

FESTO-FISCHER

Pneumatik-

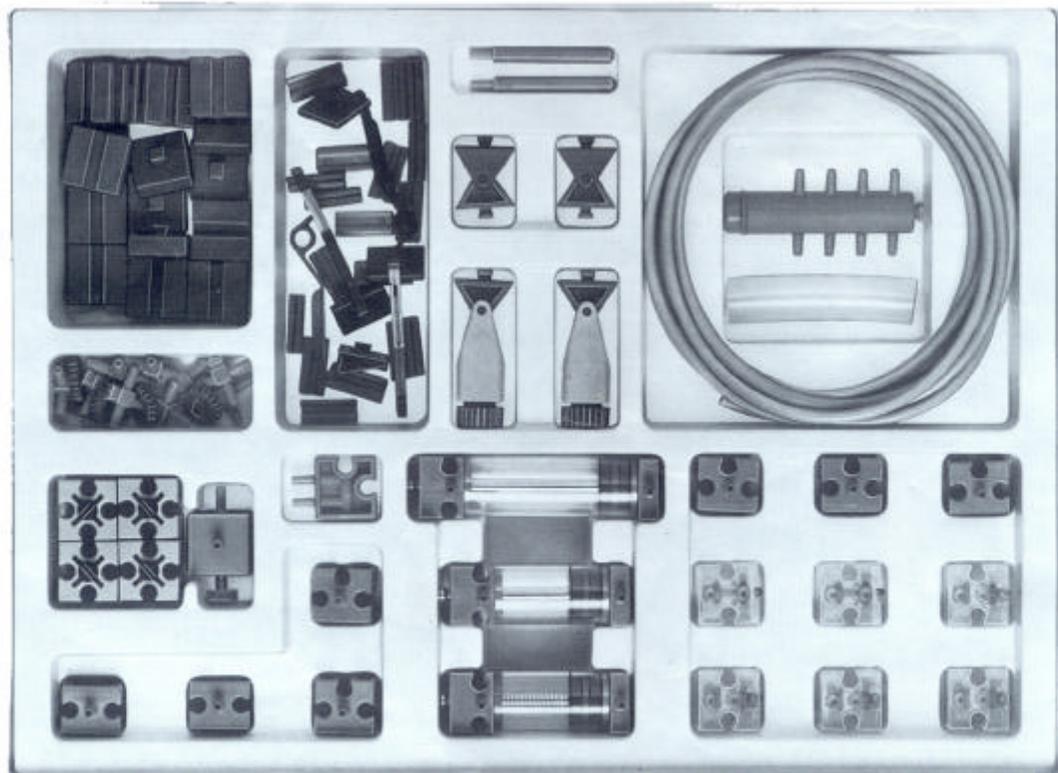
Lernbaukasten

Bauanleitung

Was ist was?

Sie haben nun den neuen Baukasten mit den Pneumatikerelementen vor sich und wollen sofort beginnen, damit zu arbeiten. Aber wir wollen Ihnen zunächst noch einige Erläuterungen geben, Ihnen sagen, wie die einzelnen Teile heißen; wozu sie gebraucht werden, erfahren Sie im einleitenden Teil der Begleitbroschüre.

In dem Baukasten finden Sie 2 m Schlauch. Nach Bedarf schneiden Sie die einzelnen Stücke mit einer Schere oder einem Messer in der gewünschten Länge ab. Wir empfehlen Längen von 10, 15, 20 und 30 cm, wobei von den kürzeren Stücken wesentlich mehr benötigt werden.



Verteilerstücke

Der große Verteiler kann mit dem weißen Schlauchstück am Druckluftheizer angeschlossen werden.

Der große Verteiler besitzt 8 Schlauchabgänge.



Es ist zu beachten, daß die für eine Steuerung nicht benötigten Anschlüsse verschlossen werden müssen, um zu verhindern, daß die ganze Druckluft entweicht.

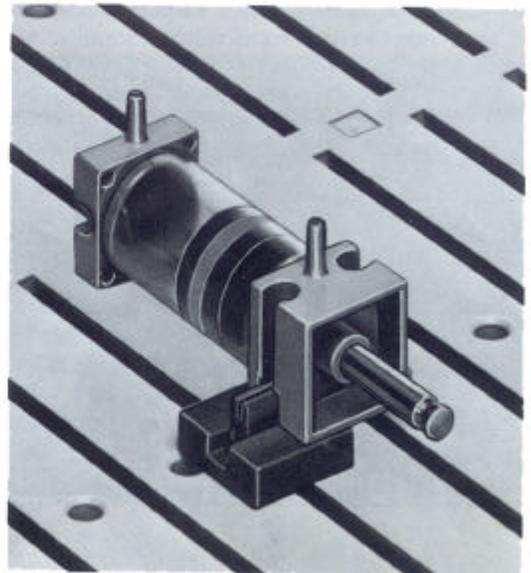
Dies gilt auch für die 3-fach Verteilerstücke, mit denen sehr einfach Abzweigungen herzustellen sind.

Alle Verteiler können über den Vierkant auf der Grundplatte befestigt werden.

Um die Schläuche nach Gebrauch leicht wieder abnehmen zu können, sollten sie auch nur leicht auf die Tüllenstücke aufgeschoben werden.

Ventil und Zylinderbefestigung

Ventile und Zylinder werden auf der Grundplatte generell, so wie im Bild gezeigt, befestigt.



Rollenhebel

Der Rollenhebelaufbau ist für die Ventile gedacht. Er dient zu deren Betätigung, wenn über Nocken geschaltet werden soll. Er wird nicht gebraucht, wenn das Ventil direkt von vorne angefahren wird.

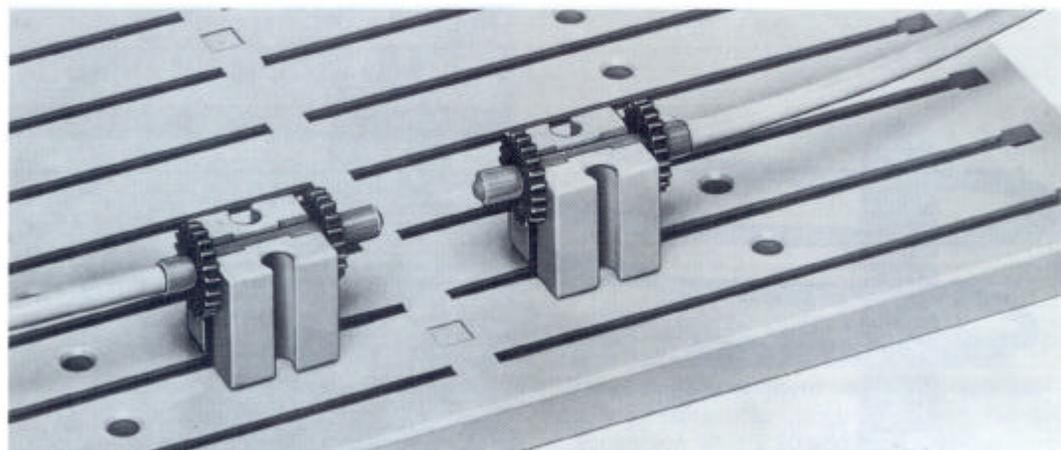
Der Aufbau hat durch den langen Hebelarm einen größeren Betätigungsweg und durch seine Ausführung größere Elastizität. Dieser Hebel kann von 3 verschiedenen Seiten befestigt werden.



Befestigung von Düsen

Die beiden Düsen werden mit den Zahnradteilen auf den grauen Würfeln aus dem fischertechnik-System befestigt. Sie müssen genau zueinander ausgerichtet werden. (Näheres siehe Seite 10).

Der Gebrauch der übrigen Zubehörteile geht aus den einzelnen Bildern zu den Beispielen hervor.



Arbeiten mit Druckluft

In der industriellen Praxis werden viele Bewegungsvorgänge an Maschinen und Vorrichtungen „pneumatisiert“. Sie laufen dann teil- oder vollautomatisch ab. „Pneuma“ hieß bei den alten Griechen der Hauch, Atem, Luft. Pneumatisieren heißt, mit druckluftbetriebenen Geräten automatisieren. Druckluftbetriebene Geräte können wir heute überall finden: Zylinder zum Öffnen und Schließen von Bus-türen, Druckluftmotoren beim Zahnarzt. Druckluft wird deshalb verwendet, weil sie sehr schnell arbeitet und die Arbeitsgeschwindigkeit sich stufenlos einstellen läßt.

Um Druckluft zu erzeugen, wird die uns umgebende Luft verdichtet. Wir kennen diesen Vorgang schon vom Ball oder von der Luftpumpe für unser Fahrrad.

