

# **D** INHALT

<b>1. Ein wenig Geschichte</b>	Seite 2
<b>2. Einführung in die Pneumatik</b>	Seite 2
2.1 Mit Luft Bewegungen erzeugen	Seite 2
2.2 Luft kann man zusammendrücken	Seite 3
2.3 Mehr Kraft durch mehr Druck	Seite 3
2.4 Das Rückschlagventil	Seite 3
2.5 Das Handventil	Seite 4
2.6 Der Kompressor	Seite 4
2.7 Mehr Kraft durch mehr Fläche	Seite 5
<b>3. Pneumatische Funktionsmodelle</b>	Seite 5
3.1 Katapult	Seite 5
3.2 Schiebetür	Seite 5
3.3 Drehtisch mit Presse	Seite 6
3.4 Linear-Vorschub	Seite 6
<b>4. Pneumatische Spielmodelle</b>	Seite 7
<b>5. Noch mehr Pneumatik</b>	Seite 7
<b>6. Wenn etwas nicht richtig funktioniert</b>	Seite 8

## 1. Ein wenig Geschichte

Schon seit Jahrtausenden verwendet der Mensch Luft als Hilfsmittel, beispielsweise um mit einem Blasebalg Feuer zu machen.

Der Grieche Ktesibios baute ca. 260 v. Chr. erste Druckluftgeschütze. Dabei benutzte er zusätzlich zu einer gespannten Sehne Luft, die in einem Zylinder zusammengepresst wurde, und vergrößerte so die Reichweite der Geschosse enorm. Kein Wunder also, dass das griechische Wort „pneuma“, was übersetzt „Luft“ bedeutet, dieser Technik, der „Pneumatik“, ihren Namen gegeben hat.

Mit Beginn der Industrialisierung wurden im 19. Jahrhundert druckluftbetriebene Geräte vor allem im Straßen- und Bergbau eingesetzt. Aus der modernen Industrie ist die Pneumatik nicht mehr wegzudenken. Überall findet man pneumatisch angetriebene Maschinen und Automaten, die z. B. verschiedene Einzelteile montieren, sortieren oder Waren verpacken.

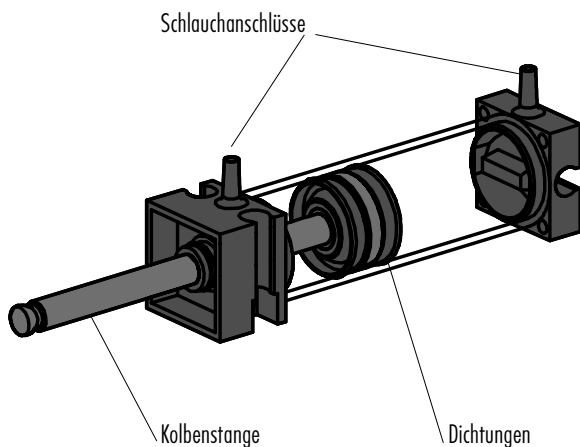
## 2. Einführung in die Pneumatik

Dass man mit Luft eine ganze Menge anstellen kann, hast du sicher auch schon mehrfach festgestellt. Luft kann z. B. ein Windrad antreiben, mit Luft kann man einen Luftballon aufblasen oder eine Kerze ausblasen.

In der Pneumatik geht es vor allem darum, mit Luft Bewegungen zu erzeugen und Kräfte zu übertragen. Mit unserem Baukasten Profi Pneumatic II wollen wir vor allem erläutern wie pneumatische Komponenten funktionieren. Dazu erklären wir dir Schritt für Schritt die einzelnen Bauteile und zeigen wie sie arbeiten. Außerdem sind im Baukasten zahlreiche Modellbeispiele enthalten, die darstellen wie Pneumatik eingesetzt werden kann.

### 2.1 Mit Luft Bewegungen erzeugen

Als Erstes erzeugen wir nun mit Luft eine Bewegung. Dazu verwenden wir einen sog. Pneumatikzylinder.

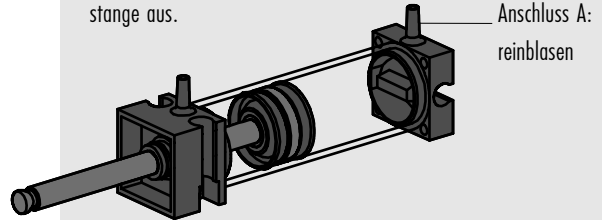


Im Baukasten sind zwei verschiedene Zylinder enthalten, ein kleinerer mit schwarzer Kolbenstange und ein größerer mit blauer Kolbenstange. Auf den Unterschied kommen wir später zu sprechen. Wir verwenden zuerst den mit der blauen Kolbenstange.

