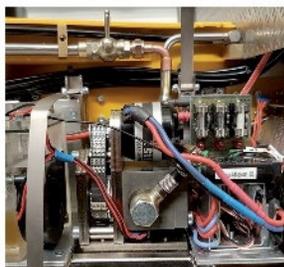


Hydraulik im Modellbau

Grundlagen für den Bau einer Modellhydraulik



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
1. Einsatzmöglichkeiten einer Modellhydraulik	9
2. Funktionsweise einer Hydraulik	11
2.1 Was ist eine Hydraulik?	11
2.2 Grundaufbau einer Hydraulik (Schema 1)	12
2.3 Beispiele für aufgebaute Modell-Hydraulikeinheiten	13
2.4 Aufbau der RC-Ansteuerung einer Modellhydraulik	14
3. Erste Schritte	15
3.1 Grundlagen der Berechnung	15
3.2 Einheiten umrechnen	16
3.3 Flächen berechnen	17
3.4 Volumen Berechnen	18
3.5 Hebel berechnen	19
3.6 Kräfte berechnen	20
3.7 Leitungen dimensionieren	21
3.8 Druck und Kraft einfach berechnen	22
4. Selbstbau oder Kauf?	23
4.1 Was spricht für den Kauf?	23
4.2 Was spricht für den Selbstbau?	23
4.3 Kann man mischen?	24
5. Komponenten einer Hydraulik	25
5.1 Pumpen	25
5.1.1 Pumpenfunktion schematisch	25
5.1.2 Pumpeneinheit	26
5.1.3 Ventile	28
5.1.4 Hydrauliksystem mit offenem Umlauf	28
5.1.5 Hydrauliksystem mit offenem Umlauf und Zwischenplatten	30
5.1.6 Hydraulik-System mit geschlossenem Umlauf	30
5.1.7 Andere Ventilvarianten	31
5.1.8 Schaltüberdeckung der Ventilschieber	34
5.2 Leitungen	35
5.2.1 Metallrohre	35
5.2.2 Kunststoffleitungen	35
5.3 Anschlüsse und Verbindungen	35
5.3.1 Löten	35
5.3.2 Kleben	36

5.3.3	Schrauben	36
5.3.4	Klemmen	38
5.3.5	Stecken	38
5.3.6	Kupplungen	38
5.3.7	Eigenanfertigung von Verbindungen	39
5.4	Abdichtungen von Zylindern/Ventilen	39
5.4.1	Alternativen zu O-Ringen	40
5.5	Bauarten von Zylindern	40
5.5.1	Einfachwirkende Zylinder	40
5.5.2	Doppeltwirkende Zylinder	41
5.5.3	Gleichlaufzylinder	42
5.5.4	Stufenzylinder (Teleskopzylinder)	43
5.6	Grundaufbau einer Versuchshydraulik	43
5.7	Öltank	45
5.8	Filter	46
5.8.1	Tank mit eingebautem Filter und Belüftungsstutzen	47
6.	Das richtige Hydraulik-Öl	48
7.	Eigenbau einer Modell-Hydraulik	49
7.1	Auslegung der Pumpe	49
7.1.1	Pumpen-Volumenstrom berechnen	49
7.1.2	Pumpegröße bestimmen	50
7.1.3	Auslegung von Motor und Getriebe	52
7.2	Bau eines Ventilblocks (Schieberventile)	52
7.2.1	Ventilblock in Einzelteilen	52
7.2.2	Anfangsplatte mit Sicherheitsventil	54
7.2.3	Bau von Ventilen (offenem Umlauf)	55
7.2.4	Standard-Ventil mit geschlossenem Umlauf	55
7.2.5	Standard-Ventil mit offenem Umlauf	56
7.2.6	Endplatte mit offenem Umlauf	58
7.2.7	Endplatte für geschlossenen Umlauf	58
7.3	Bau von Zylindern	59
7.3.1	Doppelwirkender Zylinder (verschraubt/gelötet)	59
7.3.2	Gleichlaufzylinder	60
7.3.3	Stufenzylinder	61
7.4	Hydraulisch entsperbare Rückschlagventile	63
7.4.1	Aufbauventil zum Standard-Ventil	63
7.5	Mögliche Probleme	65
7.5.1	Überhitzen des Öls	65
7.5.2	Kavitation (Schaumbildung im Öl)	66
7.5.3	Innere Leckage	66
8.	Fördermengenregulierung über die RC-Steuerung	67
9.	Automatische Fördermengenregulierung (Load Sensing) für die Modellhydraulik	68
9.1	Voraussetzungen	68
9.2	Automatische Fördermengenregelung Funktionsbeschreibung	69
9.2.1	Abwägung der Vor- und Nachteile	71

