

NICHT GANZ DICHT !

"Hydraulik kompakt: Praxistipps vom Experten"



© 2023 Dirk Schul
Website: <https://www.gidz21.jimdofree.com>

Druck und Distribution im Auftrag des Autors:
tredition GmbH, Heinz-Beusen-Stieg 5, 22926 Ahrensburg, Germany

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Für die Inhalte ist der Autor verantwortlich. Jede Verwertung ist ohne seine Zustimmung unzulässig. Die Publikation und Verbreitung erfolgen im Auftrag des Autors, zu erreichen unter: Dirk Schul, Gerberstraße 36, 66589 Wemmetsweiler, Germany.

ISBN Softcover: 978-3-384-04649-9

ISBN Hardcover: 978-3-384-04650-5

ISBN E-Book: 978-3-384-04651-2

Inhalt:

	Seite
Vorwort	4
Kapitel	
1. Hydraulik in der Praxis	6
2. Geschichte der Hydraulik	7
3. Grundlagen der Hydraulik	9
4. Das Druckbegrenzungsventil	11
5. Der hydraulische Energiefluss	18
6. Nicht ganz Dicht !	21
7. Entwicklung eines Hydraulikaggregats	25
8. Einfache Schaltungen	45
9. Das Druckreduzierventil	50
10. Gleichlauf-Schaltungen	55
11. Lasthalteschaltung	60
12. Schlauchleitungen	63
13. Der Blasenspeicher	70
14. ISWEOS-Tower	78
15. Vorbeugende Instandhaltung	82
Nachwort	91

Liebe Leserinnen und Leser,

mit großer Freude präsentiere ich Ihnen das Buch "NICHT GANZ DICHT! Hydraulik kompakt: Praxistipps vom Experten", das auf meinen fast 40 Jahren Erfahrung im Bereich der Hydraulik basiert. Als Maschinenbaumechaniker-Handwerksmeister mit dem Spezialgebiet Fluidtechnik durfte ich viele spannende Herausforderungen in meinem beruflichen Werdegang meistern und zahlreiche Erkenntnisse gewinnen.

Die Idee, mein Wissen und meine Erfahrungen in Buchform weiterzugeben, ist aus meinem tiefen Verlangen entstanden, angehenden Hydraulikern einen umfassenden und verständlichen Einblick in die Welt der Hydraulik zu bieten. Ich möchte Ihnen dabei helfen, die Grundlagen zu verstehen, die technischen Zusammenhänge zu durchdringen und die Herausforderungen der Hydraulik erfolgreich zu meistern.

In "NICHT GANZ DICHT! Hydraulik kompakt: Praxistipps vom Experten", finden Sie eine ausführliche Einführung in die Grundprinzipien der Hydraulik. Dabei habe ich großen Wert darauf gelegt, dass die Inhalte leicht zugänglich und anschaulich vermittelt werden. Praktische Beispiele aus meiner eigenen Erfahrung sollen Ihnen helfen, das Gelernte zu verinnerlichen und anzuwenden.

Es ist mein Ziel, Ihnen mit diesem Buch das notwendige Rüstzeug für einen erfolgreichen Einstieg in die Welt der Hydraulik zu geben. Dabei möchte ich nicht nur technisches Wissen vermitteln, sondern auch Begeisterung und Leidenschaft für dieses faszinierende Gebiet wecken. Die Hydraulik hat einen enormen Einfluss auf unsere moderne Welt und ist in zahlreichen

Industriezweigen von großer Bedeutung.

Ich hoffe, das "NICHT GANZ DICHT! Hydraulik kompakt: Praxistipps vom Experten", ihnen eine wertvolle Quelle des Wissens und der Inspiration sein wird. Nehmen Sie dieses Buch zur Hand und lassen Sie uns gemeinsam in die Welt der Hydraulik eintauchen. Ich bin überzeugt, dass Sie das Gelernte in Ihrem beruflichen Alltag anwenden können und neue Perspektiven gewinnen werden.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen, Lernen und Entdecken!