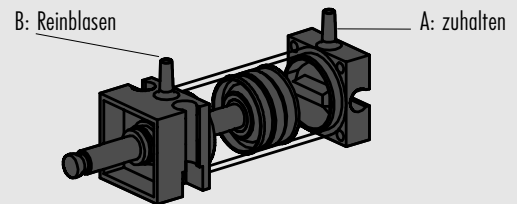
Die Kolbenstange ist beweglich und gegenüber der Zylinderwand abgedichtet. Bläst man durch einen der beiden Schlauchanschlüsse Luft in den Zylinder, bewegt sich die Kolbenstange. Der Anschluss, über den man die Kolbenstange ausfährt, wird mit „A“ bezeichnet, der Anschluss zum Einfahren mit „B“.

#### Versuch:

Befestige an dem Anschluss A ein Stück des blauen Schlauches und blase kräftig hinein. Wenn du genug Puste hast, fährt die Kolbenstange aus.



Blase jetzt Luft durch den Schlauchanschluss B und halte dabei den Anschluss A mit einem Finger zu.



Was passiert jetzt?

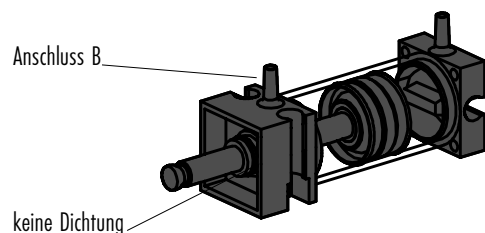
Richtig, es passiert gar nichts. Kannst du dir erklären warum das so ist?

#### Erklärung:

Die Luft im unteren Teil des Zylinders kann nicht entweichen. Deshalb bewegt sich die Kolbenstange nicht. Wenn du also Luft in den einen Anschluss bläst, muss der zweite Anschluss immer offen sein, nur dann bewegt sich die Kolbenstange. Man sagt, der zweite Anschluss muss „entlüftet“ sein.

Den Zylinder, den wir verwendet haben und dessen Kolbenstange mit Luft sowohl aus- als auch eingefahren werden kann, nennt man „doppelt wirkender Zylinder“.

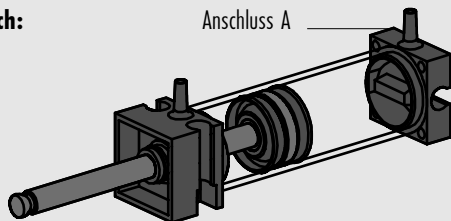
Es gibt auch „einfach wirkende Zylinder“. Deren Kolbenstange kann mit Luft nur in eine Richtung bewegt werden. Für die Bewegung in die andere Richtung verwendet man oft eine Feder. Der kleine Zylinder mit der schwarzen Kolbenstange ist ein einfach wirkender Zylinder. Er ist an der Stelle, wo die Kolbenstange aus dem Gehäuse heraus kommt, nicht abgedichtet.



Dort entweicht die Luft, wenn man durch den Anschluss B Luft in den Zylinder bläst. Dafür lässt sich seine Kolbenstange leichter bewegen als die blaue Stange. Wofür das gut ist, wirst du gleich erfahren.

## 2.2 Luft kann man zusammendrücken

### Versuch:



Nimm noch einmal den Zylinder mit der blauen Kolbenstange und ziehe diese ganz heraus. Halte dann den Anschluss A zu und versuche die Kolbenstange hinein zu drücken. Was beobachtest du?

### Beobachtung:

Die Kolbenstange lässt sich nur ein Stück weit hinein drücken. Lässt man sie los, federt sie wieder zurück.

### Ergebnis:

Die Luft im Zylinder lässt sich zusammendrücken. Je mehr sie zusammengepresst wird, desto größer wird der Druck im Zylinder. Diesen Druck kann man auch messen und berechnen. Die Einheit für den Druck ist „bar“ oder „Pascal“

Die Formel zur Berechnung der Höhe des Drucks lautet

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}} \quad \text{oder kurz gesagt} \quad p = \frac{F}{A}$$

Die Höhe des Drucks hängt also davon ab, wieviel Kraft wir auf die runde Fläche im Inneren des Zylinders ausüben.

### Hebebühne Versuch 2 (siehe Bauanleitung S. 7):

Verwende nun einen zweiten Zylinder mit blauer Kolbenstange, befestige ihn auf der Bauplatte neben der Hebebühne, fahre die Kolbenstange ganz aus und schließe am Anschluss A den Schlauch an, der zum Zylinder der Hebebühne führt

Drücke die Kolbenstange hinein. Was passiert? – Die Hebebühne geht nach oben. Ziehe die Kolbenstange wieder heraus und du wirst sehen, dass die Hebebühne sich wieder nach unten bewegt. So weit so gut.