Wie wir vom Wetterbericht wissen, wird der Druck der uns umgebenden Luft in Millibar angegeben. Millibar ist eine Einheit des Druckes. (Beobachte den Luftdruckwert bei Hoch- bzw. Tiefeinfluß). Wird Luft in einem geschlossenen Raum zusammengedrückt, so übt sie überall den gleichen Druck auf ihre Begrenzungswände aus.

Bei der Druckluft wird der Überdruck gegenüber dem atmosphärischen Druck gemessen und angegeben. Der Überdruck (p_e) im Raum übt eine Kraft (F) auf die Wandfläche (A) aus. Der Druck wird deshalb auch angegeben:

$$p_e = \frac{F}{A}$$

Die Maßeinheit für den Druck ist das Pascal (Pa)

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ Newton (N)}}{1 \text{ Quadratmeter (m}^2\text{)}}$$

1 Newton ist die Kraft.

Die Druckeinheit Pascal kann auch in bar angegeben werden, so sind

$$100.000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar} \\ \text{und} \quad 100 \text{ Pa} = 1 \text{ mbar (Millibar)}$$

Die Reifen unserer Autos werden mit etwa 200 kPa (2 bar) Druck aufgepumpt. Der Pneumatik-Baukasten arbeitet mit einem Druck von 10...50 kPa (100...500 mbar / 0,1...0,5 bar).

Die Kraftquelle

Druckluft läßt sich mit einer Pumpe, z.B. Fahrradpumpe, oder aber mit einem Gebläse, z.B. Staubsauger, erzeugen. Es wäre jedoch sehr mühsam, dauernd mit der Fahrradpumpe zu arbeiten. Außerdem hätten wir keine gleichmäßige, sondern nur eine stoßweise Druckluft-erzeugung. Die Erzeugung mit dem Staubsauger ist einfach, der Luftstrom ist kontinuierlich (gleichmäßig), der Druck ist jedoch oft zu gering. Spezialgebläse und Verdichter erzeugen eine genügende Menge bzw. einen genügend großen Druck. Ist der Druck jedoch größer als 50 kPa (500 mbar), muß er über ein Druckreduzierventil begrenzt werden. Für die einwandfreien Funktionen der Grundschaltungen, die mit diesem Baukasten aufgebaut werden können, benötigen wir außer dem Druck von 10...50 kPa (100...500 mbar) eine Luftmenge von etwa 30 l/min.

Die Verschlauchung

Bei der Elektrik wird die Verbindung durch die Verdrahtung hergestellt. Dies geschieht in der Drucklufttechnik mit der Verschlauchung. Die Druckluft wird in den Schläuchen weitergeleitet. Der Schlauch muß die Elemente dicht miteinander verbinden. Er wird einfach auf die Tülle aufgesteckt bzw. nach Gebrauch wieder abgezogen.

Bei Verwendung von Verteilungsstücken muß jede Öffnung geschlossen werden, da sonst die gesamte Luftmenge entweicht und sich kein Druck aufbauen kann. Obwohl die Länge der Leitung beliebig gewählt werden kann, empfiehlt es sich, den Schlauch mit Messer oder Schere in Längen von 10, 15, 25 und/oder 30 cm abzuschneiden.

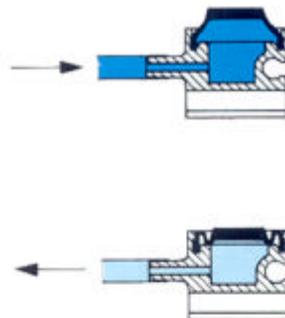
Wie funktioniert ein Arbeitszylinder?

Wir haben gelesen, daß Druckluft eine Kraft auf die Wände des Behälters ausübt. Der Schlauch dehnt sich z.B. unter Druck etwas aus. Macht man jedoch eine Wand beweglich, z.B. aus einem dünnen Gummi, so kann der Druck diese Wand nach außen verformen.

Diese Kraft kann daher auf Gegenstände außerhalb des Zylinders, so nennen wir dieses Bauteil, wirken. Der Gummi wird elastisch, verformt sich und kehrt, wenn der Luftdruck weggenommen wird, in seine Ausgangslage zurück. Der Zylinder übt unter Druck Kraft in eine Richtung aus. Er wird deshalb als **einfachwirkender Zylinder** bezeichnet. Einfachwirkende Zylinder werden nur von einer Seite mit Druckluft beaufschlagt. Diese Zylinder können nur in einer Richtung Arbeit leisten. Die Zurückbewegung übernimmt eine äußere Kraft oder eine eingebaute Federkraft.

Einfachwirkender Zylinder

In unserem Beispiel sollen die einfachwirkenden Zylinder nur einen kleinen Hub ausüben können. Aus diesem Grund wurde der Kolben durch eine Membrane ersetzt. Hierbei übernimmt die Eigenelastizität der Membrane die Rückbewegung. Im folgenden wird die Druckluft dunkelblau, die Ausströmluft hellblau dargestellt.

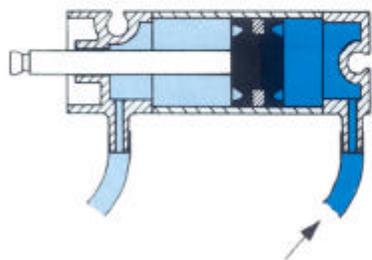


Würde man an Stelle der Membrane an der Gehäusewand eine Dichtung gleiten lassen, könnte man bei einem entsprechend langen Zylinderrohr auch größere Hubbewegungen ausführen. Die Kraft müßte jedoch über eine Stange aus dem Gehäuse geführt werden.

Schließt man das Gehäuse nun so ab, daß Druckluft auf beide Seiten der Dichtung (Kolben) gegeben werden kann, so kann dieser auch Kraft in beide Richtungen ausführen – er kann Stoßen und Ziehen. Einen solchen Zylinder bezeichnet man als **doppeltwirkenden Zylinder**.

Doppeltwirkender Zylinder

Die von der Druckluft ausgeübte Kraft bewegt den Kolben beim doppelwirkenden Zylinder in beide Richtungen. Es wird in beide Richtungen eine bestimmte Kraft abgegeben. Die Kraft, welche in beide Richtungen abgenommen werden kann, ist das Produkt der Kolbenfläche und der Druckdifferenz der beiden Zylinderseiten. Dabei ist zu beachten, daß die auszuschiebende Luftmenge auch einen Druck ausübt, der um so größer ist, je geringer der Auslaßquerschnitt durch die Ventile ist.



Wir haben in unserem Baukasten 6 einfachwirkende und 2 doppelwirkende Zylinder, davon einen mit 16 mm und einen mit 32 mm Hub. (Der Ausfahrweg wird als Hub bezeichnet). Wir haben aber auch 2 Zylinder mit 2 beweglichen Wänden (Membranen).

sofort ab. Unterbricht man die Luftzufuhr zu einem Zylinder, so hört die Energiezufuhr sofort auf. Da die Luft jedoch zusammengedrückt (verdichtet) wird, hat sie als Gasgemisch das Bestreben, sich auszudehnen. Der Druck bleibt bestehen, deshalb benötigt man hier Ventile, die den Anforderungen gerecht werden.

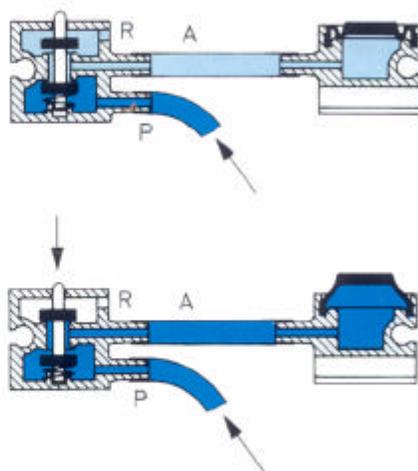
Normal geschlossenes Ventil (blauer Stößel)

Das normal geschlossene Ventil läßt im unbetätigten Zustand keine Druckluft von seinem Eingang (P) zu seinem Ausgang (A). Wird dieses Ventil nun am Stößel gedrückt (man spricht in diesem Fall von einem mechanisch betätigten Ventil), so wird der Durchgang von P nach A geöffnet. Ein nachgeschalteter einfachwirkender Zylinder kann somit ausfahren. Beim Loslassen des Stößels fährt der Zylinder wieder in Ausgangsstellung, weil die Zuluft von P nach A wieder unterbrochen wird. Gleichzeitig muß die im Zylinder eingesperre Luft ausströmen können. Hierfür öffnet der obere Dichtsitz eine Verbindung zur Atmosphäre.

Steuerelemente (Ventile)

Unter Steuerelementen versteht man Bauteile, die in unserem Falle die Lenkung der Luftströme in die entsprechenden Kanäle vornehmen. In der Elektrotechnik übernimmt diese Aufgabe der Stromlenkung in erster Linie das Relais. In der Druckluft spricht man von Ventilen.