Ihr

Autor

Kapitel 1

Hydraulik in der Praxis

In der Welt der Bücher über Hydraulik (Fluidtechnik) gibt es bereits viele Werke. Daher entschied ich mich, ein Buch zu verfassen, das aus meinem reichen Erfahrungsschatz von fast 40 Jahren in der hydraulischen Welt schöpft. Dieses Buch soll all jenen eine wichtige Stütze sein, die bereits Hydraulikkurse besucht und zahlreiche Fachbücher studiert haben, aber dennoch Schwierigkeiten bei der Fehlersuche oder beim Aufbau einer einfachen Hydraulikanlage haben.

Bevor wir uns gemeinsam in die Welt der Hydraulik vertiefen, möchte ich mich zunächst bei Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, vorstellen. Mein Name ist Dirk Schul, und ich bin unter anderem Maschinenbaumechaniker-Handwerksmeister. Meine berufliche Reise begann mit über 7 Jahren im Kundendienst eines renommierten saarländischen Herstellers von Hydraulikkomponenten. Danach führte mich mein Weg über 17 Jahre hinweg zur Gründung und Leitung meiner eigenen Firma, der Schul-Hydraulik GmbH.

Später fand ich mich in der Rolle eines Projektleiters in einer großen Giesserei im Großraum Saarbrücken wieder. Doch selbst während dieser Zeit leitete ich meine Firma, ISWEOS Energy for People, im Nebenerwerb über mehr als 10 Jahre. ISWEOS steht für "Innovative Silent Windenergy Original Schul". An dieser Stelle möchte ich erwähnen, dass ich die Leistung dieser "lautlosen Windturbine" mittels Hydraulik abgegriffen

habe. Hierüber erfahren Sie mehr in diesem Buch.

Hier nun zur Einleitung eine kurze Zusammenfassung der Geschichte der Hydraulik.

Kapitel 2

Geschichte der Hydraulik

Die Geschichte der Hydraulik reicht Tausende von Jahren zurück und umfasst viele wichtige Entwicklungen:

1. **Antike Zeiten:** Die Anfänge der Hydraulik können bis in das alte Ägypten und Mesopotamien zurückverfolgt werden, wo Wasserleitungen und Bewässerungssysteme mit Hilfe von Wasserdruk entwickelt wurden.
2. **Griechenland und Rom:** Die Griechen und Römer entwickelten fortschrittliche Wasserhebe-werke wie den Archimedischen Schraube und Aquädukte, um Wasser für städtische Versorgung und landwirtschaftliche Zwecke zu transportieren.
3. **Mittelalter:** Während des Mittelalters wurde die Wasserkraft für Mühlen und Werkstätten genutzt, und es wurden verschiedene Wassersysteme zur Bewässerung von Feldern entwickelt.
4. **Renaissance:** Während der Renaissancezeit begannen Ingenieure wie Leonardo da Vinci, sich intensiver mit hydraulischen Prinzipien zu befas-sen und entwickelten verschiedene Mechanismen und Maschinen.

5. **18. Jahrhundert:** Die Industrialisierung führte zu einer verstärkten Nutzung der Hydraulik in Bergbau- und Industrieanwendungen. Die Wasserradtechnologie wurde weiterentwickelt.
6. **19. Jahrhundert:** In dieser Zeit wurden hydraulische Pressen und Turbinen entwickelt, und die Hydraulik begann, in der Schwerindustrie, im Bergbau und im Bauwesen eine größere Rolle zu spielen.
7. **20. Jahrhundert:** Mit dem Aufkommen von Hydraulikzylindern, Ventilen und Hochdruckhydrauliksystemen wurde die Hydraulik zu einem wichtigen Bestandteil von Maschinen und Fahrzeugen. Sie wird in vielen Bereichen wie Flugzeugen, Automobilen und Baumaschinen eingesetzt.
8. **Heute:** Die Hydraulik ist weiterhin eine wesentliche Technologie in vielen Industriezweigen. Sie wird für die Steuerung von Maschinen, Hub- und Fördersystemen, in der Automatisierungstechnik, der Robotik und vielen anderen Anwendungen verwendet.

