
Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung hydraulischer Anlagen

Allgemeines / Montage

Arbeitende hydraulische Steuerung setzt eine sorgfältige Projektierung, sachgemäße Montage und Inbetriebnahme voraus. Eine gewissenhafte Wartung wird die Lebensdauer der hydraulischen Elemente erheblich beeinflussen.

Nachfolgende Ausführungen sind bei der Inbetriebnahme und Wartung zu beachten. Im Abschnitt Fehlersuche sind hilfreiche Hinweise zur Fehlerbehebung zusammengestellt.

Die in dieser Anleitung gegebenen Hinweise sind nur von allgemeiner Art und setzen weiteres fachgerechtes Vorgehen voraus. Die Inbetriebnahme der hydraulischen Ausrüstung muss an die Inbetriebnahme der übergeordneten Maschine oder Gesamtanlage angepasst werden und sollte nur von Fachkräften mit entsprechenden Hydraulikkenntnissen durchgeführt werden. Für eine sichere und erfolgreiche Inbetriebnahme müssen insbesondere die produktspezifischen Inbetriebnahmeanweisungen der Komponentenhersteller berücksichtigt werden.

Sicherheitstechnische Hinweise

Die Hydraulikanlage ist so zu planen und auszuführen, dass bei möglichen Störungen das Bedienpersonal nicht gefährdet ist. Dies setzt voraus, dass die diversen Pumpen und Geräte innerhalb ihres zulässigen Betriebsdruckbereiches betrieben werden. Zusammen mit der elektrischen Steuerung muss eine mögliche Beschädigung der Anlage auf ein Minimum beschränkt werden.

Nachträgliche Schweißarbeiten an Druckmittelbehältern dürfen nur von Fachpersonal in Eigenverantwortung durchgeführt werden. Grundsätzlich sind Ölinhalt und Mannlochdeckel zu entfernen.

Alle erforderlichen Maßnahmen sind einzuleiten, damit keine Gefährdung durch Schweißarbeiten entstehen kann.

Je nach Aufstellort der Hydraulikanlage sind weitere Maßnahmen zu vereinbaren, z.B. ist in Wasserschutzgebieten eine Ölwanne vorzusehen oder sind bei erhöhter Brandgefahr schwer entflammare Flüssigkeit einzusetzen.

Hydrospeicher

Für die Inbetriebnahme und das Betreiben von Druckspeichern sind die jeweiligen Gesetze, Richtlinien und Bestimmungen zu befolgen.



Hydrospeicher dürfen nur mit Stickstoff vorgefüllt werden. Unter Verwendung der vorgeschriebenen Spezialwerkzeuge sind dabei die Inbetriebnahmehinweise des Speicherherstellers zu beachten.

Die Prüfpapiere der Hydrospeicher und Sicherheitsventile werden mitgeliefert und sind separat aufzubewahren. Wenn erforderlich, sind diese dem Sicherheitsbeauftragten vorzulegen. Plomben an den Sicherheitsventilen dürfen nicht entfernt werden.

Lagerung

Die Hydraulikanlage, Teilbaugruppen und Komponenten sind so zu lagern, dass sie vor Verschmutzung und Beschädigung geschützt sind.

Bei längerer Lagerung muss durch geeignete Maßnahmen Korrosion innen und außen, verhindert werden.

Montage von Hydraulikanlagen

Die entsprechend dem Hydraulikschaltplan nummerierten Rohrabgänge des Aggregates sind mit den außerhalb montierten Geräten und Steuerblöcken bzw. der Maschine zu verbinden. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Rohrquerschnitte und zulässigen Betriebsdruck beachten.