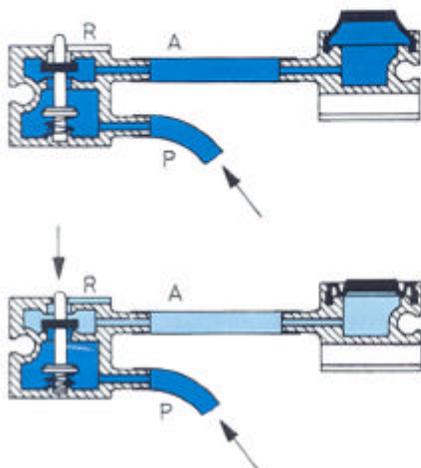
Wenn man in der Elektrotechnik den Stromzufluß zu einem Elektromagneten unterbricht, so fließt keine Energie mehr, der Magnet fällt



Man kann durchaus ein Ventil verwenden, daß im unbetätigten Zustand geöffnet ist.

Normal offenes Ventil (roter Stößel)

Das normal offene Ventil hat in Ausgangsstellung Verbindung von Zuleitung (P) zum Ausgang (A). Aus diesem Grund ist der Zylinder im unbetätigten Ventilzustand ausgefahren. Die Vorgänge sind gegenüber dem normal geschlossenen Ventil gerade umgekehrt.

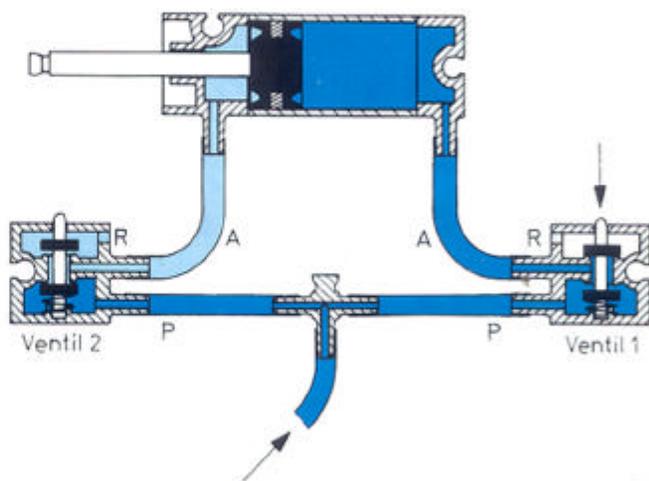


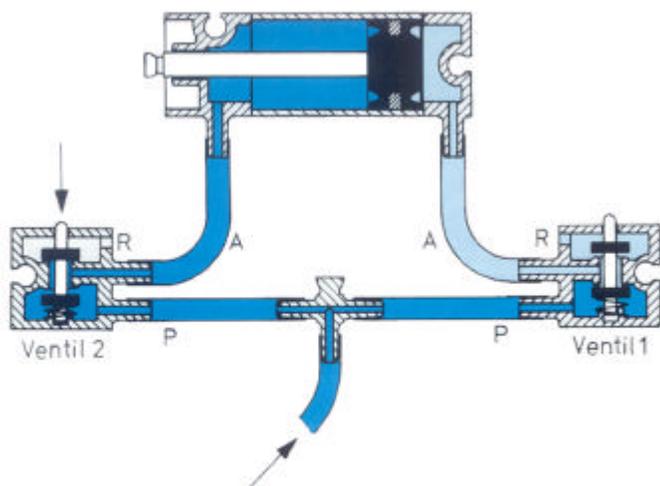
Einfache Schaltungen

Wir wissen nun, wie man einfachwirkende Zylinder steuert. Diese Zylinder werden vor allem zum Spannen, d.h. Halten bzw. Greifen eingesetzt. Ein doppelwirkender Zylinder muß wechselseitig Kraft ausüben bzw. gesteuert werden.

Mechanische Steuerung eines doppelwirkenden Zylinders

Der doppelwirkende Zylinder hat zwei Anschlüsse, die wechselseitig beaufschlagt werden müssen. Man verbindet also die Eingänge des Zylinders mit den Ausgängen der 2 normal geschlossenen Ventile. Sind beide Ventile nicht betätigt, kann die Kolbenstange des Zylinders frei bewegt werden und bleibt in jeder Stellung stehen. Wird nun Ventil 1 betätigt, fährt die Kolbenstange aus und übt eine Kraft aus, solange Ventil 1 gedrückt bleibt. Wird Ventil 1 losgelassen und gleichzeitig Ventil 2 betätigt, fährt die Kolbenstange unter Kraft zurück. Hierbei wird die eingeschlossene Luft von Ventilseite 1 von der einströmenden Luft von Ventil 2 über den oberen Ventilsitz von 1 zur Atmosphäre ausgedrückt.



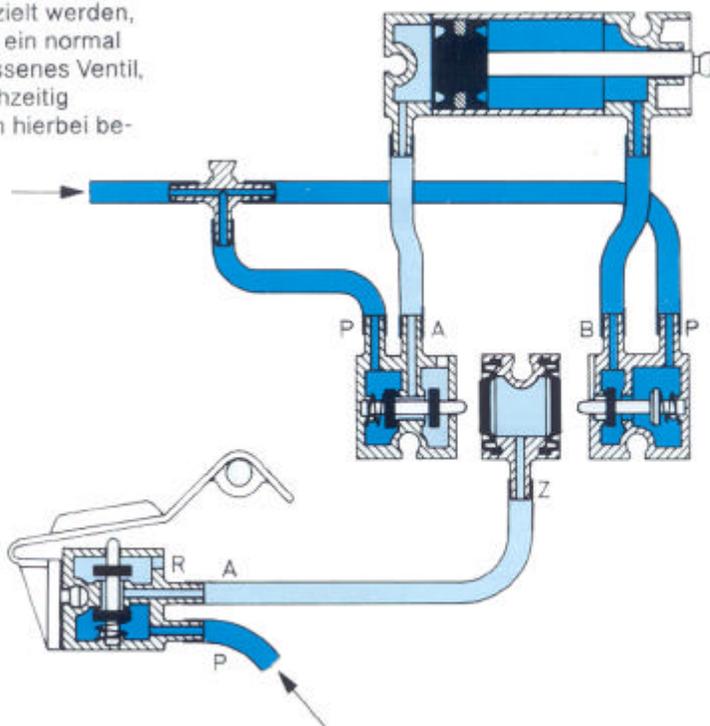


Es ist jedoch schwierig, beide Ventile gleichzeitig zu betätigen. Einfacher wird dies durch eine „pneumatische Steuerung“ unseres „doppeltwirkenden Zylinders“.

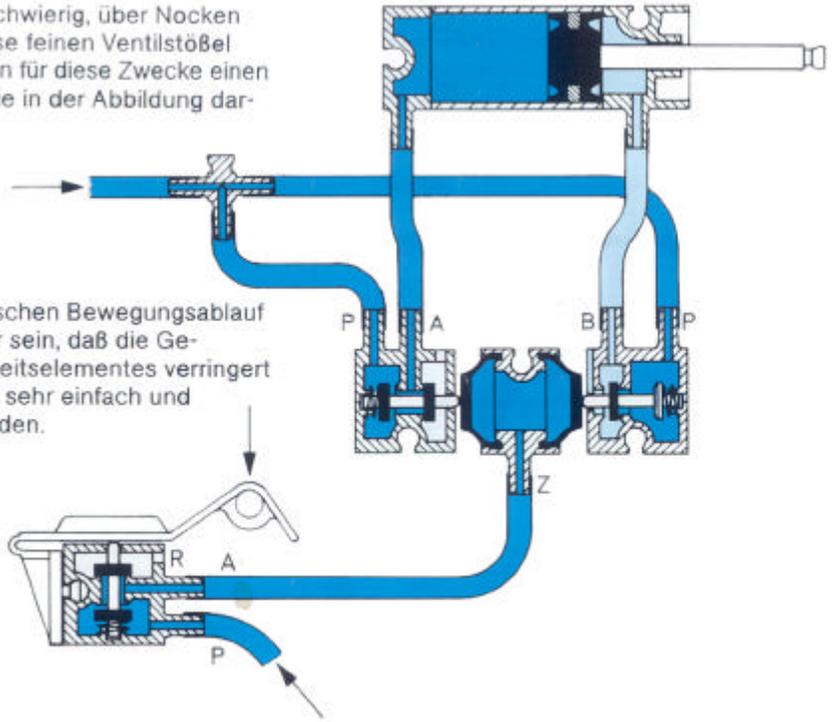
Pneumatische Steuerung eines doppeltwirkenden Zylinders

In diesem Fall soll die Bewegung des doppeltwirkenden Zylinders über ein pneumatisches Signal ausgelöst werden. Hierzu werden die nockenbetätigten 3/2-Wegeventile über den einfachwirkenden Membranzylinder betätigt. Sollen nur 2 Schaltstellungen erzielt werden, nimmt man zweckmäßigerweise ein normal offenes und ein normal geschlossenes Ventil, die beide mit einem Signal gleichzeitig betätigt werden. Es bewährt sich hierbei be-

sonders der Doppelbetätiger, das sind 2 einfachwirkende Zylinder in einem Baustein zusammengefaßt. Angesteuert wird dieser Doppelbetätiger durch ein normal geschlossenes 3/2-Wegeventil. Durch diese Anordnung ist immer die eine Kolbenseite belüftet, während die andere gleichzeitig entlüftet ist.



