführungen passgenau und spannungsfrei eingebaut werden können.

Das Biegen von Rohren zu Rohrbögen mit dem jeweils gewünschten Biegewinkel hat unter Beachtung der Angaben zu Biegeradien auf entsprechenden Vorrichtungen, z. B. Rohrbiegemaschine, exakt zu erfolgen. Die Rohre dürfen beim Biegen nicht geknickt werden. Ein Zurückbiegen zu weit gebogener Rohrbögen ist zu vermeiden. 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.

Die Verschraubungen und Dichtungen müssen dabei auf den Einsatzfall abgestimmt ausgewählt werden. Insbesondere müssen Schneidringe an Rohrverschraubungen genau nach Herstelleranleitung montiert werden.

Vibrationen in Maschinen und Anlagen sorgen für ein Vibrieren der Rohrleitungen und der Verbindungsstellen. Ohne ausreichende Befestigung vibrieren die Leitungsstücke in der Verschraubungsebene. Dadurch löst sich die Verschraubung und wird undicht. An den Übergangsstellen von Rohr- auf Hydraulik-Schlauchleitungen muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Rohrleitung an der Maschinenkonstruktion fixiert ist. Auch wenn Vibrationen von leicht überstehenden Rohrleitungen für das Auge kaum sichtbar erscheinen, zerstören diese Vibrationen die Schraubverbindung.

Rohrleitungen sind mittels Rohrklemmen zu befestigen. Für den Befestigungsabstand zwischen zwei Leitungshalterungen gerader Leitungen empfiehlt die DIN EN ISO 4413 folgende bewährte Abstände (s. Tabelle 2):

Leitungsdurchmesser	Befestigungsabstand bei gerader Leitung
bis 10 mm	0,6 m
über 10 mm bis 25 mm	0,9 m
über 25 mm bis 50 mm	1,2 m
über 50 mm	1,5 m

**Tabelle 2:** Abstände Gefährdungen durch äußere Leckage

Weitere Hinweise zu Rohrleitungen sind in der DGUV-Information 209-070 Abschnitt 4.2 zu finden.

Die Befestigung von Rohrleitungen ist dabei so zu gestalten, dass ein Los- und ein Festlager vorhanden sind. Eine Kräftekompensation der axialen Rohrlängenänderung durch Temperaturerhöhung muss gegeben sein, da die Schubkräfte sonst die Rohrverbindung zerstören können.

Leitungen müssen möglichst vibrationsfrei verlegt sein. Dazu eignen sich Unterbrechungen durch Übergangsteile mit Bauweisen bzw. Materialien von stark abweichender Impedanz. So können z. B. geeignete Hydraulik-Schlauchleitungsstücke die Vibrationsübertragung auf weitere Rohrleitungen reduzieren.

Alle Rohrleitungen einschließlich Verschraubungen müssen vor Freigabe bis zum maximalen Betriebsdruck auf Dichtigkeit geprüft werden. Weisen Rohrleitungen dabei an den Verbindungen Leckagen auf, sind diese zu beseitigen. Dazu ist zunächst der drucklose Zustand herzustellen. Danach können im Rahmen der Herstellervorgaben nachfolgende Maßnahmen angewandt werden:

- Nachziehen von Verschraubungen,
- Nachziehen von Flanschverbindungen,
- Austausch von Dichtungen.

Grundsätzlich sind die Montageanleitungen der Verschraubungshersteller genau zu beachten. Nach korrekter Erstmontage einer Rohrverschraubung gemäß Herstellervorgaben ist eine *Wiedermontage* der Verschraubung (z. B. durch Kundendienst oder Betreiber) nur dann zulässig, wenn dies vom Verschraubungshersteller zugelassen ist.

Jeder Verschraubungshersteller hat ein anderes System und andere Werte für die drehwinkelabhängige Montage bzw. die zulässigen Drehmomente bei den jeweiligen Nennweiten.

Oft haben auch verschiedene Werke großer Unternehmen eine andere Spezifikation bzgl. der in einer Maschine oder Anlage zu verwendenden Verschraubungssysteme, was in der Lagerhaltung des Betreibers begründet ist. Der Hersteller einer Maschine muss diese speziellen Anforderungen dokumentieren und an seine Montage weiterleiten.