- Plastik-Verschlussstopfen unmittelbar vor Beginn der Verrohrungsarbeiten entfernen.
- Rohrbögen mit Biegevorrichtung fertigen.
- Der Rohrquerschnitt darf beim Biegen nicht gequetscht werden.
- Die genau abgelängten Rohre sind sauber zu entgraten und zu reinigen.
- Es sind Verschraubungen entsprechend dem Druck und den Umweltbedingungen an der Anlage zu verwenden und die Montageanleitung des Herstellers zu befolgen.
- Rohrleitungen spannungsfrei verlegen und befestigen.
- Warmbehandelte Rohre müssen mechanisch gereinigt und entzundert werden (z.B. auch nach dem Schweißen).
- Leckölleitungen ohne Verengungen und möglichst fallend über Ölspiegel zum Tank führen.
- Müssen Schlauchleitungen verwendet werden, sind Schlauchtypen entsprechend dem Druck und den Umweltbedingungen an der Anlage auszuwählen. Auf Beständigkeit, Betriebsdruck und Nennweite achten.
- Zur Vermeidung von Schwingungen sind die Leitungen ausreichend mit Rohrschellen zu befestigen.
- An den höchsten Stellen des Rohrleitungsnetzes ist es ratsam, Entlüftungsmöglichkeiten vorzusehen.
- Das Hydraulikaggregat, die Steuerblöcke und die angeschlossenen Anlagenteile müssen betriebssicher montiert und befestigt sein.

Druckflüssigkeiten

Um die Auswahl von geeigneten Druckflüssigkeiten zu erleichtern, verweisen wir auf das nachfolgende Kapitel. Dieses gibt Auskunft über die in Frage kommenden Ölsorten. Grundsätzlich hat die Druckflüssigkeit den Anforderungen nach DIN 514524 Teil 1 und 2 zu entsprechen.

Bei anderen Druckflüssigkeiten sind separate Hinweise zu beachten (z.B. Verträglichkeit der Dichtwerkstoffe).

Inbetriebnahme von Hydraulikanlagen



Die Inbetriebnahme darf nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Insbesondere müssen spezielle Anweisungen des Lieferanten und des Geräteherstellers beachtet werden.

Des Weiteren sollten der Hydraulikplan, die Geräteliste und der Funktionsplan vorliegen. Im Hydraulikplan müssen bei allen Druckventilen die projizierten Druckeinstellungen angegeben sein.

Sicherheitshinweise für die Inbetriebnahme von Hydraulikanlagen

Vor Beginn der Inbetriebnahme muss das Fachpersonal die ordnungsgemäße Montage der gesamten Hydraulikanlage überprüfen. Dabei sind insbesondere zu kontrollieren:

- Verlegen der Rohrleitung und deren Fixierung
- Richtige Anbindung der Druck- und Tankleitungen
- Richtige Anbindung der Steuerölleitung
- Richtiger Einbau der hydraulischen Geräte
- Richtige Anbindung des Hydraulikaggregates
- Richtige Anbindung der Steuerblöcke
- Richtige Anbindung der Zylinder und Hydromotoren
- Richtige elektrische Anbindung
- Betriebssichere Befestigung der Hydraulikanlage
- Betriebssichere Befestigung der von der Hydraulik angetriebenen Anlagenteile

Bevor die Hydraulikanlage angefahren wird, hat das Fachpersonal alle Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, damit während der Inbetriebnahme weder Personen noch Anlagenteile gefährdet oder beschädigt werden. Die Inbetriebnahme muss sorgfältig unter Berücksichtigung aller Sicherheitsvorschriften erfolgen.

Befüllen von Hydraulikanlagen

Bevor die Hydraulikflüssigkeit in den Behälter gefüllt wird, ist der Innenraum nochmals auf Sauberkeit zu überprüfen und gegebenenfalls zu reinigen.

Das Befüllen muss grundsätzlich über einen Feinfilter erfolgen, damit bereits beim Start die angestrebte Reinheitsklasse der Druckflüssigkeit gewährleistet ist. Es eignen sich spezielle Befüllaggregate bzw. bereits an der Anlage vorgesehene Einrichtungen z.B. über den Rücklaufilter.

Der Öltyp ist auf einem separaten Schild neben der Einfüllöffnung angegeben.

Spülen von Hydraulikanlagen

Nach dem Befüllen empfehlen wir ein Spülen der Hydraulikanlage, bei der das Hydrauliköl mehrfach im Behälter umgewälzt wird.