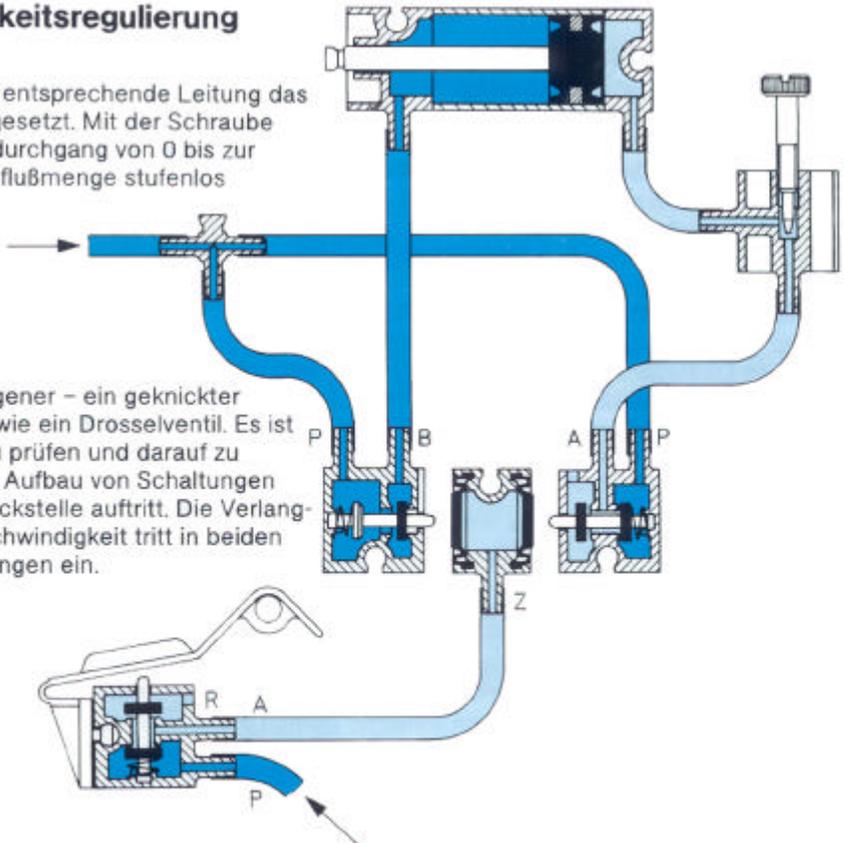
Im Baukasten ist es schwierig, über Nocken oder andere Teile diese feinen Ventilstößel zu betätigen. Man kann für diese Zwecke einen Betätigungsaufbau, wie in der Abbildung dargestellt, aufsetzen.



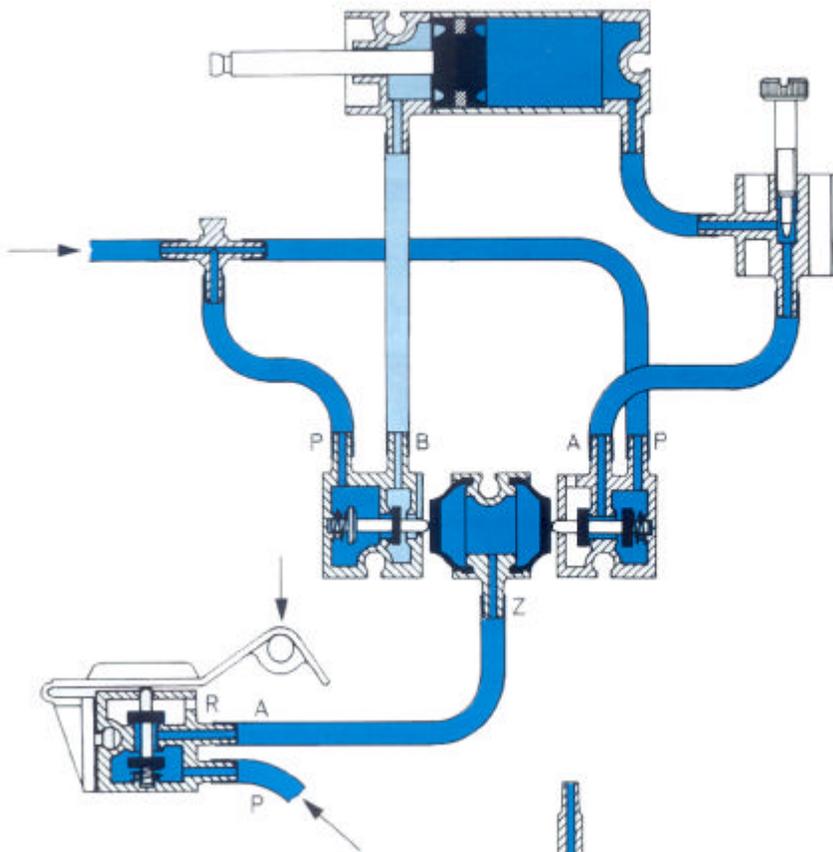
Es könnte bei dem raschen Bewegungsablauf der Pneumatikzylinder sein, daß die Geschwindigkeit des Arbeitselementes verringert werden soll. Das kann sehr einfach und stufenlos erreicht werden.

Geschwindigkeitsregulierung

Hierzu wird in die entsprechende Leitung das Drosselventil eingesetzt. Mit der Schraube läßt sich der Luftdurchgang von 0 bis zur maximalen Durchflußmenge stufenlos einstellen.



Ein stark abgebogener – ein geknickter Schlauch – wirkt wie ein Drosselventil. Es ist deshalb immer zu prüfen und darauf zu achten, daß beim Aufbau von Schaltungen nirgends eine Knickstelle auftritt. Die Verlangsamung der Geschwindigkeit tritt in beiden Bewegungsrichtungen ein.

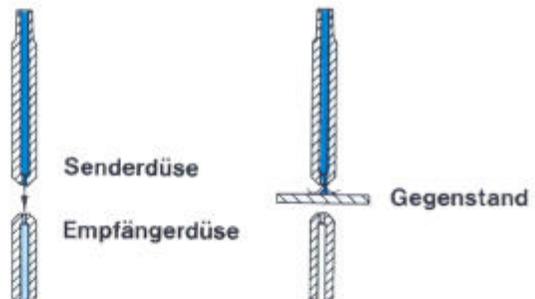


Luftschranke

Die pneumatischen Zylinder wurden bisher durch Betätigen von Hand oder über mech. Nocken geschaltet. Gleichartige Vorgänge sind auch bei elektrischen Schaltern üblich. Auch in der Elektrotechnik werden Lichtschranken angewandt. In der Praxis des Alltags wird man kaum Luftschranken sehen, hier sind die Lichtschranken üblich. In den technischen Fertigungsabläufen werden jedoch häufig Luftschranken eingesetzt. Für ihre Anwendung ist es wichtig, das genaue Verhalten bei verschiedenen Einflüssen zu kennen.

Wir wollen uns zuerst die Wirkungsweise ansehen.

Zwei Düsen werden zentrisch zueinander angeordnet. Eine Düse dient als „Senderdüse“. Sie wird mit der Luft versorgt. Die andere Düse ist „Empfängerdüse“ und soll diese Luft wieder auffangen und als Steuersignal weiterleiten. Wird der Luftstrahl zwischen beiden Düsen unterbrochen, ist kein Signal mehr am Ausgang der Empfängerdüse festzustellen.

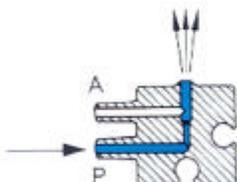


Wir haben also auch hier, wie beim Ventil mit dem roten Stößel, ein dauerndes Signal, das erst bei Unterbrechung, hier durch einen Gegenstand, abgeschaltet wird.

Durch die Entfernung zwischen den beiden Düsen und einen durch Verwirbelung entstehenden Luftverlust entsteht ein Druckabfall am Ausgang der Empfängerdüse, so daß dieses Drucksignal geringer ist. Um mit den Düsen zu arbeiten, ist es deshalb nötig, das erhaltene Signal wieder zu verstärken. Untersuchungen über max. Entfernung der beiden Düsen voneinander und von der Abhängigkeit durch Störeinflüsse, wie Blasen in der freien Strecke der Luftschranke, zeigen erst dann ein Ergebnis, wenn die Signale verstärkt arbeiten können.