9.3 Baugruppen	71
9.3.1 Motor und Regler	71
9.3.2 Servotester und Regelpotentiometer	72
9.3.3 Mengenbegrenzer	72
9.3.4 Regelzylinder	73
9.4 Justierarbeiten am Modell	74
10. Bauplan-Archiv	76
10.1 Halterung Hydraulikpumpe	76
10.1.1 Pumpen Motorhalterung für eine Jung-Fluid-Pumpe	76
10.2 Ventil mit geschlossenem Umlauf	78
10.2.1 Anfangsplatte mit DBV	78
10.2.2 1. Ventil mit M3-Gewindelöchern	79
10.2.3 Folgeventil mit 3,2-mm-Löchern	80
10.2.4 Endplatte	81
10.3 Ventil mit offenem Kreislauf	81
10.3.1 Anfangsplatte mit DBV	82
10.3.2 1. Ventil mit M3-Gewindelöchern	83
10.3.3 Endplatte	85
10.4 Spezial-Ventile	86
10.4.1 Ventil für Kipper	86
10.4.2 Hubbegrenzungsventil für Kipper	87
10.5 Sicherheitsventil	89
10.5.1 Druck-Begrenzungsventil/DBV	89
10.5.2 Doppelseitiges hydraulisch entsperbares Rückschlagventil als Aufbauventil zum Standardventil	90
10.5.3 Doppelseitiges hydraulisch entsperbares Rückschlagventil in die Leitung einzubauen	91
10.5.4 Einfaches hydraulisch entsperbares Rückschlagventil, in die Leitung einzubauen	92
10.5.5 Lastabhängiges Senkbremsventil mit Sperrventil	93
10.5.6 Lastabhängiges Senkbremsventil ohne Sperrventil	94
10.6 Sicherheits-Armaturen	95
10.6.1 Rücklauffilter	95
10.6.2 Öltank mit Filter	96
10.7 Bauplan einer Drehdurchführung	97
10.7.1 Drehdurchführung mit zehn Kanälen	97
11. Zylinderbau	98
12. Bezugsquellen/Firmen	100
12.1 Pumpen/DBV	100
12.2 Modell-Hersteller	100
12.3 Dichtungen	102
12.4 Anschlüsse + Schläuche	104
12.5 Ventile/Sperrventile	104
12.6 Hydrauliköl	104
13. Anwendung von Modellbauhydraulik (Bilder)	105
14. Literaturverzeichnis	107

5. Komponenten einer Hydraulik

5.1 Pumpen

5.1.1 Pumpenfunktion schematisch

Es gibt viele Arten von Hydraulikpumpen. Im Modellbau hat sich die Zahnradpumpe durchgesetzt, entweder als Innen- oder Außenzahnradpumpe.

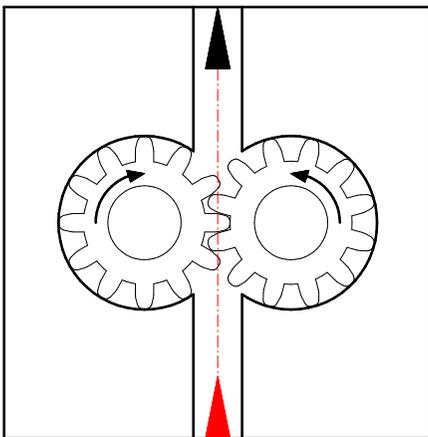
Namhafte Hersteller wie Damitz Modelltechnik oder Leimbach Modellbau setzen auf die bewährte Bauart, der Außenzahnradpumpe.

Die Firma Jung Fluid aus Ettlingen, vertreibt dagegen die Innenzahnradpumpe. Diese Pumpe kommt hauptsächlich in der Indus-

trie zur Anwendung. Da sie in vielen Handmaschinen eingesetzt wird, hat sie auch eine ideale Größe, um im Modellbau verbaut zu werden.