Die Montageanweisungen der Hersteller der Verschraubungssysteme sind unbedingt präzise einzuhalten (Drehmoment, Drehwinkel, oder Drehstrecke (Umfangsbogenabschnitt)). Die Monteure der Hersteller von Maschinen- bzw. Hydraulikanlagen sind über diese Besonderheiten der jeweiligen Verschraubungssysteme zu schulen bzw. zu unterweisen.

Die Montagehinweise der Verschraubungshersteller sind unbedingt zu beachten!

Bei Verwendung so genannter Flanschverbindungen (z. B. SAE-Flansche) zur Montage von

großen Rohren, Ventilblöcken oder Filtergehäusen werden oft elastische Dichtungen bzw. so genannte Flachdichtungen verwendet. Hierbei ist unbedingt für eine plane Auflagefläche bzw. einen planen Untergrund zu sorgen. Ist darüber hinaus die Oberflächenrauigkeit der Gegenseite des Flansches zu groß, kann keine Dichtigkeit erzielt werden. Es kommt zur so genannten Sickerleckage bzw. dem „Schwitzen“ der Verbindungsstelle. Es sind daher Oberflächenrauigkeiten von  $< 3 \mu\text{m}$  erforderlich.

Für die Flanschverbindungen sind Befestigungsschrauben zu wählen, die mit den angegebenen Abmessungen und Festigkeitsklassen (mindestens 10.9) übereinstimmen.

Bei übermontierten Verschraubungen ist dauerhaft keine Dichtigkeit mehr zu erzielen und die Verbindungen sind komplett neu herzustellen.

### 2.5.2 Hydraulik-Schlauchleitungen

Schadhafte Einbindung, Alterung, mechanische Beschädigung können zum Bersten der Hydraulik-Schlauchleitungen oder zu deren Undichtigkeiten führen. Daher ist bei Auswahl, Montage, Einbau und Betrieb mit entsprechender Sorgfalt vorzugehen.

Es wird empfohlen, Hydraulik-Schlauchleitungen fertig konfektioniert zu beziehen. Wird eine Hydraulik-Schlauchleitung selbst hergestellt, ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Bauteile (Schlauch und Armatur) hinsichtlich Abmessungen, Form, Druckstufe aufeinander abgestimmt und geprüft sind (siehe dazu auch DIN 20066 [4]). Hierzu sind die Vorgaben der Hersteller von Schlauch und Armatur unbedingt zu beachten.

Sofern die Einbindung selbst vorgenommen wird, dürfen hierfür nur vom Armaturenhersteller zugelassene Geräte und Vorrichtungen verwendet werden. 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. Bei mangelnden Kenntnissen ist der Besuch eines entsprechenden Lehrgangs bei einem Fachbetrieb erforderlich.

Nähere Hinweise zum Einbau sowie zur Prüfung von Hydraulik-Schlauchleitungen enthält die DGUV-Regel 113-020 „Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“ oder die Informationsschrift FB HM-015 „Prüfen und Auswechseln von Hydraulikschlauchleitungen“ [5].

### 2.5.3 Geeignete Werkstoffe

Insbesondere beim Einsatz von schwerentflammbaren Flüssigkeiten oder von biologisch abbaubaren Hydraulikölen müssen alle Hydraulik-Schlauchleitungen und alle Dichtungen auf das verwendete Fluid abgestimmt sein.

### 2.5.4 Weitere Leckagestellen

Eine weitere Leckagestelle stellen jene Punkte dar, bei denen verschiedene Werkstoffe kombiniert werden, z. B. werden Stahlverschraubungen in Aluminium-Ventilblöcke oder in die Rücklauf-Filter mit Aluminiumgehäuse eingeschraubt und montiert. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der verschiedenen Materialien an der Verbindungsstelle (Stahl, Aluminium) sollte der Einschraubzapfen grundsätzlich mit einer Elastomerdichtung verwendet werden (DIN EN ISO 8434-1 [6]). Hierbei darf das Drehmoment gegen Ende des Festziehens nur sehr vorsichtig gesteigert werden, da es kaum Vorgaben für die Montage gibt.