Düsenbaustein

Der Düsenbaustein ist ein Element für unsere Signalverstärkung. Wir wollen zuerst seine Funktion kennenlernen. Er sieht aus wie ein Ventil. Er besitzt jedoch keine mech. betätigten Elemente.

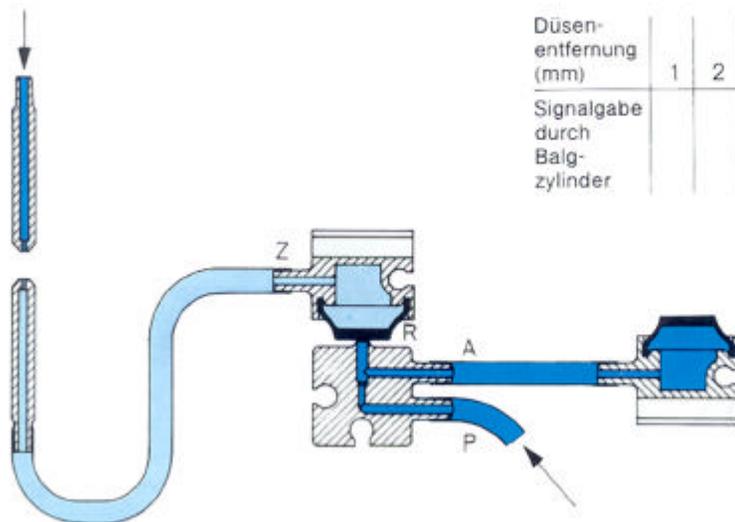


Wie aus dem Bild zu ersehen ist, tritt bei P die Luft ein und bläst nach oben ins Freie. Halten wir nun z.B. den Finger auf die Öffnung, so kann die Druckluft nicht mehr dort austreten, sondern strömt über den Abfluß A in voller Menge und mit vollem Druck aus.

Wir erkennen nun eine Ventalfunktion ohne Schaltteile im Innern. Anstelle des Fingers können wir die Öffnung aber auch mit einem einfachwirkenden Balgzylinder verschließen, der zudem wenig Energie benötigt, so daß mit dem geringeren Druck der Düsen gefahren werden kann.

Diese Anordnung wirkt deshalb als Verstärker-einheit.

Mit der gezeichneten Anordnung ist es möglich, die vorher beschriebenen Versuche zu machen. Interessant ist auch noch, in die Zuluft der Senderdüse eine Drossel zu setzen. Hierdurch kann der Ausgangsdruck etwas reduziert werden und damit ebenfalls als weiterer Parameter in die Untersuchungen eingehen.



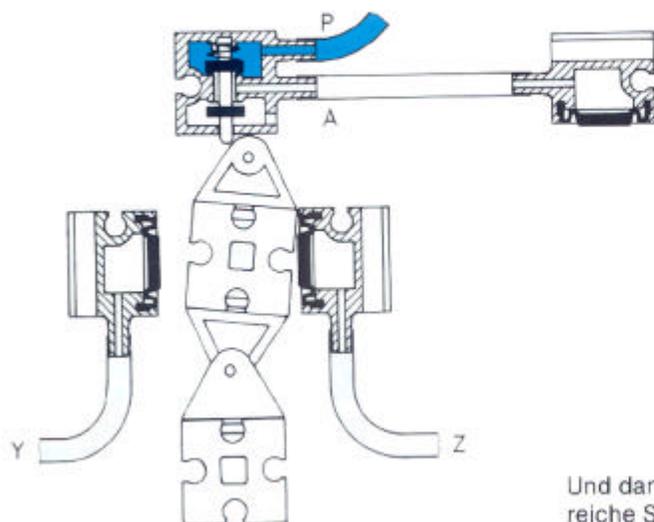
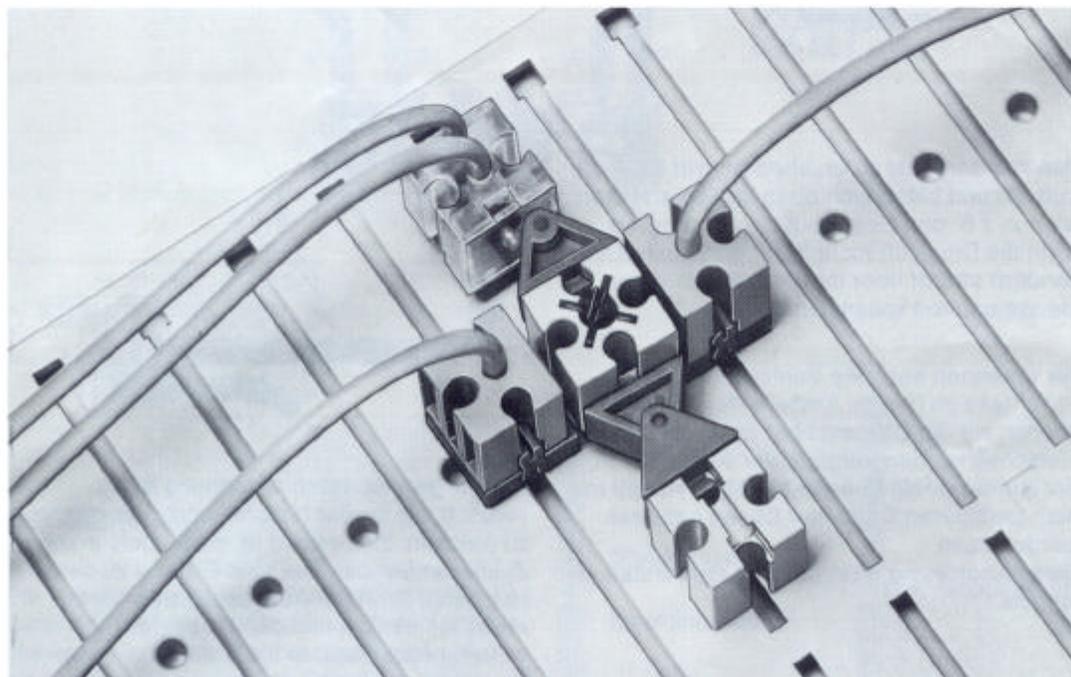
Düsen- entfernung (mm)	1	2	4	6	8	10	12	14	16
Signalgabe durch Balg- zylinder									

Speicherschaltung

Bei der Schaltung des einfachwirkenden Zylinders haben wir gesehen, daß der Zylinder nur solange aus- oder eingefahren bleibt, wie wir das Ventil von Hand oder über einen Nocken betätigen. In manchen Fällen ist es jedoch wünschenswert, daß der Zylinder auch nach Loslassen des Ventilhebels in seiner Position, also gespeichert bleibt. Auch in der Praxis kommt das häufig vor, z.B. bei jedem

Lichtschalter oder beim Kugelschreiber. Die Speicherung wird dort über einen mehr oder weniger komplizierten Mechanismus vorgenommen.

Über die Bauteile von fischertechnik ist es uns ein Leichtes, ebenfalls eine Speicherschaltung aufzubauen. Der Kern des Speichers ist die Mechanik. Wir bauen diese, wie im Bild gezeigt, auf:



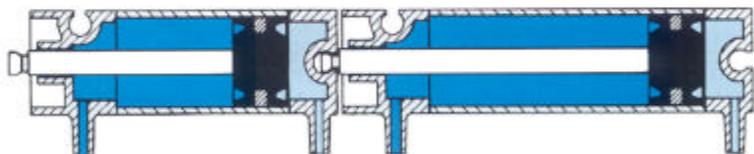
Und dann bauen wir daraus unsere umfangreiche Steuerung auf!

Mehrstellungszylinder

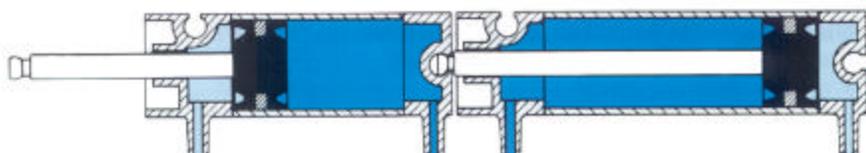
Ein pneumatischer Antrieb, die hin- und hergehende Bewegung des Zylinders, kann nicht in einer Zwischenbewegung gestoppt werden. Der Zylinder fährt, wenn keine größere Kraft ihn daran hindert, immer bis in die Endlage. Manchmal möchte man jedoch in einer Zwischenstellung verweilen und nicht ganz durchfahren.

Um dies zu ermöglichen, muß man mit zwei oder bei Bedarf mit mehreren Zylindern arbeiten. Verwenden wir den größten und einen weiteren Zylinder, können wir vier verschiedene Stellungen anfahren.