Was passiert aber, wenn du auf die Hebebühne z. B. ein Buch legst und dann versuchst, es nach oben zu bewegen?

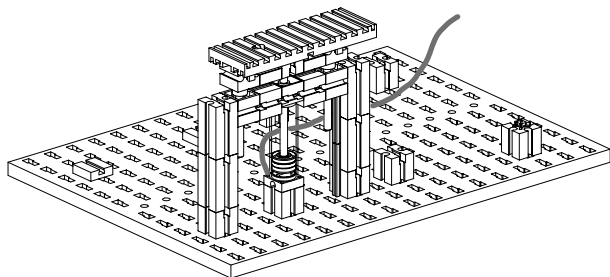
Du musst die Luft im Zylinder erst ein ganzes Stück zusammendrücken, bevor sich das Buch nach oben bewegt. Außerdem lässt sich die Hebebühne nicht mehr ganz ausfahren. Wie kommt das?

Um das schwere Buch nach oben zu heben, benötigt man mehr Kraft. Diese Kraft erreicht man nur, indem man den Druck in dem Zylinder der Hebebühne erhöht. Die zusammengedrückte Luft benötigt weniger Platz im Zylinder. Es ist dann nicht mehr genügend „zusammengedrückte Luft“ im Zylinder vorhanden um die Hebebühne ganz auszufahren. Wir müssten in der Lage sein mehr zusammengedrückte Luft in den Zylinder zu pumpen.

Dazu verwenden wir das sogenannte Rückschlagventil.

## 2.3 Mehr Kraft durch mehr Druck

Als nächstes wollen wir feststellen, welche Kräfte wir mit unserem Zylinder ausüben können. Baue dir dazu, wie in der Bauanleitung ab Seite 5 beschrieben, eine kleine Hebebühne auf.

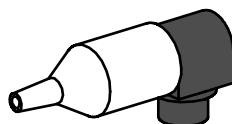


Mit diesem Modell führen wir nun einige Versuche durch:

### Hebebühne Versuch 1 (siehe Bauanleitung S. 5):

Versuche zunächst die Hebebühne nach oben zu bewegen, indem du durch einen Schlauch Luft in den Zylinder pustest. Trotz größter Anstrengung wird das nicht funktionieren.

## 2.4 Das Rückschlagventil

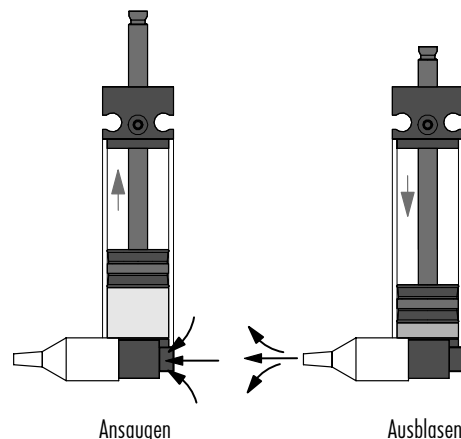


Das Rückschlagventil wird einfach am Anschluss A des Zylinder befestigt.

Am Rückschlagventil kann dann der Schlauch angeschlossen werden.

Zieht man nun die Kolbenstange des Zylinders heraus, saugt das Rückschlagventil Luft von außen in den Zylinder hinein. Schiebt man die Kolbenstange wieder hinein, wird die Luft durch die zweite Öffnung im Rückschlagventil hinaus in den Schlauch gepumpt, während der erste Anschluss verschlossen bleibt.

Wir haben uns jetzt eine Luftpumpe gebaut, ähnlich wie du sie an deinem Fahrrad hast.



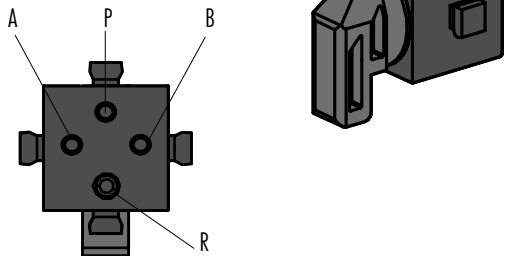
**Hebebühne Versuch 3** (siehe Bauanleitung S. 7):

Schließe die Handpumpe nun an den Schlauch an, der zur Hebebühne führt. Damit kannst du jetzt so viel Luft in den Zylinder der Hebebühne pumpen, dass diese ganz ausfährt.

Jetzt haben wir nur noch ein Problem. Wenn wir die Hebebühne nach oben fahren wollen, muss die Luft durch den unteren Anschluss in den Zylinder gepumpt werden. Soll die Hebebühne wieder nach unten fahren, muss die Luft durch den oberen Anschluss geleitet werden. Natürlich ist es uns viel zu lästig, ständig den Schlauch umzustecken. Es gibt eine viel bessere Lösung.