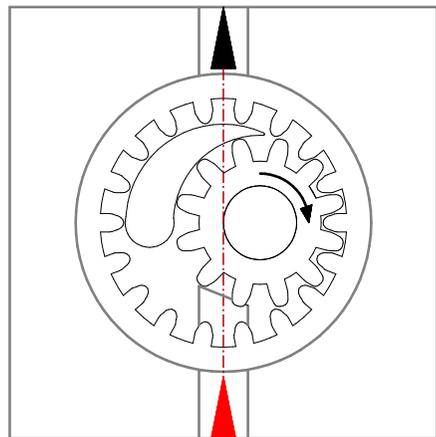
Mein persönlicher Favorit ist die Pumpe von Jung Fluid. Mit einer Größe von nur 35×35 mm, ist sie sehr klein und kann daher vielfältig eingesetzt werden. Wohlgermerkt, mein bevorzugter Maßstab ist 1:8 und daher habe ich in meinen Modellen sicherlich auch etwas mehr Platz für solch eine Pumpe. In kleineren Modellen sind jedoch nicht so hohe Drücke erforderlich, wodurch auch Pumpen anderer Hersteller eingesetzt werden können.

Aussen-Zahnrad-Pumpe



Schema 3: Zahnrad-Pumpen

Innen-Zahnrad-Pumpe



5.1.3 Ventile

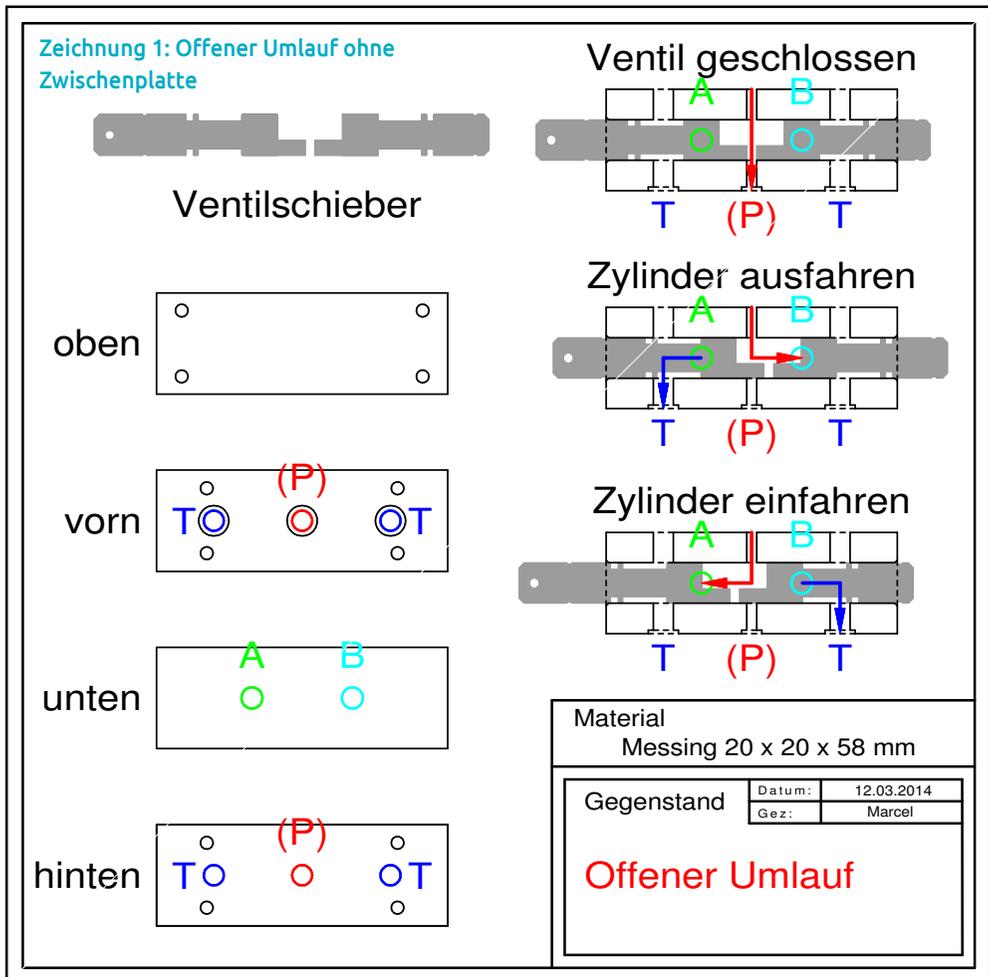
Anders als bei den Pumpen bieten sich bei den Ventilen mehrere Varianten an. Hier lohnt der Eigenbau schon eher als bei einer Pumpe. Bei den Ventilen unterscheiden wir zwischen vorgesteuerten und direktgesteuerten Ausführungen. Im Modellbau werden die letzteren verbaut. Vorgesteuerte Ventile sind zwei Ventile in einem. Mit einem kleinen Ventil wird ein großes angesteuert. Diese Ventile kommen z.B. bei der Servolenkung in Autos zur Anwendung. Im Modellbau ist der Einsatz vorgesteuerter Ventile nicht sinnvoll weshalb wir uns nur mit den direktgesteuerten Ventilen befassen werden.