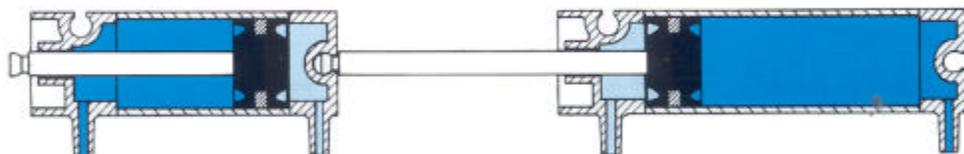
Sind beide Kolbenstangen mit Luft beaufschlagt, stehen beide Zylinder eingefahren in der sogenannten 0-Stellung.



Fahren wir nun den kleineren der beiden Zylinder aus, indem wir dessen Kolbenseite beaufschlagen, die Stangenseite entlasten, so erhalten wir die Stellung 1. Bei einem Hub des Zylinders von 16 mm wurde eine Wegstellung von 16 mm vom Nullpunkt erzielt.



Jetzt fahren wir wieder in die Nullstellung und fahren dann den längeren Zylinder aus. Wir beaufschlagen dessen Kolbenseite, entlasten die Stangenseite und erhalten die Stellung 2. Der Zylinder hat einen Hub von 32 mm, so daß nun ein Wegmaß von 32 mm gefahren wurde.



Nun wird auch der kleinere Zylinder mit ausgefahren. Die Kolbenseite wird beaufschlagt, die Stangenseite entlüftet. Wir erhalten die Stellung 3 mit dem Wegmaß $32 + 16 = 48$ mm.



Schaltungsmäßig schließen wir beide Zylinder wie bisher doppeltwirkende Zylinder an. Die Ansteuerung nehmen wir über jeweils einzelne Rollenhebelventile vor wie bei zwei doppeltwirkenden Zylindern.

Zeitschaltung

Eine interessante pneumatische Steuerungsart ist die Zeitschaltung. Bei Zeitschaltungen wird irgendein Vorgang verzögert oder werden auch mehrere Vorgänge verzögert ausgelöst. Aus der Praxis kennen wir das Treppenhauslicht, das in manchen Fällen zeitabhängig abschaltet. Mit den pneumatischen Elementen lassen sich ebenfalls zeitabhängige Steuerungen bauen. Die Zeitkomponente wird dadurch erreicht, daß man die Luftmenge, die zu einer Steuerung benötigt wird, über ein Drosselventil begrenzt und weiterhin noch ein Volumen, einen Luftbehälter, hinzufügt; beides ergibt Verzögerungsfaktoren.

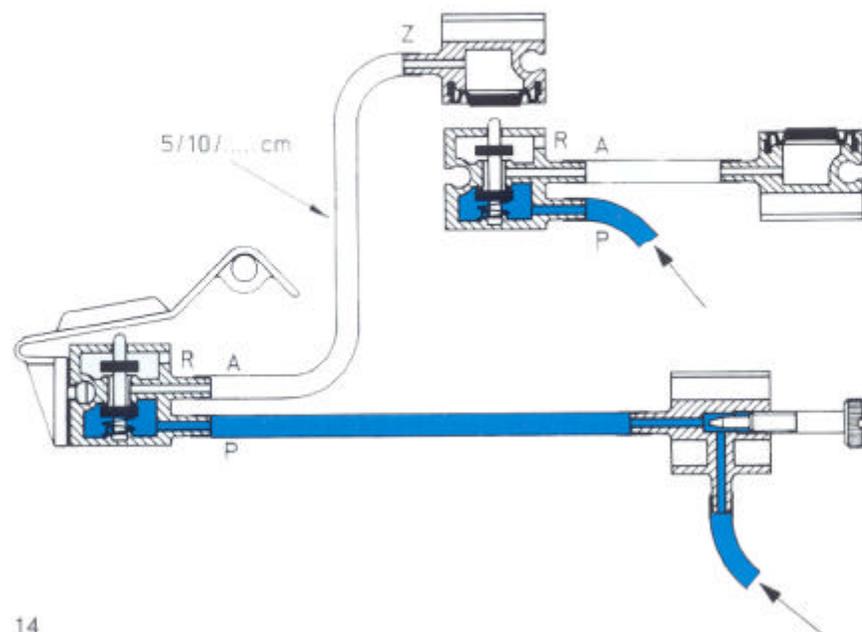
Sehen wir uns das einmal an, und machen wir einen Versuch. Zuerst bauen wir die im Bild gezeigte Anordnung nach.

Und jetzt messen wir die max. einstellbare Verzögerungszeit. Dies ist die Zeit, die zwischen dem Start-Niederdrücken des Rollenhebels bis zum Ausfahren des 2. Membranzylinders verstreicht.

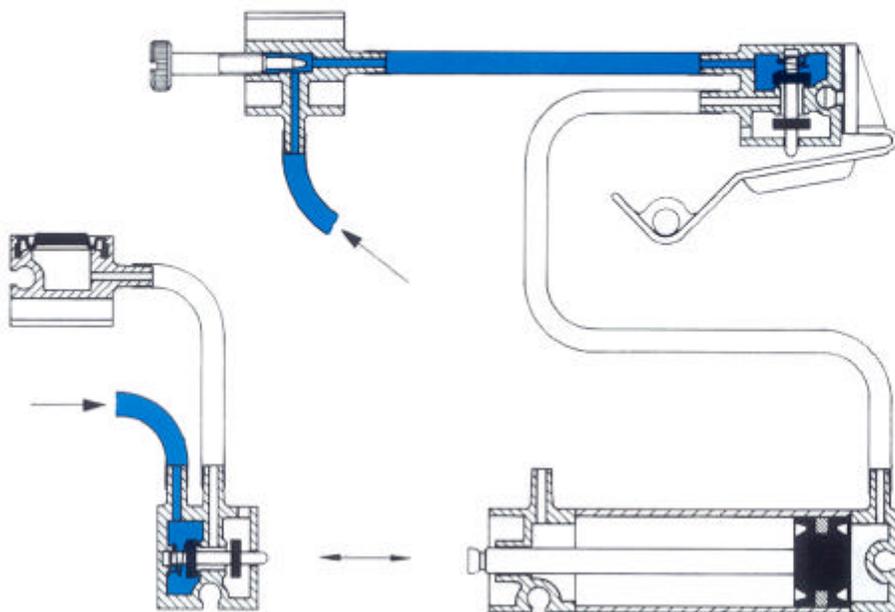
Wir müssen hier versuchen, das Drosselventil ganz feinfühlig einzustellen: Zuerst ganz schließen und dann vorsichtig öffnen. Und nun machen wir weitere Versuche, indem wir unser Volumen vergrößern.

Aus diesen 5 cm Schlauch machen wir nun 10, 15, 25, 40 cm und tragen die Meßwerte in eine Tabelle ein:

Volumen (cm Schlauch)	5	10	15	20	25	40
Zeit						



Ein zweiter Versuch soll uns unsere Ergebnisse nochmals bestätigen. Und zwar bauen wir unseren großen doppelwirkenden Zylinder in die Schaltung ein. Wir ordnen ihn so an,



daß wir die Kolbenstange mech. im Hub beliebig verändern können und verändern den Hub jeweils um ca. 5 mm. Wir erhalten hierdurch eine neue Meßreihe:

Zyl.-Hub mm	0	5	10	15	20	25	32
Zeit							

Wir haben nun das verzögerte Einschalten von Zylindern gesehen. Durch eine schaltungsmäßig andere Anordnung des Drosselventils können wir auch verzögert zu- und abschalten. In diesem Fall bauen wir die Drossel hinter dem Rollenhebelventil ein.

Nun können wir nochmals untersuchen, welche Zeiten sich ergeben, bzw. ob das Ein- und Ausschalten die gleiche Zeit benötigt.

Schaltzeichen und Schaltpläne

Der Zeichenaufwand für die Darstellung einer Steuerung ist sehr groß. Solch umfangreiche Darstellungen kann man deshalb in der Praxis als „Fachsprache“ nicht durchführen. Man hat einfachere Zeichen – Symbole – gefunden, die die Funktion der Elemente einwandfrei erkennen lassen. Die konstruktiven Merkmale werden hierbei völlig weggelassen.

Wir haben nun einige Arbeiten mit diesen Elementen durchgeführt und dabei die Elemente genau kennengelernt. Wir wollen sehen, wie der Fachmann dies darstellt. Beginnen wir mit der Erklärung der Symbole der Zylinder, die sehr einfach und prägnant sind.

Einfachwirkender Zylinder stellt man mit einer Rückholfeder dar.



Doppeltwirkender Zylinder: Die Striche auf der Kolben- und Stangenseite stellen die Zuleitung dar.