**2.5 Das Handventil**

Dieses Ventil besitzt 4 Anschlüsse:

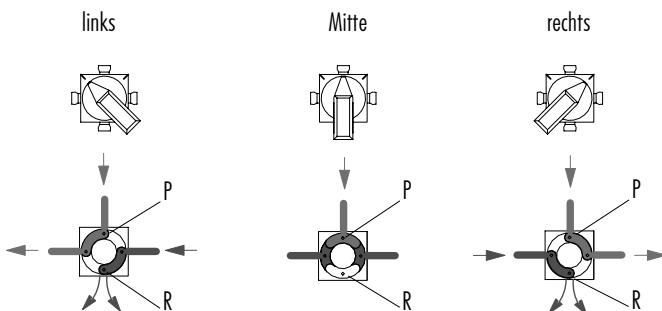


Der mittlere Anschluss ist die Zuleitung für die Druckluft (Anschluss „P“ genannt). Der linke und rechte Stutzen (A und B) sind für die Schläuche zum Zylinder. Der kurze Anschluss an der unteren Seite ist die Entlüftung „R“. Durch sie kann die Luft entweichen, die vom Zylinder zurückkommt (die sog. Abluft). Das Ventil besitzt drei Schaltstellungen (Mitte – links – rechts). Ein Ventil mit 4 Anschlüssen und drei Schaltstellungen nennt man in der Pneumatik 4/3-Wege-Ventil.

**Hebebühne Versuch 4** (siehe Bauanleitung S. 8):

Schließe das Ventil wie in der Bauanleitung beschrieben an. Befindet sich der Schalter in Mittelstellung, sind alle Anschlüsse verschlossen, die Hebebühne bewegt sich nicht. Drehst du den Schalter des Ventils nach links und pumpst dann mit der Luftpumpe, fährt die Hebebühne nach oben. Drehst du den Schalter nach rechts, kannst du die Bühne wieder nach unten bewegen.

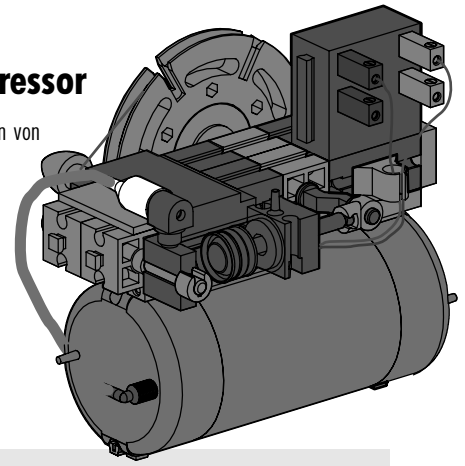
Wie die Luft in den verschiedenen Schaltstellungen durch das Ventil fließt, kannst du folgender Abbildung entnehmen:



**2.6 Der Kompressor**

Mit der Zeit ist das Pumpen von Hand natürlich ermüdend.

Es gibt dafür eine viel elegantere Lösung: den Kompressor. Baue den Kompressor wie in der Bauanleitung auf S. 11 beschrieben.



**Hebebühne Versuch 5** (siehe Bauanleitung S. 9):

Befestige den Kompressor nun auf der Grundplatte des Modells Hebebühne an den beiden dafür vorgesehenen roten Bausteinen. Danach schließt du den Kompressor anstatt der Handpumpe an die Hebebühne an.

Es ist wichtig, dass du als Stromversorgung eine 9V-Alkaline-Batterie verwendest. Ein „normaler“ 9V-Block gibt schon nach wenigen Minuten den Geist auf. Noch besser eignet sich natürlich das Fischertechnik Accu Set (Art.-Nr. 34969), das wesentlich mehr Leistung als der 9V-Block hat, viel länger hält und sich immer wieder aufladen lässt.

Nach dem Einschalten des Kompressors musst du ca. 15 Sekunden warten, bis der Luftspeicher gefüllt ist. Dann kannst du die Hebebühne rauf- und runterbewegen, ohne dass du ständig gleichzeitig von Hand pumpen musst.

Für den Kompressor verwenden wir als Pumpe den kleinen Pneumatikzylinder mit der schwarzen Kolbenstange. Die Kolbenstange dieses einfach wirkenden Zylinders lässt sich leichter bewegen als die des großen Zylinders und kann so über den Fischertechnik-Motor angetrieben werden. Der Luftspeicher stellt sicher, dass immer genügend Druckluft zum Betätigen der Pneumatikzylinder vorhanden ist. Der vom Kompressor erzeugte Druck beträgt ca. 0,5 bar. Der Kolben des Kompressorzylinders muss sich stets leichtgängig bewegen lassen. Er kann bei Bedarf mit einem kleinen Tropfen säurefreiem Öl (z. B. Siliconöl) sparsam geschmiert werden. Wenn der Kompressor längere Zeit nicht benutzt wird, empfiehlt es sich, den Antriebsriemen zu entfernen, da dieser mit der Zeit ausleiert und dann durchrutschen kann.