Die Geschichte der Hydraulik zeigt, wie sich diese Technologie im Laufe der Jahrhunderte entwickelt hat und wie sie heute in einer breiten Palette von Anwendungen und Branchen eingesetzt wird.

Bitte beachten Sie, dass dieses Buch Grundkenntnisse der Ölhydraulik, einschließlich Schaltsymbolen (siehe unter anderem Tabellenbuch Metall), voraussetzt.

Kapitel 3

Die Grundlagen der Hydraulik: Druck, Volumen, Flüssigkeiten und Gase

Die Hydraulik ist ein faszinierendes Gebiet der Technik, das auf den grundlegenden Prinzipien von Druck, Volumen, Flüssigkeiten und Gasen basiert. Diese Konzepte bilden das Fundament für das Verständnis und die Anwendung hydraulischer Systeme in verschiedenen Industriezweigen.

Druck ist eine physikalische Größe, die die Kraft pro Flächeneinheit angibt. In hydraulischen Systemen wird Druck oft durch eine Flüssigkeit übertragen, die in geschlossenen Leitungen oder Zylindern zirkuliert. Dabei spielt das Gesetz von Pascal eine wichtige Rolle: Der Druck, der auf eine Flüssigkeit ausgeübt wird, wird in alle Richtungen gleichmäßig übertragen. Das ermöglicht die Kraftverstärkung und präzise Steuerung in hydraulischen Systemen.

Volumen bezieht sich auf den Raum, den eine Flüssigkeit oder ein Gas einnimmt. In hydraulischen Systemen ist es wichtig, das Volumen der Flüssigkeit genau zu kennen und zu kontrollieren. Durch Änderungen des Volumens kann die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung

gesteuert werden. Die Grundlage dafür bildet das Gesetz von Boyle-Mariotte, welches besagt, dass der Druck eines Gases bei konstanter Temperatur umgekehrt proportional zu seinem Volumen ist.

Flüssigkeiten sind in hydraulischen Systemen aufgrund ihrer Inkompressibilität besonders gut geeignet. Sie können Kräfte übertragen, ohne dass sich ihr Volumen signifikant ändert. Flüssigkeiten, wie beispielsweise Öle oder Wasser, werden in hydraulischen Systemen als Übertragungsmedium verwendet. Sie ermöglichen eine effiziente Energieübertragung und präzise Steuerung der Bewegung.

Gase hingegen sind kompressibel und nehmen bei steigendem Druck an Volumen zu. In einigen Anwendungen werden jedoch auch gasbetriebene hydraulische Systeme eingesetzt. Hier kommt es auf die sorgfältige Abstimmung von Druck und Volumen an, um eine zuverlässige und kontrollierte Kraftübertragung zu gewährleisten.

Das Verständnis dieser grundlegenden Konzepte – Druck, Volumen, Flüssigkeiten und Gase – bildet die Basis für den erfolgreichen Umgang mit hydraulischen Systemen. Sie ermöglichen es, Kräfte zu verstärken, Bewegungen zu steuern und Präzision in industriellen Anwendungen zu erreichen. Die Hydraulik ist eine spannende Disziplin, die es angehenden Hydraulikern ermöglicht, sich in die Welt der Kraftübertragung einzuarbeiten und ihre technischen Fähigkeiten weiterzu entwickeln.

Kapitel 4

Das Druckbegrenzungsventil (Sicherheitsventil)

Im Unterschied zu den meisten Fachbüchern starte ich mit dem zentralsten und gleichzeitig bedeutendsten Ventil in der Ölhydraulik: dem Druckbegrenzungsventil!