Vor dem Spülen sollten die Servo- und Proportionalventile durch spezielle Spülplatten ersetzt werden, um eine Beschädigung durch Montageschmutz zu vermeiden. Mit der Inbetriebnahme der einzelnen Geräte und der Funktionen der Gesamtanlage sollte erst begonnen werden, wenn die erforderliche Ölreinheit und die geplante Betriebstemperatur erreicht sind.

Vorwiegend bei großen, zentralen Druckölstationen ist es empfehlenswert, die langen Rohrleitungen durch Kurzschluss der Druck- und Rücklaufleitungen zu spülen.

Dadurch wird verhindert, dass der Montageschmutz den Servoventilen (besonders wichtig bei Servo- und Proportionalventilen) bzw. den Antriebsgliedern (Zylinder, Hydromotoren etc.) zugeführt wird. Die diversen Maßnahmen sollten bereits im Projekt schaltungstechnisch abgestimmt werden.

Elektrische Anschlüsse

Stehen die richtigen Stromarten und Spannungen zur Verfügung?

- Antriebsmotor
Verfügbaren Strom mit E-Motor-Typenschild überprüfen.
- Magnete
Sind Stromart (~ oder =) und Spannung richtig? Datenschilder der Geräte kontrollieren.
- Stecker
Alle elektrischen Verbindungen müssen fachmännisch unter Verwendung der passenden Stecker ausgeführt werden.
- Erdung
Aggregate, Anlagenteile und einzeln montierte Komponenten müssen ausreichend geerdet werden.
- Endschalter und Steuerelemente
Alle Endschalter und Steuerelemente müssen vor Inbetriebnahmebeginn funktionsgerecht in die Steuerung eingebunden sein.

Pumpen und Geräte

Es sind insbesondere die Inbetriebnahmeanleitungen der eingebauten Pumpen und hydraulischen und elektrischen Geräte zu beachten. Nachfolgend sind nur die wichtigsten Hinweise genannt.

- Hydraulik-Pumpen



Alle Pumpen müssen vor Beginn der Inbetriebnahme mit der sauberen Betriebsflüssigkeit befüllt werden, um einen trockenen Anlauf zu vermeiden.

Es ist vorteilhaft, wenn beim ersten Anlaufen der Pumpe die Druckeinstellung zunächst niedrig gehalten wird. Bei Verstellpumpen wird der Druckkompensator und bei Konstantpumpen die Druckbegrenzungsventile auf ca. 15-20 bar eingestellt.

- Magnete
Bei Dauerbestromung können Magnete sehr warm werden. Daher ist Vorsicht beim weiteren Umgang mit diesen Magneten geboten.
- Druckventile
Je nach Maschinenfunktion zunächst mit min. Druckeinstellung beginnen. Erst wenn endgültiger Druck festliegt, Druck in Messstellenschild nachtragen. Eine Ausnahme jedoch sind die baumustergeprüften und bereits eingestellten Speichersicherheitsventile.
- Druckabschaltventile
Zur richtigen Einstellung eines Druckabschaltventils, entsprechend den Druckangaben auf dem Hydraulikplan, müssen insbesondere die Inbetriebnahme- und Einstellhinweise des Hersteller beachtet werden.
- Stromventile
Jedes Antriebsglied (Zylinder etc.) schrittweise über die Drossel- oder Stromregelventile auf die gewünschte Geschwindigkeit bzw. Hubzeit einstellen.
- Wegeventile
Bei elektrisch betätigten Ventilen Richtungsanwahl direkt über die elektrische Steuerung vornehmen.



Nothandbetätigung am Magnet nur mit geeignetem Werkzeug betätigen.

- Proportionalventile
Proportional-Druck-Strom- und Wegeventile zunächst nur mit geringen elektrischen Sollwert in Betrieb nehmen.
- Druckspeicher
Sind in der Anlage Druckspeicher eingebaut, müssen diese auf die richtige Gasvorspannung nachgeprüft bzw. aufgefüllt werden. Hierzu sind geeignete Prüf- und Füllvorrichtungen erforderlich.



Grundsätzlich dürfen Druckspeicher aus Sicherheitsgründen nur mit Stickstoff befüllt werden. Die auf den Betriebsdruck abgestimmte Vorspannung ist im Hydraulikschaltplan angegeben.