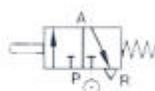


Bei den Ventilen wird die Sache schon komplizierter; man stellt nämlich das Ventil in beiden Schaltzuständen dar; in der Ausgangsstellung und in der Schaltstellung. Man zeichnet dabei beide Schaltstellungen in rechteckigen Kästchen nebeneinander.



In die Kästchen wird eingezeichnet, was im Ventil passiert, d.h. welche Wege die Luft im Ventil nimmt.

Unser Ventil mit dem blauen Stößel wird so gezeichnet:



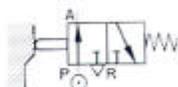
Um einen sicheren Einbau der Ventile zu gewährleisten, sind die Anschlüsse mit Großbuchstaben gekennzeichnet:

Es gelten für:	A, B, C
Arbeitsleitungen	P
Energieanschluß	R, S, T
Entlüftung	Z, Y, X
Steuerleitungen	

Die Leitung mit dem Kreis und dem Mittelpunkt bezeichnet die Druckluftzuleitung. Im Ventil ist der Durchfluß gesperrt, die andere Leitung wird entlüftet, was durch den offenen Pfeil ausgedrückt wird. Die Feder (rechts) stellt die Rückstellungsfeder des Ventils dar. Der Stößel (links) zeigt die Bewegung gegen die Feder an.

Wenn das Ventil geschaltet ist, wird dies so dargestellt:

Der Weg der Luft geht hindurch, und die Entlüftung ist geschlossen.



Beim Ventil mit dem roten Stößel sieht die Grundstellung anders aus:

Hier wird die Luft normal durchgelassen.

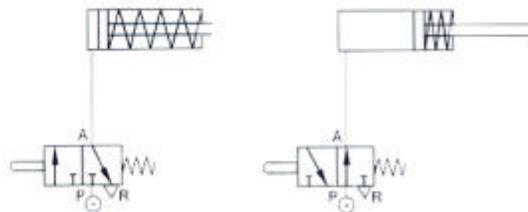


Man bezeichnet in der Fachsprache die Ventile nach der Anzahl der gesteuerten Anschlüsse und nach der Anzahl der Schaltstellungen. Wir können drei gesteuerte Anschlüsse und zwei Schaltstellungen erkennen. Wir haben es also mit einem 3-Wege-2-Stellungsventil oder kurz mit einem 3/2-Wegeventil zu tun.

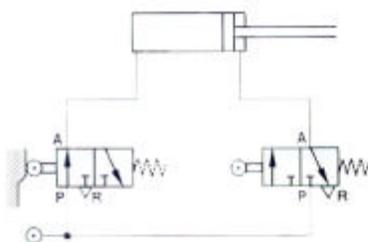
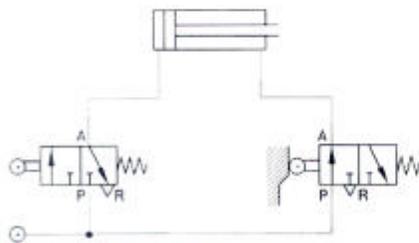
Genauer kann man es noch mit der Grundstellung bezeichnen, dann heißt dies bei dem Ventil mit dem blauen Stößel: 3/2-Wegeventil mit Stößelbetätigung und Federrückstellung in Sperr-Ruhestellung.

Beim Ventil mit dem roten Stößel spricht man von einer Durchfluß-Ruhestellung.

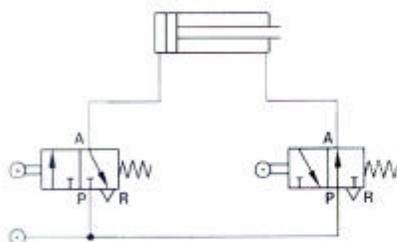
Den einfachwirkenden Zylinder können wir nun über beide Ventile steuern, wir werden jedoch prüfen, für welchen Zweck wir den Zylinder benutzen. Zum Spannen verwenden wir vorzugsweise die Durchfluß-Ruhestellung. Dadurch muß das Ventil für die kurzen Entspannungphasen nur kurz betätigt werden. Die Sperr-Ruhestellung verwenden wir, wenn wir kurzzeitige Betätigungen haben, wie z.B. bei der Speicherschaltung.



Die einfachste Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders erfolgt über zwei 3/2-Wegeventile mit Sperr-Ruhestellung. Wenn wir das linke Rollenhebelventil betätigen, fährt der Zylinder aus. Wird das rechte Rollenhebelventil betätigt, fährt der Zylinder wieder in seine hintere Endlage zurück. Wenn beide Ventile unbetätigt sind, kann die Kolbenstange von Hand frei bewegt werden und bleibt in jeder Stellung stehen. In der Praxis ist es jedoch üblich, daß immer eine Zylinderseite druckbeaufschlagt ist. Dies wird im nächsten Schaltplan dargestellt.



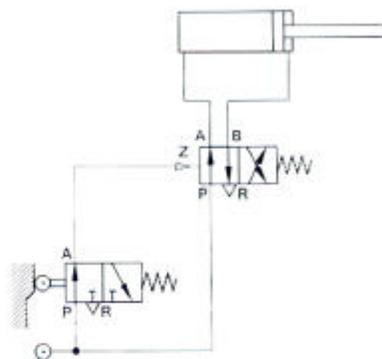
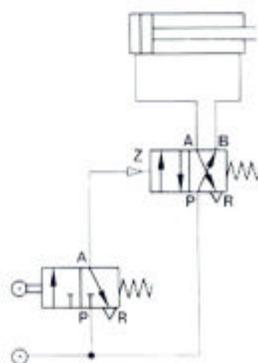
Einen doppeltwirkenden Zylinder können wir auch über diese beiden Ventile steuern. Hier ist noch der Rollenhebelbau durch die Rolle angedeutet. Wir müssen zum Ausfahren des Zylinders beide Ventile betätigen.



Da das gleichzeitige Betätigen der beiden 3/2-Wegeventile in der Praxis ungünstig ist, wird ein 4/2-Wegeventil eingesetzt. Mit der Kombination von zwei 3/2-Wegeventilen und dem Doppelbetätiger wird die Funktion eines

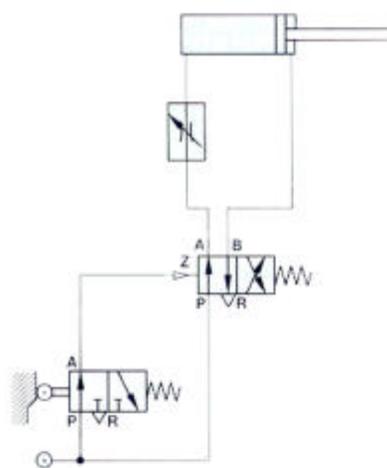
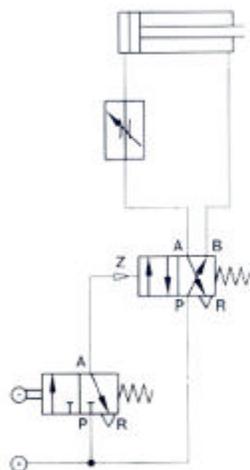
einseitig luftbetätigten 4/2-Wegeventiles mit Rückschaltfeder realisiert. Die Bezeichnung 4/2-Wegeventil deshalb, da wir nun 4 gesteuerte Anschlüsse A, B, P, R und zwei Schaltstellungen haben. In Ruhestellung ist P mit B und A mit R verbunden. Das Ventil wird nur für die Dauer der Signalgabe bei Z umgesteuert. Die Luftbetätigung wird im Symbol mit einem Pfeil \rightarrow dargestellt.

Bei Betätigung des Rollenhebelventils strömt die Druckluft von P nach A und steuert das 4/2-Wegeventil bei Z um. Dadurch werden die Anschlüsse P mit A sowie B mit R verbunden. Der Zylinder fährt aus. Läßt man nun das Rollenhebelventil los, so wird das 4/2-Wegeventil durch die Feder in seine Ausgangsstellung zurückgeschaltet. Der Zylinder fährt in seine Ausgangslage.

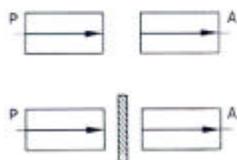


Zur Geschwindigkeitsregulierung werden Drosselventile eingesetzt. Das Bildzeichen ist hierbei ein Rechteck mit eingezeichnete Durchflußlinie und Drosselstelle $\text{---} \times \text{---}$. Der Pfeil zeigt, daß das Drosselventil verstellbar ist. Mit diesem Ventil wird der Durchfluß in beiden Durchströmrichtungen reguliert. Es soll möglichst direkt am Zylinder in die Arbeitsleitung eingebaut werden.