**Hebebühne Versuch 6** (siehe Bauanleitung S. 9):

Verwende den Kompressor ohne Luftspeicher. Dazu verlegst du einen 20cm langen Schlauch vom Rückschlagventil direkt zum Anschluss P des Handventils.

Was ändert sich beim Betrieb der Hebebühne?

**Beobachtung:**

Sowohl beim Ausfahren als auch beim Einfahren ruckelt die Hebebühne, weil die Pumpe stoßweise die Luft in das System pumpt. Der Luftspeicher gleicht diese Druckstöße aus. Deshalb ist die Bewegung mit Luftspeicher viel gleichmäßiger.

## 2.7 Mehr Kraft durch mehr Fläche

### Aufgabe:

Versuche herauszufinden, mit welchem Gewicht du die Hebebühne belasten kannst, damit sie das Gewicht gerade noch anheben kann.

Wie kannst du noch schwerere Gewichte heben?

### Hebebühne Versuch 7 (siehe Bauanleitung S. 10):

Zum Heben schwererer Gewichte verwendest du einen zweiten Pneumatikzylinder. Baue wie in der Bauanleitung gezeigt den zweiten Zylinder in die Hebebühne ein und schließe ihn gemäß dem dort abgebildeten Schlauchplan an.

### Aufgabe:

Warum ist das Gewicht, das man anheben kann, etwa doppelt so hoch wie mit einem Zylinder?

### Lösung:

Aus unserer Formel  $p = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$  erhält man durch Umstellen die Formel  $F = p \cdot A$

Die Kraft, die man ausüben kann, hängt also vom Druck ab und von der Fläche, auf die der Druck wirkt. Der Druck, den der Kompressor erzeugt, ist immer konstant. Verwenden wir zwei Zylinder anstatt einem Zylinder, ist die Fläche, auf die der Druck wirkt, doppelt so groß. Damit verdoppelt sich auch die Kraft, und damit das Gewicht das man anheben kann.

Zu kompliziert? Macht nichts, merk dir einfach, wenn die Kraft eines Zylinders nicht ausreicht, nimm einen zweiten dazu.

Damit sind wir am Ende unseres Einführungskapitels. Du siehst, die Pneumatik hat es ganz schön in sich. Sie ist aber auch unglaublich spannend. Deshalb wenden wir uns sofort den weiteren Modellen des Baukastens zu. Viel Spaß.

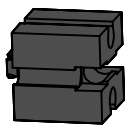
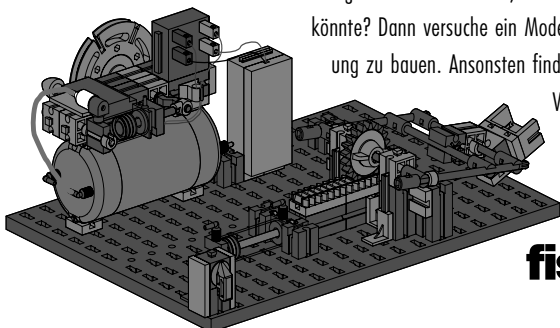
## 3. Pneumatische Funktionsmodelle

In diesem Kapitel wollen wir uns mit einigen Funktionen beschäftigen, die in der „richtigen Technik“ auch oft pneumatisch ausgeführt werden. Wir bauen uns dazu jeweils ein Modell, um besser zu verstehen wie alles funktioniert.

### 3.1 Katapult

Im ersten Kapitel wurde erwähnt, dass bereits der Grieche Ktesibios 260 v. Chr. erste Druckluftgeschütze baute. Was der konnte, können wir schon lange. Hast du eine Idee, wie es funktionieren könnte? Dann versuche ein Modell ohne Anleitung zu bauen. Ansonsten findest du unseren

Vorschlag in der Bauanleitung auf S. 13.



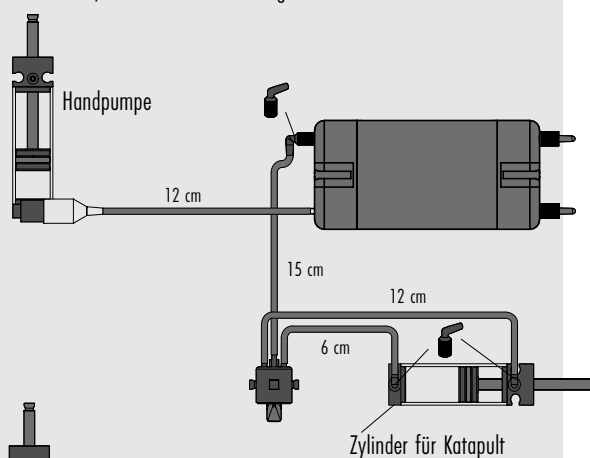
In unserem Modell wird die Druckluft über den Kompressor erzeugt. Bevor du das Katapult zum ersten Mal betätigst, musst du ca. 15 Sekunden warten, bis der Luftspeicher voll ist und du den vollen Druck zur Verfügung hast. Dann schieße einfach einen schwarzen Baustein 15 durch die Gegend.