Im Vorfeld bleibt noch die Frage: Möchte man ein druckloses, offenes- oder ein geschlossenes Hydrauliksystem?

5.1.4 Hydrauliksystem mit offenem Umlauf

Beim diesem drucklosen System fließt das Öl ohne Widerstand durch den Ventilblock, sodass das DBV bei inaktivem Ventil geschlossen bleibt.

Erst wenn man das Ventil zu einer Seite bewegt wird der Ölfluss blockiert. Somit kann sich Druck aufbauen und das Öl zum Zylinder gelangen. Bleibt das Ventil in dieser Position, fährt der Zylinder bis an den Anschlag. Dabei wird der maximale



5.2 Leitungen

Bei den Leitungen gibt es, außer ihrer Druckbeständigkeit, nicht viel zu beachten. Natürlich ist der Leitungsquerschnitt ein wichtiger Punkt, hat aber mit dem Leitungsmaterial nichts zu tun. Jedoch zeigen sich in der Verarbeitung Vor- und Nachteile der verschiedenen Materialien.

5.2.1 Metallrohre

Im Modellbau werden fast ausschließlich Messing- oder Kupferrohre verbaut. Sowohl Lötverbindungen als auch Klemmverschraubungen sind leicht herzustellen. Stahl lässt sich nur schweißen oder mit aggressivem Lötwasser löten, was die Gefahr der Rostbildung birgt. Darüber hinaus sind Buntmetallrohre leichter biegsam und können dem Modell gut angepasst werden. Ein sauber verlegtes Rohr ist z.B. an einem Baggerausleger nicht nur funktionell, sondern wertet auch die Optik erheblich auf. Metallrohre sind druck- und wärmestabil und in unterschiedlichen Dimensionen in Baumärkten leicht erhältlich.

5.2.2 Kunststoffleitungen

An flexiblen Verbindungen oder wenn Gelenke überbrückt werden müssen, kommen Kunststoffleitungen zum Einsatz.

Hier verlangt es, etwas mehr an Recherche als bei den Metallrohren, da die Kunststoffleitungen nicht allzu große Drücke aushalten. Faustregel: Je weicher das Rohr, desto

weniger Druck hält es aus. Für die kleineren Maßstäbe, wie 1:14,5, bei denen das Hydrauliksystem Drücke von 10 bis 18 bar entwickelt, sind die Anforderungen an das Material wesentlich geringer als bei größeren Modellen. (Siehe Tab.1)

Kunststoffrohre bekommt man in verschiedenen Durchmessern und Festigkeitsklassen. Zwischen den einzelnen Lieferanten gibt es große Unterschiede.

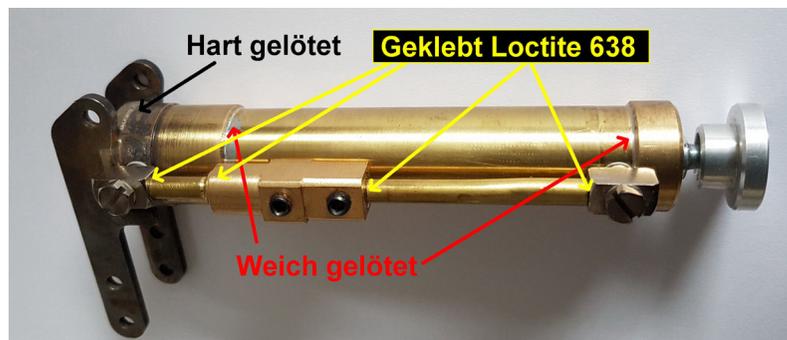
Meine bevorzugten Rohre, stammen von der Firma Legris Parker. Diese haben einen Berstdruck von etwa 90 bar, bei einer Temperatur von 40°C. Die Vorteile gegenüber den Metallrohren liegen in der Flexibilität bei der Verlegung und Handhabung. Auch die Verbindungen bieten ein breites Sortiment.