Ein Druckbegrenzungsventil, auch als Sicherheitsventil bekannt, ist eine entscheidende Komponente in der Ölhydraulik. Es dient dazu, den Druck in hydraulischen Systemen auf ein sicheres Niveau zu begrenzen und somit vor übermäßigem Druck und potenziellen Schäden zu schützen. In diesem Artikel werde ich die Funktionsweise eines Druckbegrenzungsventils in der Ölhydraulik ausführlich erklären und darauf eingehen, warum es in keiner Hydraulikanlage fehlen darf, unter Berücksichtigung der DIN EN und DGUV-Normen.

Funktionsweise eines Druckbegrenzungsventils:

Ein Druckbegrenzungsventil besteht in der Regel aus einem Ventilkörper, einer Feder, einem Ventilsitz und einem einstellbaren Druckeinstellmechanismus. Hier ist, wie es funktioniert:

1. **Ventilkörper:** Der Ventilkörper ist ein Gehäuse, das den Rest des Ventils enthält und mit dem hydraulischen System verbunden ist.
2. **Feder:** Im Inneren des Ventilkörpers befindet sich eine Feder. Diese Feder übt einen kontinuierlichen Druck auf das Ventil aus, um es in geschlossener

Position zu halten.

3. **Ventilsitz:** Das Druckbegrenzungsventil hat einen Ventilsitz, der den Durchfluss des Hydrauliköls blockiert, solange der Druck im System unterhalb des eingestellten Schwellenwerts liegt.
4. **Druckeinstellmechanismus:** Das Druckbegrenzungsventil ist mit einem einstellbaren Mechanismus ausgestattet, der es ermöglicht, den gewünschten Maximaldruck festzulegen. Dies kann eine Schraube, ein Drehknopf oder ein anderes Einstellelement sein.

Funktionsweise im Betrieb:

Wenn das hydraulische System in Betrieb ist, fließt das Öl durch das Druckbegrenzungsventil. Solange der Druck im System unter dem eingestellten Wert liegt, bleibt das Ventil geschlossen, und der Ölfluss wird nicht unterbrochen. Sobald der Druck jedoch den voreingestellten Schwellenwert erreicht oder überschreitet, überwindet der Druck die Federkraft und öffnet das Ventil. Dadurch wird ein Teil des Öls vom Hochdruckbereich zurück in den Niederdruckbereich geleitet, was den Druck im System begrenzt.

Warum ein Druckbegrenzungsventil in keiner Hydraulik fehlen darf:

Ein Druckbegrenzungsventil ist von entscheidender Bedeutung, aus mehreren Gründen:

1. **Schutz vor Überlastung:** Es schützt das hydraulische System vor Überlastung und potenziell gefährlichem Druck, der zu Leckagen, Schäden an

Komponenten und sogar zu Unfällen führen kann.

2. **Wahrung der Systemintegrität:** Durch die Begrenzung des Drucks trägt das Ventil zur Verlängerung der Lebensdauer der hydraulischen Komponenten und zur Wahrung der Systemintegrität bei.
3. **Einhaltung von Normen:** Die DIN EN (Deutsche Industrienorm Europäisch) und DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) sind Normen und Sicherheitsvorschriften, die in Deutschland gelten. Sie schreiben vor, dass Hydraulikanlagen bestimmten Sicherheitsstandards entsprechen müssen, und ein Druckbegrenzungsventil ist eine wesentliche Komponente, um diese Standards zu erfüllen.
4. **Sicherheit am Arbeitsplatz:** In vielen industriellen Anwendungen, insbesondere in Maschinen, die von Arbeitnehmern bedient werden, ist die Sicherheit von größter Bedeutung. Ein Druckbegrenzungsventil gewährleistet die Sicherheit am Arbeitsplatz, indem es potenziell gefährliche Drucksituationen verhindert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Druckbegrenzungsventil in der Ölhydraulik eine unverzichtbare Komponente ist, die dazu dient, das hydraulische System vor Überlastung und gefährlichem Druck zu schützen. Es trägt zur Wahrung der Systemintegrität, zur Einhaltung von Sicherheitsstandards gemäß DIN EN und DGUV und zur Gewährleistung der Sicherheit am Arbeitsplatz bei. Damit ist es eine grundlegende Komponente in jeder Hydraulikanlage.