Allgemein gilt:

Gasvorspannung = min. Arbeitsdruck x 0,9

Nach der Prüfung bzw. Befüllung kann der Hydrospeicher über den Absperrhahn dem System zugeschaltet werden.

- Absperrventile
Die Einbaulage des Betätigungshebels und die Position des Endschalters sind entsprechend Schaltplan zu überprüfen.

Einschalten

Vor dem Einschalten des Motors ist zu prüfen, dass die Pumpen frei ansaugen können. Insbesondere die Absperrhähne in den Saugleitungen müssen geöffnet sein. Zunächst wird der Antriebsmotor nur ganz kurz ein und sofort wieder ausgeschaltet, um die Drehrichtung festzustellen. Die richtige Drehrichtung ist am Pumpengehäuse mit einem Pfeil angegeben. Bei falscher Drehrichtung E-Motor umpolen. Durch mehrmaliges, kurzes Anlaufenlassen (Tipp-Betrieb) wird die Pumpe gestartet. Nach ca. 1 min Laufzeit kann der Betriebsdruck auf seinen Nennwert eingestellt werden (siehe im Folgenden unter: „Fehlersuche“, 1.1 und 1.2). Die Anlauf-Hinweise der jeweiligen Pumpenhersteller sind gegenüber dieser Anweisung vorrangig.

Entlüften

Luft im Hydrauliksystem wirkt sich sehr nachteilig auf die Steuerung aus und ist deshalb unerwünscht. Besonders bei der ersten Inbetriebnahme, bei Ölwechsel oder wenn Leitungen und Ventile geöffnet wurden, muss das System wieder sorgfältig entlüftet werden. Sämtliche Funktionen werden nacheinander im Leerlauf mit möglichst niedrigem Druck und mit vollem Zylinderhub durchgefahren. Entlüftet wird an der höchsten Stelle des Rohrleitungsnetzes. Hierzu kann die Verschraubung etwas gelöst werden, so dass mit einem kleinen Ölaustritt die Luft entweichen kann. Wenn kein schäumendes Öl mehr sichtbar ist, wird die Verschraubung wieder angezogen. Ist der Hubzylinder mit Entlüftungsschrauben versehen, soll bevorzugt an diesen entlüftet werden. Es ist jedoch immer darauf zu achten, dass der volle Zylinderhub mehrerer Male gefahren wird. Bei horizontal angeordneten Zylindern müssen diese Entlüftungsschrauben oben sein. Nach Befüllen der Zylinder ist der Ölstand im Tank zu kontrollieren und ggf. fehlendes Öl nachzufüllen.

Filter

Die Funktion und Lebensdauer von Pumpen und Hydrogeräten wird stark von der Reinheit der Druckflüssigkeit bestimmt. Schmutz ist der größte Feind von Hydrauliksystemen. Es sind drei wesentliche Verschmutzungsquellen zu beachten:

- Montagebedingte Verunreinigungen, Montageschmutz
- Betriebsbedingte Verunreinigungen, Betriebsschmutz
- Schmutzeintrag aus der Umgebung

Das richtige Filterkonzept wird bereits bei der Projektierung der Anlage vorgegeben bzw. durch die notwendige Reinheitsklasse bestimmt. Je nach Anforderung werden Druck- bzw. Rücklaufilter sowie ggf. zusätzlich Nebenstromfiltration eingesetzt. Bei unkritischen Anlagen wird nur ein Rücklaufilter mit meist B25≥75 (25 µm-Filter) verwendet. Dadurch wird eine Verschmutzung des Tanks verhindert, und die Pumpe saugt nur sauberes Öl an. Druckfilter werden bei Anlagen mit höheren Anforderungen eingesetzt, z.B. kleinste Ölströme ($Q < 200 \text{ cm}^3/\text{min}$) bzw. hohe Druckkonstanz bei Druckventilen. Bei Einsatz von Proportionalventilen sind grundsätzlich Druckfilter zu verwenden. Typischerweise werden Filterfeinheiten

B10 \geq 75 (10 μm) bzw. B3 \geq 75 (3 μm) verwendet. Filter können ihre Aufgabe nur dann erfüllen, wenn die eingebauten Filterpatronen rechtzeitig gereinigt oder ausgewechselt werden, vor allem in der ersten Betriebszeit. Während des Betriebs wird der Verschmutzungsgrad über mechanische oder elektrische Anzeigen kontrolliert (weitere Hinweise siehe im Folgenden unter: „Ölwechsel“).