Werden Hydraulikanlagen aus Komponenten verschiedenster Werkstoffe zusammengesetzt wie z. B. Aluminium, Bronze, Stahl, Edelstahl, verzinkte Teile so kann es z. B. bei Berührung mit Seewasser nicht nur zu chemischen Reaktionen (Korrosion) kommen, es besteht unter Umständen sogar die Möglichkeit einer elektrochemischen Reaktion mit Erzeugung von elektrischen Strömen (die Hydraulikanlage wird teilweise zum galvanischen Element). Dabei besteht die Gefahr, dass sich in den Gewinden der Verschraubungen der Komponenten aus verschiedenen Metallen eine so genannte Spaltkorrosion bildet, welche nach einiger Zeit zu Leckage führt.

Undichtigkeiten an Hydraulikzylindern werden oft dadurch bedingt, dass die Führungen von Kolbenstange bzw. Kolben nicht präzise fluchten. Ferner sind geringfügigst verbogene oder radial belastete Kolbenstangen oft Ursache für einseitige Leckage an Kolbenstangenabdichtungen. In diesen Fällen leistet meist nur eine fachgerechte Instandsetzung des Zylinders die gewünschte Abhilfe.

Auf der Oberseite von Hydraulikbehältern finden sich oft auch Stopfen bzw. auch Leitungsdurchführungen die wenig abgedichtet sind. Hierbei handelt es sich um einfache Schraubdurchführungen. Ist der BelüftungsfILTER des Hydrauliktanks verstopft, kann das regelmäßige Austauschvolumen innerhalb des Tanks oberhalb des Flüssigkeitsspiegels für eine Vernebelung sorgen. Dieser Ölnebel kann nach einiger Zeit an den o. g nicht abgedichteten Durchführungen austreten.

Dann befinden sich oft auf den Hydrauliktanks Ölreste. Daher sind Stopfen von Zeit zu Zeit auszuwechseln und Belüftungsfiler regelmäßig entsprechend der Wartungsvorgaben zu erneuern.

### 3 Maßnahmen beim Betreiber

Der Betreiber muss bei der Inbetriebnahme der neuen Maschine prüfen, ob das Hydrauliksystem leckagefrei arbeitet. Dabei sind alle Hydraulik-Schlauchleitungen, Rohre und Verschraubungen auf äußere Leckage hin zu inspizieren.

Leckagestellen sind dem Hersteller der Maschine bzw. des Hydrauliksystems mitzuteilen und es ist auf eine umgehende Beseitigung hinzuwirken.

Der Betreiber hat verschiedene Einflussmöglichkeiten, die sich auf eine mögliche Leckage beim weiteren Betrieb seiner hydraulischen Anlage auswirken. Der Einsatz qualifizierter Instandhalter, eine vorbeugende Wartung, die regelmäßige Prüfung und Instandhaltung der Anlagen, das rechtzeitige Austauschen von Hydraulik-Schlauchleitungen, die Auswahl geeigneter Ersatzteile, die Sauberkeit bei der Demontage bzw. Montage von Teilen sowie ein Durchführen von Veränderungen an Anlagen nur nach Rücksprache mit dem Anlagenhersteller sind nur eine Auswahl von Aspekten, die der Betreiber gestalten kann.

#### 3.1 Inspektion

Die hydraulische Ausrüstung einer Maschine ist in regelmäßigen Abständen (z. B. mit den Prüfungen der Hydraulik-Schlauchleitungen) auf äußere Leckagen an den Verbindungsteilen hin zu inspizieren.

Weisen Öllachen oder ähnliches auf ausgetretene Hydraulikflüssigkeit hin, so ist bei der Suche nach der Austritts- bzw. Leckagestelle mit äußerster Vorsicht vorzugehen.

Eine Suche nach Leckagestellen an Maschinen ist unter Benutzung geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen, z. B. Handschuhe, Schutzbrille oder Helm mit Visier, sowie unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln, wie Löschpapieren, systematisch durchzuführen. In Abschnitt 2.3 der DGUV-Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“ sind die Schutzmaßnahmen bei der Suche nach Leckagestellen beschrieben.

Es ist zu beachten, dass die an Leckagestellen (Risse, Spalt) unter hohem Druck austretende Hydraulikflüssigkeit beim Auftreffen auf Körperstellen schwerste Verletzungen bzw. Vergiftungen verursachen kann. Auch die Verwendung von

Arbeitsschutzkleidung einschließlich Schutzhandschuhen bietet keinen vollständigen Schutz.