### Aufgabe:

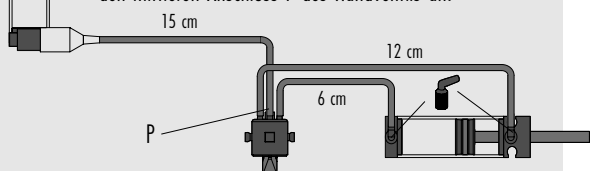
Zwar funktioniert das Katapult hoffentlich gut, aber versuche nun, den Stein noch weiter zu befördern. Überlege, welche verschiedenen Möglichkeiten es gibt. Was funktioniert am Besten?

### Möglichkeiten:

- Verwende anstatt des Kompressors die Handpumpe und pumpe damit den Luftspeicher voll. Öffne dann das Handventil und beobachte, wie weit der Stein fliegt.



- Schließe die Handpumpe ohne Luftspeicher direkt an den mittleren Anschluss P des Handventils an.

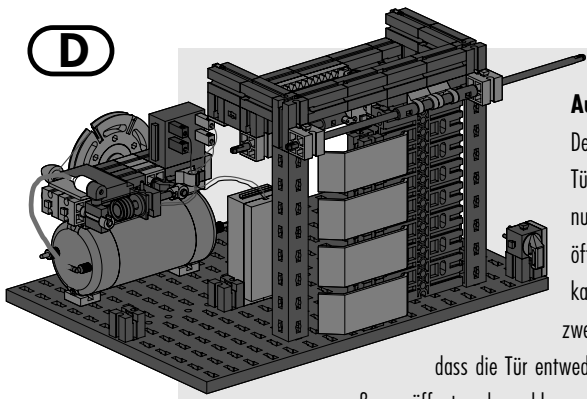


Öffne das Ventil, so dass der Zylinder des Katapults ausfahren kann und drücke danach die Kolbenstange der Handpumpe so schnell du kannst nach unten.

Womit erzielst du das beste Ergebnis?

### 3.2 Schiebetür

Sicher bist du auch schon oft durch eine Schiebetür gegangen. Diese Türen werden entweder elektrisch oder pneumatisch betätigt. Die Türen bei Omnibussen werden z. B. häufig mit Druckluft geöffnet und geschlossen. Man hört dann das typische Zischen wenn die Druckluft entweicht. Baue dir nun auch eine solche Schiebetür, die zunächst über ein Ventil geöffnet und geschlossen wird. Die Anleitung dafür findest du auf S. 17 des Bauanleitungsheftes.

**D****Aufgabe:**

Der Nachteil unserer Tür ist, dass man sie nur von einer Seite öffnen und schließen kann. Baue nun ein zweites Ventil so ein,

das die Tür entweder von innen oder von außen geöffnet und geschlossen werden kann.

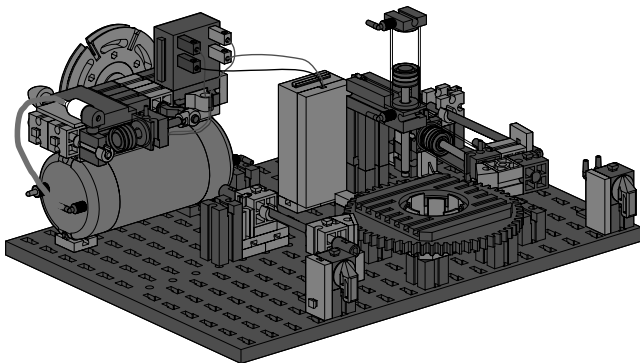
**Lösung:**

Siehe Bauanleitung S. 21

Dabei musst du beachten, dass jedes Ventil nach dem Betätigen wieder in die Mittelstellung zurückgestellt wird. Sonst kann die Tür über das zweite Ventil nicht betätigt werden.

### 3.3 Drehtisch mit Presse

Maschinen, mit denen man in Fabriken Teile fertigt oder montiert, werden sehr häufig pneumatisch angetrieben. Unsere Maschine besteht aus einem Drehtisch und einer Presse. Baue das Modell wie in der Bauanleitung auf S. 22. beschrieben auf.