Der Grund, warum ich mit dem Druckbegrenzungsventil beginne, liegt in meinen umfangreichen Erfahrungen während meiner langjährigen beruflichen Laufbahn.

Im Laufe der Zeit habe ich bei verschiedenen Kunden vor Ort immer wieder die gleiche Situation beobachtet: Die Maschinen erbrachten nicht mehr die erwartete Leistung, und in solchen Momenten griffen die Reparatur-spezialisten der Kunden oft zur Druckbegrenzung. In den meisten Fällen wurde der Druck sogar bis zum Anschlag erhöht.

Das Interessante an dieser Beobachtung ist, dass der eigentliche Fehler in der Regel an anderer Stelle im hydraulischen System lag. Diese Probleme waren vielfältig und reichten von Zylindern, die Überströmungen aufwiesen, über klemmende Ventile bis hin zu Pumpenausfällen.

Dieses Verhalten, den Druck am Druckbegrenzungsventil zu erhöhen, ist zwar verständlich, da es auf den ersten Blick wie eine Lösung erscheint, um die gewünschte Leistung wiederherzustellen. Jedoch ist es wichtig zu verstehen, dass dies lediglich eine vorübergehende Lösung ist und nicht das eigentliche Problem löst. Tatsächlich kann eine übermäßige Erhöhung des Drucks weitere Schäden am hydraulischen System verursachen und die Sicherheit gefährden.

Daher ist es entscheidend, die Ursache des Leistungsabfalls oder der Störung genau zu diagnostizieren und zu beheben. Das Druckbegrenzungsventil sollte nur dann angepasst werden, wenn dies als Teil einer korrekten Lösung notwendig ist, um den Druck auf sichere Werte zu begrenzen und das System vor

Überlastung zu schützen. In vielen Fällen wird das Ventil jedoch nicht das Hauptproblem sein, sondern lediglich eine Maßnahme zur Symptombekämpfung.

Insgesamt zeigt diese Erfahrung, wie wichtig es ist, ein fundiertes Verständnis für die Funktionsweise der Hydraulik und die Rolle jedes einzelnen Ventils und Bauteils zu haben, um effektive Reparaturen und Wartungsarbeiten durchzuführen und unnötige Belastungen des Systems zu vermeiden.

Auf Seite 16 finden Sie eine detaillierte schematische Darstellung eines Druckbegrenzungsventils incl. seiner Funktionsweise.



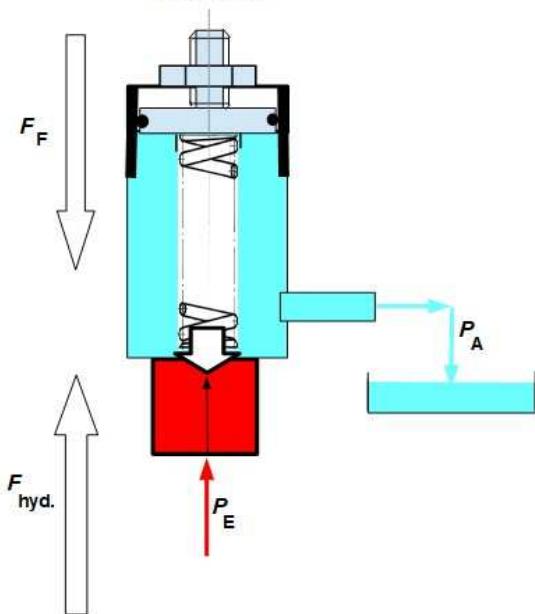
Druckbegrenzungsventil (Sicherheitsventil)

P_E = Eingangsdruck

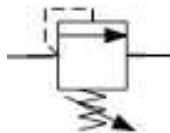
P_A = Ausgangsdruck (Medium zum Tank)