Es wird empfohlen, die Maschine zunächst stillzusetzen und die vermutete Leckagestelle zu säubern und die Maschine bzw. das Hydrauliksystem dann kurz zu starten, um die Leckagestelle genau zu orten.

Von Leckagestellen ist in jedem Fall Abstand zu halten!

#### 3.2 Instandsetzung

Werden bei der Inspektion der hydraulischen Ausrüstung einer Maschine äußere Leckagen bekannt, so sind die Risiken zu beurteilen und geeignete Schutzmaßnahmen einzuleiten. Dies sind z. B. das Beheben der Ursache der Leckage und das vollständige Entfernen der ausgetretenen Hydraulikflüssigkeit.

Bei allen Instandsetzungsarbeiten sind die Sicherheitshinweise der DGUV-Information 209-070 zu beachten.

Bei allen Arbeiten und Reparaturen am Hydrauliksystem und insbesondere an den Leitungen und deren Verbindungen ist solide handwerkliche Verarbeitung gefragt. Wird bei der Ausführung dieser Arbeiten an der erforderlichen Sorgfalt, d. h. an Genauigkeit und Sauberkeit gespart, sind spätere äußere Leckagen vorprogrammiert.

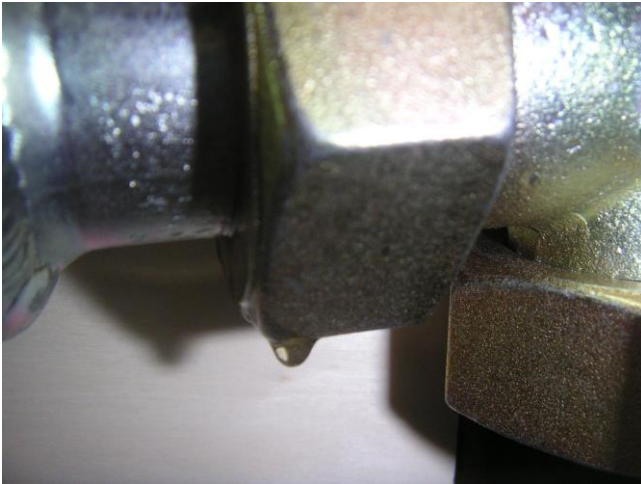
##### 3.2.1 Verschraubungen

Die Anweisungen zur Wiederverschraubung weichen von denen zur Erstmontage einer Verschraubung ab und sind unbedingt präzise zu beachten. Zudem weichen auch hier die Vorgaben der Hersteller bezüglich einer Wiederverschraubung voneinander ab. Die Instandhalter sind hierüber zu schulen bzw. zu unterweisen.

Die Hinweise der Verschraubungshersteller bezüglich der Wiedermontage/ -verschraubung sind unbedingt zu beachten!

Werden gelöste bzw. undichte Verschraubungen zu oft oder zu stark nachgezogen, so spricht man von einer „übermontierten“ Verschraubung. Diese kann kaum mehr dem Betriebsdruck standhalten und wird undicht (siehe Bild 4). Dann muss der komplette Verschraubungskörper ausgetauscht werden.

Je nach Druckniveau bzw. Häufigkeit von Druckimpulsen kann bei einigen Verschraubungssystemen (z. B. Bördelverschraubungen) ein Nachziehen für Abhilfe sorgen.



**Bild 4:** Leckage an einer Verschraubung

Mit dem Nachziehen von Verschraubungen bei allgemeinen Wartungsarbeiten bzw. bei Anzeichen von Undichtigkeiten oder auch bei einer Wiederverschraubung nach Demontage kann bereits ein Übermontieren der Verschraubungen bei fast allen hydraulischen Anlagen entstehen.

Verschraubungen sollten nicht ohne Grund gelöst oder nachgezogen werden!

### 3.2.2 Austausch von Dichtungen

Dichtungen undichter Hydraulikkomponenten dürfen nur nach den Vorgaben der Hersteller gewechselt werden.

Bei allen Arbeiten an Teilen der Hydraulikanlage und deren Komponenten einschließlich Dichtungen ist unbedingt auf Sauberkeit zu achten.