Jede der beiden Funktionen wird mit einem eigenen Ventil betätigt. Der Drehtisch ist so konstruiert, dass er bei jedem Ausfahren des Zylinders einen Schritt weitertaktet ohne sich beim Einfahren des Zylinders wieder zurück zu drehen.

**Versuch:**

Die beiden Funktionen „Drehen“ und „Pressen“ sollen nacheinander ausgeführt werden. Wieviele Teile kannst du in einer Minute bearbeiten? Betätige die Ventile nacheinander und stoppe die Zeit.

Schaffst du es so schnell zu sein, dass dem Kompressor „die Puste ausgeht“, d.h. er nicht genug Luft produzieren kann, um in dieser Geschwindigkeit die Zylinder zu betätigen?

**Aufgabe:**

In der Realität werden ja solche Anlagen nicht von Hand gesteuert. Wie steuert man solche Anlagen automatisch?

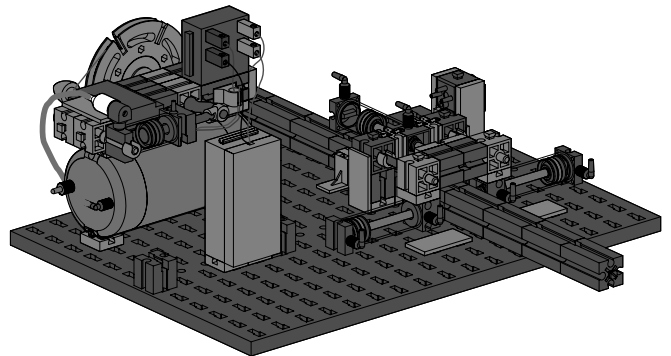
**Lösung:**

Anstatt der Handventile werden Ventile benutzt, die über einen elektrischen Impuls geöffnet und geschlossen werden können. Diese erhalten Ihre Impulse von einer programmierbaren Steuerung, **SPS** genannt (**S**peicher-**P**rogrammierbare **S**teuerung). Der Programmierer gibt ein, in welcher Reihenfolge die Ventile betätigt werden sollen, speichert das Ganze ab, und schon funktioniert die Anlage, ohne dass jemand ständig die Ventile öffnen und schließen muss.

Wie man solche Anlagen mit Fischertechnik automatisieren kann, behandeln wir im Kapitel 5.

### 3.4 Linear-Vorschub

Beim vorigen Modell wurde der Drehtisch beim Betätigen des Ventils jeweils um einen Schritt weiter getaktet. Es besteht auch die Möglichkeit, eine geradlinige Bewegung schrittweise weiter zu taktet. Baue das Modell „Linear-Vorschub“, siehe Bauanleitung S.26.



Du siehst, dass dieser lineare Vorschub viel aufwendiger zu realisieren ist als der Drehtisch. Wir benötigen nun drei Pneumatik-Zylinder.

**Aufgabe:**

Kannst du dir vorstellen, wo so ein Vorschub in der Realität eingesetzt wird?

**Lösung:**

Z. B. in Sägewerken zum Transport von Baumstämmen, die auf eine bestimmte Länge abgesägt werden.

Selbstverständlich würde man in echten Anlagen die Funktion auch automatisieren. Um zu verstehen wie das Prinzip funktioniert, reicht unsere manuelle Bedienung aber völlig aus.

## 4. Pneumatische Spielmodelle

Der Baukasten Profi Pneumatic enthält neben den Funktionsmodellen, mit denen wir uns im 3. Kapitel beschäftigt haben, vier weitere Modelle mit spannenden Spielfunktionen. Es handelt sich um die Modelle Rohrleger, Schneepflug, Schaufellader und Bagger. Funktionen, wie sie in diesen Modellen vorkommen, werden in der Realität nicht pneumatisch sondern mit Hydraulik ausgeführt. In der Hydraulik verwendet man Öl anstatt Luft um die Zylinder zu bewegen. Im Gegensatz zu Luft lässt sich Öl nicht zusammendrücken. Dadurch kann man mit Hydraulik wesentlich höhere Kräfte übertragen als mit Luft.

Für unsere Spielmodelle reicht die Kraft der Pneumatik völlig aus. Außerdem kannst du dir vielleicht vorstellen, dass man mit Öl beim Spielen eine ordentliche Schweinerei anrichten könnte, besonders wenn es z. B. auf den Teppichboden gelangt. Würde man anstatt Öl Wasser verwenden, bestünde die Gefahr, dass die Zylinder verkalken. Der Gebrauch von destilliertem Wasser ist auch nicht zu empfehlen, da dies beim Verschlucken Gesundheitschäden nach sich ziehen würde. Bleiben wir also lieber bei der Druckluft und freuen uns darüber, wie der Kompressor rattert und es beim Betätigen der Ventile zischt, wenn die Abluft aus den Zylindern entweicht. Diese Modelle lassen sich natürlich ideal mit anderen Baukästen kombinieren, so z. B. kannst du mit dem Pneumatikbagger prima den Kipper aus Cars & Trucks beladen, oder mit dem Tieflader aus Super Trucks kannst du Rohre transportieren, die mit einem der Hafenkranen entladen und dann mit dem pneumatischen Rohrleger verlegt werden. Viel Spaß beim Bauen und Spielen.