$F_{\text{hyd.}}$ = hydraulische Kraft

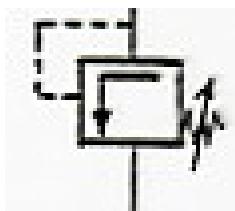
F_F = Kraft der vorgespannten Feder
(einstellbar)



Hydrauliksymbol für Druckbegrenzungsventil, direktgesteuert und einstellbar:



Liebe Leserinnen und Leser, sollten Sie jemals auf alte Hydraulikschaltpläne stoßen oder, wie in einigen Beispielen dieses Buches (hydraulische Schaltungen) gezeigt wird, das vorherige Hydrauliksymbol für ein Druckbegrenzungsventil nachvollziehen möchten, finden Sie hier die Darstellung:



Kapitel 5

Der hydraulische Energiefluss

Einmal mehr möchte ich erwähnen, dass Ölhydraulik/Pneumatik (Fluidtechnik), für einen technikbegeisterten Menschen etwas Wunderbares ist. Man kann unter anderem auf kleinsten Räumen, größte Kräfte übertragen. Dies geschieht vorzugsweise, elektrische Energie (Elektromotor) in mechanische Energie (Drehbewegung), dann mittels Hydraulikpumpe in hydraulische Energie (diese wird gesteuert und geregelt) umgewandelt wird. Danach wird die so umgeformte Energie wieder in mechanische Energie verwandelt. Speziell den hydraulischen Energiefluß versuche ich nun mit wenigen Worten und anhand eines Schnittmodells (s. Foto auf Seite 20), Ihnen liebe Leserinnen und Lesern, näherzu bringen.

Zunächst fördert die Hydraulikpumpe ihrer Baugröße entsprechend eine bestimmte Menge Hydraulikflüssigkeit in das System. Diese Flüssigkeit trifft nun gesteuert, geregelt über Rohr- und/oder Schlauchleitungen geführt in einen oder mehreren Hydraulikzylinder oder einem oder mehreren Hydraulikmotoren, ein.

Lassen Sie uns das am Beispiel eines Zylinders erläutern. Die Flüssigkeit fließt zunächst in den Zylinderkolbenraum. Dieser Raum füllt sich schnell mit Flüssigkeit, da der Zylinderkolben durch ein Dichtungssystem vom Zylinderstangenraum Leckagefrei abgedichtet ist

(wie auf Seite 20 im Zylinderschnittmodell zu sehen ist). Wenn die Pumpe weiter fördert, baut sich auf der Kolbenseite eine Kraft auf, die so lange ansteigt, bis die gegenläufige Kraft überwunden ist. Nach diesem Punkt gibt es keinen weiteren Anstieg der Kraft auf der Kolbenseite, da sich die Zylinderstange in die entgegengesetzte Richtung bewegt.

Die auf der Kolbenseite entstehende Kraft, abhängig von der Kolbenfläche, wird in der Hydraulik in Form von Druck gemessen. In der Praxis wird der Druck in der Einheit "bar" angegeben.

Ein Bar entspricht etwa einem Kilogramm Gewicht auf einer Fläche von einem Quadratzentimeter (etwa in der Größe eines Daumennagels).

Es ist allerdings nicht ausreichend, etwas über den Druck zu wissen, um eine hydraulische Anlage zu verstehen. Man muss unter anderem auch einen hydraulischen Schaltplan lesen und interpretieren können. Bei umfangreichen Anlagen sollte man als Hydrauliker auch einen Elektro-Schaltplan verstehen, da das Feld der Hydraulik auch in die Elektronik sowie in die Mechanik hineinreicht. Auch ist es unerlässlich, dass man die einzelnen Innenleben der verschiedensten Hydraulikkomponenten kennt, ansonsten wird man wahrscheinlich keine Fehler in einer defekten Hydraulik finden. Ich versuche mich immer in das Medium (Hydraulikflüssigkeit) hineinzuversetzen. So habe ich bis heute alle Fehler früher oder später gefunden.