Wartung und Instandhaltung

Wartungsarbeiten dürfen nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Dies setzt Kenntnis von der Funktion der Maschine bzgl. Ein- und Abschalten und den Sicherheitstechnischen Maßnahmen voraus.



Arbeiten an Anlagen mit Speichern dürfen erst nach Ablassen des Flüssigkeitsdruckes ausgeführt werden.

Regelmäßige Prüfung von Hydraulikanlagen

Die Hydraulikanlage muss in regelmäßigen, kurzen Zeitabständen einer Überprüfung unterzogen werden. Insbesondere folgende Prüfungen sollten durchgeführt werden:

- Ölstand im Behälter
- Betriebstemperatur, max. 60°C nicht zu überschreiten
- Zustand der Druckflüssigkeit (Sichtkontrolle, Farbe und Geruch des Hydrauliköls)
- Betriebsdrücke
- Gasvorspanndruck am Druckspeicher
- Leckagen an Pumpe, Ventilen und Rohrleitungen
- Filterelemente, auf Sauberkeit (siehe zuvor „Filter“)
- Schlauchleitungen auf Alter und Zustand überprüfen
- Alle mechanischen und elektrischen Sensoren auf Funktion prüfen
- Alle Anlagenteile auf Beschädigung überprüfen
- Sauberkeit prüfen
- Sicherheitseinrichtungen und Beschilderung prüfen

Ölwechsel

Die Häufigkeit des Flüssigkeitswechsel hängt ab von:

- Druckflüssigkeitssorte (Alterung)
- Filterung
- Betriebs- und Umgebungsbedingungen (Betriebstemperatur)

Wechselfristen

Die geforderte Reinheitsklasse nach ISO 4406 bzw. NAS 1638 hängt von dem Einsatz der Hydraulikkomponenten ab. Es erfordert eine gewissenhafte Projektierung der Filterung und eine turnusmäßige Prüfung der Druckflüssigkeit, um die gewünschte Lebensdauer der Pumpen und Geräte zu garantieren. Unter diesen Voraussetzungen kann ein Ölwechsel erheblich verzögert oder nach Auswertung der Laboruntersuchungen ganz darauf verzichtet werden. Bezüglich einer Laboruntersuchung der Druckflüssigkeit verweisen wir auf den Service der bekannten Öl- bzw. Filterlieferanten. Bei Entlüftungsfiltren ist eine regelmäßige Kontrolle Pflicht.

Hinweise zum Umweltschutz und wirtschaftlichem Betrieb

- Ausgetretenes Hydrauliköl muss sofort fachgerecht entfernt und entsorgt werden, damit eine Umweltgefährdung vermieden wird.
- Erhöhte Betriebsdrücke oder übermäßiger Lärm, haben in der Regel als Ursache einen erhöhten Verschleiß. Daher sollte eine Anlagenüberprüfung stattfinden und fehlerhafte Bauteile fachgerecht ausgetauscht und wieder in Betrieb genommen werden.
- Das Eindringen von Schmutz in die Anlage über offene Behälter oder fehlende Luftfilter muss unbedingt vermieden werden, damit die Verfügbarkeit der Anlage nicht gefährdet und die Alterung des Fluids nicht beschleunigt wird.
- Kolbenstangen sind vor Verschmutzung durch geeignete Maßnahmen zu schützen.
- Reparaturen müssen fachgerecht unter Einhaltung aller Regeln für Sicherheit und höchste Sauberkeit durchgeführt werden. Je nach Art der Reparatur ist ein Spülen der Anlage notwendig.

- Kühllamellen an Öl-Luft-Kühlern müssen regelmäßig gereinigt werden, da verschmutzte Lamellen die Kühlung behindern und zu erhöhtem Energieverbrauch führen.