### 3.3 Änderungen an der Maschine

Nachträgliche Änderungen von Teilen an hydraulischen Anlagen können nicht nur zu Leckagen sondern auch zu sogenannten „wesentlichen Veränderungen“ bezüglich der Sicherheit der Bediener der Maschine führen.

Daher ist vor Änderungen an Maschinen – und insbesondere vor jeglichen Versuchen einer Leistungssteigerung bzw. Produktivitätserhöhung – grundsätzlich eine Rücksprache mit dem Maschinenhersteller bzw. dem Hersteller der hydraulischen Anlage durchzuführen.

## 4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese Fachbereich AKTUELL beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zusammengeführten

Erfahrungswissen auf dem Gebiet der hydraulischen Ausrüstungen von Maschinen und Anlagen.

Die vorliegende Informationsschrift wurde vom Expertenkreis der Unfallversicherungsträger im Themenfeld Hydraulik und Pneumatik der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - DGUV unter Einbeziehung von deren Institut für Arbeitsschutz - IFA erarbeitet. Es soll insbesondere der Information von Herstellern bzw. deren Konstrukteuren und von Betreibern bei der Vermeidung von Leckage an Maschinen und Anlagen dienen, die zum Anwendungsbereich der europäischen Maschinenrichtlinie [7] zählen

Die besonderen Bestimmungen für andere Anwendungsfälle (im Bergbau o. ä.) sind zu beachten.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese DGUV-Information unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, alle in Frage kommenden Vorschriftentexte und aktuellen Normen einzusehen.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich u. a. zusammen aus Vertretern der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern.

Diese Fachbereich AKTUELL ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als DGUV-Information Ausgabe 10/2015. Aktualisierungen wurden infolge von redaktionellen Anpassungen erforderlich.

Weitere Informationsblätter oder Fachbereich AKTUELL vom Fachbereich Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [8].

Zu den Zielen der Fachbereich AKTUELL bzw. DGUV-Information im Format eines Informationsblattes siehe DGUV-Information FB HM-001 „Ziele der DGUV-Information herausgegeben vom Fachbereich Holz und Metall“.



**Literatur:**

- [1] DGUV-Information 209-070 (bisher Berufsgenossenschaftliche Information BGI/GUV-I 5100) „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“, Fachbereich Holz und Metall FB HM der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV, Berlin
- [2] DGUV-Regel 113-020 „Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“, Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie FB RCI, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg, Oktober 2017.
- [3] DIN EN ISO 4413, Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile); 2011-04, Beuth Verlag.
- [4] DIN 20066, Fluidtechnik - Schlauchleitungen - Maße, Anforderungen, 2018-03, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [5] Informationsschrift FB HM-015 >Hydraulik-Schlauchleitungen< des Fachbereiches Holz und Metall FB HM der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV, Berlin, Ausgabe 03-2018.
- [6] DIN EN ISO 8434-1, Metallische Rohrverschraubungen für Fluidtechnik und allgemeine Anwendung - Teil 1: Verschraubungen mit 24°-Konus, Entwurf 2016-10, Beuth Verlag, Berlin
- [7] Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie; MRL) Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 157/24 vom 09.06.2006 mit Berichtigung im Amtsblatt L76/35 vom 16.03.2007
- [8] Internet: [www.dguv.de/fb-holzundmetall](http://www.dguv.de/fb-holzundmetall) Publikationen oder [www.bghm.de](http://www.bghm.de) Webcode: <626>

**Bildnachweis:**

Die in dieser Information des FB HM gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Bild 1 Hansa-Flex AG ,  
Niederlassung Wilhelmshaven
- Bild 2 FB HM, SG MRF, Stollewerk
- Bild 3: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft,  
Prävention Tiefbau, München
- Bild 4 Internationale Hydraulik Akademie GmbH,  
Dresden

**Herausgeber**

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet „Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation“  
im Fachbereich „Holz und Metall“  
der DGUV > [www.dguv.de](http://www.dguv.de) Webcode: d544722

An der Erarbeitung dieser DGUV Informationsschrift haben mitgewirkt:

- Referat 5.3 Schutz- und Steuereinrichtungen des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)