5.3 Anschlüsse und Verbindungen

5.3.1 Löten

Festverrohrungen werden in den meisten Fällen verlötet, da die Leitungen aus Messing oder Kupfer bestehen, die sich sehr gut mit diesem Verfahren verbinden lassen. In den meisten Situationen, reicht das Weichlöten, um die benötigte Festigkeit zu erreichen. Nur in wenigen Fällen wird Hartlöten notwendig sein. Drücke bis zu 50 bar halten mit Weichlot problemlos. Auch bei 1:8 Modellen kann bis zu 90% alles weich verlötet werden.

Abbildung 13:
Zylinderbau



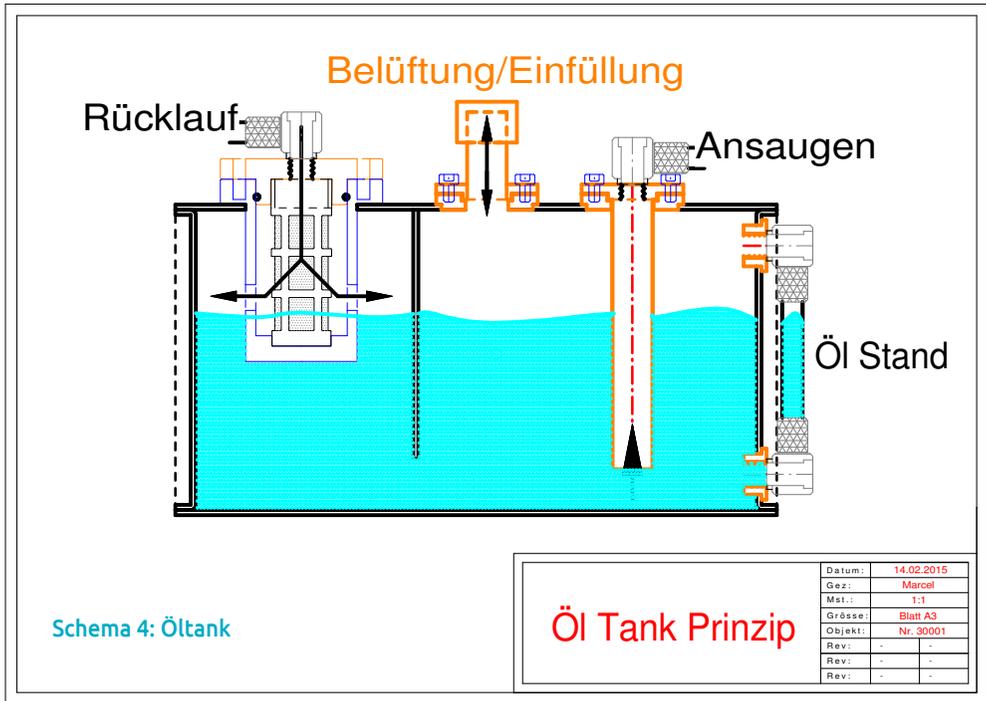


Abbildung 40: Öltank Effer 1750 mit Öl-Kühler



Abbildung 41: Ölfilter-Eigenbau

5.8 Filter

Gezeigt wird hier ein Beispiel, wie ein Filter für den Rücklauf gebaut werden kann. Das Gehäuse ist aus klarem Acryl, der Rest aus Messing, Alu oder Kunststoff. Wichtig bleibt, dass das Öl außen auf den Filter gelangt und nach innen abläuft. Der Filter lässt sich bei einem Durchmesser von nur 8 mm von außen besser reinigen als von innen. Gefertigt wird er in drei Teilen, die mittels M2,5-Schrauben im Acryl verschraubt und mit O-Ringen abgedichtet sind.