Gewährleistung

Die in dieser Anleitung gegebenen Hinweise sind nur allgemeiner Art und setzen weiteres fachgerechtes Vorgehen voraus. Hilfestellung bei der Montage, Inbetriebnahme und Wartung durch unser Fachpersonal kann jederzeit vereinbart werden.

Ergänzende Richtlinien

Insbesondere empfehlen wir, folgende Richtlinien zu beachten:

- ISO-Norm 4413 / Ausführung Richtlinien
- VDMA 24572 / Checkliste für die Prüfung von hydraulischen Anlagen an stationären Maschinen

fpe Hydraulik GmbH
Stand: 01.01.2015

Anlage:

Fehlersuche an Hydraulikanlagen, Ursache und Hinweise zu deren Beseitigung

1. übermäßiges Geräusch in der Anlage
2. kein Druck oder ungenügender Druck in der Anlage
3. Druckschwingungen oder Druckflussschwankungen
4. zu geringer oder gar kein Förderstrom
5. zu hohe Flüssigkeitstemperatur

1. Übermäßiges Geräusch in der Anlage

Ursache	Grund	Beseitigung
1.1 Kavitation in der Anlage	Saugfilter verstopft (wenn vorhanden)	Reinigen oder erneuern
	Lichte Weite der Saugleitung zu klein oder Fremdkörper in der Saugleitung	Einbau von Rohren mit größerer lichter Weite
	Zu viele Biegungen in der Saugleitung	Rohre neu verlegen oder Rohre mit größerer lichter Weite verwenden
	Örtliche Einschnürungen in der Saugleitung, z.B. teilweise verschlossenes Ventil, zu starke Federn im Rückschlagventil, beschädigtes Rohr oder geknickter Schlauch	Ventile gängig machen oder verändern, Rohre oder Schläuche instand setzen oder austauschen
	Druckflüssigkeit zu kalt	Elektrische Heizeinrichtung, um Druckflüssigkeit auf die empfohlene Temperatur zu erwärmen
	Druckflüssigkeit hat eine zu hohe Viskosität	Druckflüssigkeit überprüfen
	Dampfbildung	Arbeitstemperatur auf das richtige Maß senken: Druckflüssigkeit nachfüllen oder durch geeignete ersetzen
	Ausfall der Speisepumpe	Speisepumpe instand setzen oder austauschen
	Pumpe läuft mit zu hoher Drehzahl	Drehzahl des Antriebsmotors kontrollieren (siehe hierzu auch Angaben im Hydraulikplan)
	Abgedichtete Behälter	EntlüftungsfILTER einbauen
	Saugleitung zu klein oder zu lang	Saugleitungsquerschnitte den Begebenheiten anpassen
1.2 Schaumbildung oder Lufteinschlüsse in der Druckflüssigkeit	Druckflüssigkeit im Behälter ist zu niedrig	Öl nachfüllen. Bei Anlagen mit stark wechselndem Ölstand: nur auffüllen zwischen Min. und Max.-Ölstand
	Falsche Auslegung des Behälters	Konstruktion verbessern
	Rücklaufleitung endet im Behälter über dem Druckflüssigkeitsspiegel	Rücklaufleitung unter den Druckflüssigkeitsspiegel legen
	Falsche Druckflüssigkeit	Durch richtige Druckflüssigkeit ersetzen, evtl. Rücksprache mit Lieferant der Anlage
	Wellendichtring an der Pumpe lässt Luft eindringen	Dichtung erneuern
	Verschraubungen in der Saugleitung lassen Luft eindringen	Verschraubungen nachziehen oder austauschen
	Poröser Ansaugschlauch	Schlauch erneuern
	Schlechte Entlüftung	Anlage entlüften