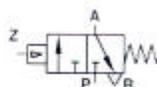
In diesem Beispiel haben wir eine Zuluftdrosselung beim Vorhub sowie eine Abluftdrosselung beim Rückhub.



Die Luftschränke besteht aus einer Sender- und Empfängerdüse. Deshalb sind hierfür auch zwei Symbole notwendig, deren Form ebenso ein Rechteck ist. Die Pfeile an der Durchflußlinie verdeutlichen die Wirkungsweise. Die Druckluftversorgung erfolgt am Anschluß P und am Anschluß A wird das Ausgangssignal abgenommen.

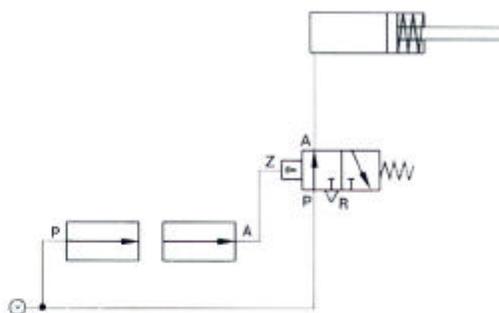


Da der Druck des Ausgangssignals wesentlich geringer ist als das Eingangssignal, muß es verstärkt werden. Hierfür wird der im Bausatz enthaltene Düsenbaustein eingesetzt. Das Bildzeichen hat jedoch mit dem Element nicht mehr viel gemeinsam. Es besteht aus einem 3/2-Wegeventil mit Rückschaltfeder und Luftbetätigung über Verstärker am Steuerungseingang Z. Die Verstärkerfunktion wird durch ein kleines Kästchen mit einer nicht ausgefüllten Pfeilspitze dargestellt.



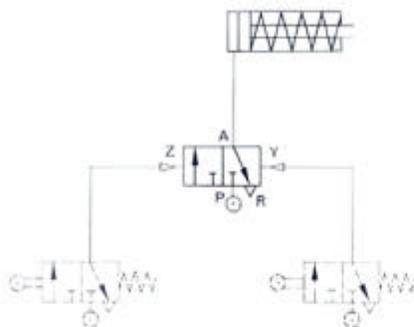
Die Druckluftversorgung wird bei P angeschlossen und das Ausgangssignal dann bei A abgenommen. In unbetätigtem Zustand entweicht die Druckluft über eine kleine Düse ins Freie. Mittels eines einfachwirkenden Balgzylinders wird nun diese Düse durch die bei der Luftschränke austretende Luft verschlossen. Die Luft strömt dann von P nach A.

Ist die Luftschränke nicht unterbrochen, so steht am Ausgang A ein Signal an. Dies schaltet das Verstärkerventil um und der Zylinder fährt aus. Wird die Luftschränke jedoch unterbrochen, so fällt das Signal am Ausgang A ab und das Verstärkerventil wird über die Feder zurückgeschaltet. Der Zylinder fährt nun wieder in seine hintere Endlage.



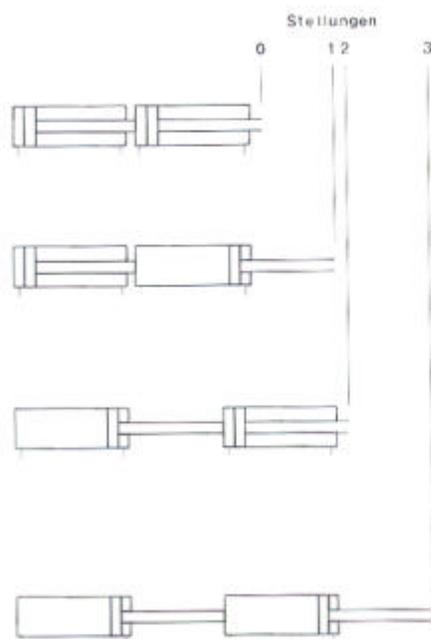
Soll in einer Steuerung ein einfachwirkender Zylinder nach Betätigung eines Ventils ausfahren und erst bei Betätigung eines weiteren Ventils einfahren, so benötigt man ein Ventil mit Speicherfunktion. Als Symbol wird hierfür das bekannte 3/2-Wegeventil in Sperr-Ruhestellung verwendet. Nur ist noch an beiden Seiten die Luftbetätigung in Form eines Pfeiles \rightarrow \leftarrow eingezeichnet.

Durch die mechanische Kombination von einem 3/2-Wegeventil und zwei einfachwirkenden Balgzylindern wird dies realisiert.



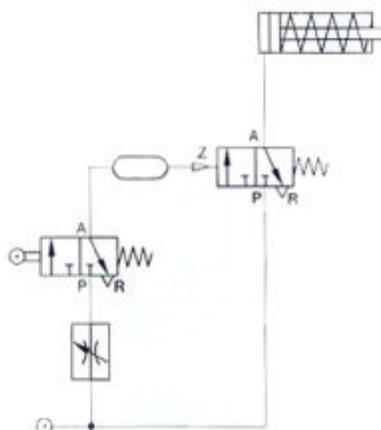
In Ruhestellung ist die Druckluftzufuhr bei P gesperrt und der Ausgang A mit der Entlüftung R verbunden. Liegt nun am Steuereingang Z ein Signal an, so schaltet das Ventil um. Nun ist P mit A verbunden und der Zylinder fährt aus. Auch nach Abfall des Steuersignales bei Z bleibt diese Ventilstellung beibehalten. Erst ein Signal am Steuereingang Y schaltet das Ventil in seine Ausgangsstellung zurück. Der Zylinder fährt ein.

Ein Mehrstellungszyylinder besteht aus mindestens zwei oder mehreren doppelwirkenden Zylindern mit unterschiedlichen Hublängen. Die Symboldarstellung entspricht der praktischen Anordnung. Die Zylinder werden mit dem bekannten Symbol nur aneinandergezeichnet, wobei die Zylinderlänge unberücksichtigt bleibt.

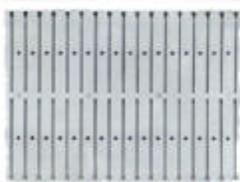


Pneumatische Zeitschaltungen werden über ein Verzögerungsventil realisiert. Dieses Element besteht aus einer Kombination von einem luftbetätigten 3/2-Wegeventil mit Rückschaltfeder, Volumen oder Speicher und verstellbarem Drosselventil.

Die symbolische Darstellung ist einfach. An ein 3/2-Wegeventil in Sperr-Ruhestellung wird auf einer Seite der Luftbetätigung \rightarrow und auf der anderen Seite die Feder $\wedge\wedge\wedge$ eingezeichnet. Vor die Luftbetätigung kommt nun noch das Bildzeichen des Speichers. Je nach Verzögerungsart kann nun noch das Drosselventil eingezeichnet werden. Wird es vor dem Rollenhebelventil eingezeichnet, so haben wir eine reine Einschaltverzögerung, wenn nach dem Rollenhebelventil, dann erfolgt eine Ein- und Ausschaltverzögerung. Die Steuerluft entweicht nun zusätzlich noch über das Drosselventil.



Stückliste

	4 Baustein 15 Art.-Nr. 3 31005 1
	1 Zylinder 45 Art.-Nr. 3 36073 1
	1 Zylinder 60 Art.-Nr. 3 36074 1
	5 Betätiger Art.-Nr. 3 36075 1
	2 Doppelbetätiger Art.-Nr. 3 36076 1
	1 P-Drossel Art.-Nr. 3 36077 1
	1 PVC-Schlauch BL 2 x 0,5 x 2000 Art.-Nr. 3 36078 1
	4 Ventil, geschlossen Art.-Nr. 3 36082 1
	2 Ventil, offen Art.-Nr. 3 36083 1
	1 Zylinder 45 mit Feder Art.-Nr. 3 36239 1
	2 Hubgelenk Art.-Nr. 3 37282 1
	1 Bauplatte 259 x 187 Art.-Nr. 3 38069 1

	2 Gelenkstein 15 Art.-Nr. 3 38459 1
	18 Verbindungs- stück 15 Art.-Nr. 4 31060 1
	1 Düsenbaustein Art.-Nr. 4 31631 1
	2 Düse Art.-Nr. 4 31632 1
	4 Rollenhebel Art.-Nr. 4 31641 1
	10 T-Stück Art.-Nr. 4 31642 1
	1 P-Verteiler Art.-Nr. 4 31646 1
	1 Schlauch 10 x 0,5 x 50 Art.-Nr. 4 36079 5
	4 Riegelscheibe Art.-Nr. 4 36334 1
	10 Baustein 5 Art.-Nr. 4 37237 1
	8 Baustein 7,5 Art.-Nr. 4 37468 1

FESTO
DIDACTIC
Ruiter Straße 82
D-7300 Esslingen 1 (Berkheim)
Telefon (0711) 391-2414
Telex 7 252 512