Ursache	Grund	Beseitigung
1.3 Mechanische Schwingungen	Fehlerhaft ausgerichtet oder lose Kupplung	Ausrichten oder befestigen
	Schwingungen der Rohrleitung	Befestigung nachziehen bzw. verbessern
	Pumpe defekt oder beschädigt	Instandsetzen oder austauschen
	Ungeeigneter Pumpentyp	Durch besser geeigneten Pumpentyp ersetzen
	Antrieb defekt oder beschädigt	Instandsetzen oder austauschen
	Ungeeigneter Antriebstyp	Durch besser geeigneten Antriebstyp ersetzen
	Druckventil instabil (flattert)	Richtig einstellen oder durch ein geeignetes Ventil ersetzen

2. Kein Druck oder ungenügender Druck

Ursache	Grund	Beseitigung
2.1. Pumpe fördert nicht richtig	Eindringen von Luft in Saugleitungen	Siehe Fehler 1.2
2.2 Hohe Pumpentemperatur	Verbrauchte oder beschädigte Pumpe	Instandsetzen oder erneuern
	Zu geringe Viskosität der Flüssigkeit	Siehe Fehler 1.1
	Ungenügend oder falsch eingestellte Kühlung	Kühlleitung verbessern oder richtig einstellen. Durchfluss des Kühlwassers sicherstellen
2.3 Drehzahl der Pumpe zu gering oder zu geringe Antriebsleistung	Kupplung oder Riemen schleifen oder Antriebsmaschine fehlerhaft	Defekt beseitigen
	Antriebsmaschine zu klein	Richtige Antriebsmaschine verwenden
2.4 Leckverluste von der Druckseite in den Rücklauf	Falsche Einstellung des Drucks	Einstellung beseitigen
	Sicherheitsventil schließt nicht, da Schmutz oder defekte Teile vorhanden sind	Reinigen, den Schaden feststellen, instand setzen oder erneuern
	Wegeventil oder irgend ein anderes Ventil offen, da Schmutz oder andere defekte Teile vorhanden oder elektrischer Ausfall	Beschädigtes Gerät feststellen, einstellen, reinigen, instand setzen oder austauschen
	Beschädigung Zylinderbohrung, Kolbenstange oder Kolbendichtung	Beschädigte Teile instand setzen oder erneuern
	Ausfall der Kolbendichtung, da der Werkstoff der Dichtung für die benutzte Druckflüssigkeit nicht geeignet ist	Einbau von Dichtungen aus dem richtigen Werkstoff
2.5. Ausfall der Speisepumpe (nur bei Kolbenpumpe mit Speisepumpe)	Beschädigte Pumpe, fehlerhafter Antrieb, ungeeignete Viskosität der	Siehe Fehler 1.3

	Flüssigkeit	
--	-------------	--

Fehlersuche

Anlage

3. Druckschwingungen oder Durchflussschwankungen

Ursache	Grund	Beseitigung
3.1. Kavitation in der Pumpe	Siehe Fehler 1.1	Siehe Fehler 1.1
3.2 Schaumbildung oder Lufteinschlüsse in der Flüssigkeit	Siehe Fehler 1.2	Siehe Fehler 1.2
3.3. Mechanische Schwingungen	Siehe Fehler 1.3	Siehe Fehler 1.3
3.4 Instabile Druckbegrenzungs- oder Sicherheitsventile	Siehe Fehler 1.3	Siehe Fehler 1.3
	Beschädigter Ventilsitz	Instandsetzen oder erneuern
	Ventil hat ungenügende oder keine Dämpfung	Einbau eines besser geeigneten Gerätes oder Dämpfungseinrichtung
3.5 Ventile bleiben hängen	Verschmutzung	Druckflüssigkeit ablassen, Anlage und Teile reinigen, auffüllen mit sauberer Druckflüssigkeit
	Schadhaft oder verspannt	Gerät auswechseln, Verspannung beseitigen
3.6 Ungleichmäßige Pumpenförderung	Ungeeigneter Pumpentyp oder Pumpenkonstruktion	Ersetzen durch besser geeignete Pumpe nach Rücksprache mit Hersteller der Anlage der Pumpen
3.7 Lufteinschlüsse in der Anlage, die eine ungleichmäßige oder nachgebende Bewegung hervorrufen	Anlage nicht vollständig entlüftet	Anlage entlüften, siehe Wartung und Instandhaltung ‚ Entlüften ‘
	Elektrische Anlage defekt z.B. Ventile schalten ständig	Funktion der Anlage entsprechend Schaltschema und Ablaufprogramm überprüfen

4. Zu geringer oder gar kein Förderstrom

Ursache	Grund	Beseitigung
4.1 Kavitation der Pumpe	Siehe Fehler 1.1	Siehe Fehler 1.1
4.2 Schaumbildung oder Lufteinschlüsse in der Druckflüssigkeit	Siehe Fehler 1.2	Siehe Fehler 1.2
4.3 Defekte Pumpe	Siehe Fehler 1.2	Siehe Fehler 1.2
4.4 Zu geringe Pumpendrehzahl oder zu geringe Antriebsleistung	Siehe Fehler 2.3	Siehe Fehler 2.3
4.5 Leckverluste von der Druckseite in den Rücklauf	Siehe Fehler 2.4	Siehe Fehler 2.4
4.6 Pumpe läuft in der falschen Drehrichtung	Motordrehrichtung Falsch	Elektrische Anschlüsse umpolen

5. Zu hohe Flüssigkeitstemperatur

Ursache	Grund	Beseitigung
5.1 Überstromverluste	Druckeinstellung an der Pumpe zu hoch oder Sicherheitsventil zu niedrig eingestellt	Einstellung berichtigen
	Abströmen von Öl am Speicher-Sicherheitsblock	Speicherablass-Ventil am Speicher-Sicherheitsblock schließen
5.2 Leckverluste von der Druckseite in den Rücklauf	Schlechts Arbeiten von Ventilen und fehlerhafte Dichtungen	Siehe Fehler 2.4
	Falsche Viskosität der Druckflüssigkeit (zu niedrige Viskosität)	Druckflüssigkeit entfernen und die Anlage mit einer Druckflüssigkeit auffüllen, die die vom Hersteller empfohlene Viskosität besitzt
5.3 Druckflüssigkeit wird unter Druck über Sicherheits- oder Druckbegrenzungsventil in den Behälter gefördert, obwohl keine Druckflüssigkeit gebraucht wird	Anlage schaltungstechnisch nicht richtig ausgelegt	Entsprechende Steuerung vorsehen, z.B. Schalten auf drucklosen Umlauf
	Fehlerhafte Funktion des Entlüftungssystems infolge Verschmutzung oder fehlerhafte Teile	Reinigen oder, wenn notwendig, instand setzen
	Sicherheitsdruck zu niedrig eingestellt	Einstellung berichtigen
5.4 Ungenügende Kühlung	Versagen der Kühlwasserversorgung	Kühlwasserzufuhr, Temperatur und Kühlwasserschaltventil prüfen
	Versagen des Ventilators	Funktion des Öl-Luft-Wärmetauschers entsprechend Herstelleranleitung prüfen
	Ablagerungen in der Kühlwasserleitung	Reinigen
5.5 Ungenügende Wärmeableitung	Anlage hat eine ungenügende Kühlfläche zur Ableitung der zugeführten Wärme	Kühlsystem einbauen und/oder Behälterinhalt und -fläche vergrößern
	Heraufsetzen der Maschinenleistung ohne entsprechende Verstärkung der Kühlleistung	Kühlanlage verbessern und/oder Behälterinhalt und -fläche vergrößern
5.6 Überhitzte Pumpe	Abnutzung der Pumpe	Instandsetzen oder austauschen
	Arbeiten mit einer Flüssigkeit, die eine zu geringe Viskosität hat	Siehe Fehler 5.2
	Unzureichender Ölaustausch im Gehäuse	Größere Leckölleitung und Gehäusespülung vorsehen
5.7 Zu rascher Umlauf der Druckflüssigkeit	Druckflüssigkeitsvorrat zu gering	Druckflüssigkeitsvorrat vergrößern
	Druckflüssigkeitsspiegel in der Anlage ist zu stark abgesunken	Auffüllen der Anlage auf den empfohlenen Stand
5.8 Zu große Druckflüssigkeitsreibung	Zu enge Querschnitte in den Rohrleitungen und Ventilen	Einbau von Rohren und Ventilen der richtigen Größe