### Hinweise:

- Besonders beim Bagger ist es wichtig, dass du nach dem Einschalten des Kompressors ca. 15 Sekunden wartest, bis der Luftspeicher ganz gefüllt ist und der volle Druck zum Heben des Baggerarms zur Verfügung steht. Sonst bewegt er sich womöglich nicht. Wenn du mehrere Funktionen mehrmals nacheinander ausgeführt hast, solltest du dem Kompressor auch wieder eine Pause gönnen, damit der Luftspeicher wieder gefüllt werden kann.
- Wenn du diese Modelle längere Zeit in Betrieb hast, lohnt es sich auf jeden Fall, als Stromversorgung anstatt des 9V-Blocks das Accu Set Art.-Nr. 34969 zu verwenden. Der Accu Pack hält wesentlich länger als ein 9V-Block und kann immer wieder aufgeladen werden. Der Einbau in die Modelle ist problemlos möglich.

## 5. Noch mehr Pneumatik

Das faszinierende Thema Pneumatik ist mit diesem Baukasten Profi Pneumatik noch nicht zu Ende. Wenn du jetzt Lust dazu bekommen hast, die pneumatischen Modelle auch noch zu automatisieren, dann ist der Baukasten Pneumatic Robots Art.-Nr. 34948 genau das Richtige. Dort werden die Modelle nicht mehr mit Handventilen gesteuert, sondern mit elektromagnetischen Ventilen, die an das Intelligent Interface angeschlossen werden. Mit der Software LLWin kann man diese Modelle dann über den PC programmieren und steuern. Das ist Technik vom Feinsten. Die Bauteile aus dem Profi Pneumatic Baukasten kannst du natürlich mit verwenden und die Modelle erweitern und ausbauen. Du kannst dir z. B. auch einen „doppelten Kompressor“ mit zwei Motoren und zwei Luftspeichern bauen, der die doppelte Luftmenge produzieren kann. Das eröffnet Möglichkeiten ohne Ende.

Falls du dich noch genauer über das Thema Pneumatik informieren willst, können wir das Buch „Faszination Pneumatik“ empfehlen. Es ist beim Vogel-Verlag erschienen und im Buchhandel erhältlich (ISBN 3-8023-1886-2). Es gewährt auf ca. 200 Seiten einen umfassenden Einblick in die Welt der Pneumatik, ihre Geschichte, zahlreiche Anwendungen und Entwicklungen.

Vielleicht begegnet dir die Pneumatik wieder einmal während der Ausbildung oder im Beruf. Dann wirst du feststellen, dass die „echte Pneumatik“ im Prinzip genauso funktioniert wie im fischertechnik-Baukasten und dass dir dieses Thema längst vertraut ist.

## 6. Wenn etwas nicht richtig funktioniert

Was gibt es Schlimmeres als ein Modell, das fertig gebaut und angeschlossen wurde und dann nicht funktioniert? Deshalb wollen wir dir an dieser Stelle ein paar Tipps geben, woran das im Einzelfall liegen könnte und wie du den Fehler beheben kannst.

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
<b>Der Kompressor läuft nur sehr langsam. Der Motor bleibt stehen, sobald Druck erzeugt werden soll.</b>	Es wurde keine Alkaline Batterie verwendet.  Der Kompressorzylinder ist trockengelauten und lässt sich auch mit der Hand nur schwer bewegen. In diesem Fall ist im Zylinderrohr deutlicher Abrieb zu erkennen.	9V-Block-Alkaline-Batterie verwenden oder fischertechnik Accu Set Art.-Nr. 34969  Falls die Dichtung im Kolben noch nicht umgeknickt ist, Zylinder mit einem kleinen Tropfen säurefreien Öl schmieren. Ansonsten verschlissenen Zylinder austauschen.
<b>Motor des Kompressors läuft, das Schwungrad bewegt sich nicht.</b>	Der Gummiring ist ausgeleiert oder fettig und rutscht durch.	Gummiring und Adapterspitze am Motor mit etwas Wasser und Seife reinigen. Eventuell verschlissenen Gummiring austauschen.
<b>Kompressor läuft scheinbar normal, der angesteuerte Pneumatikzylinder bewegt sich nur sehr langsam oder gar nicht.</b>	<p><b>Luftspeicher leer</b></p> <p><b>Kompressor baut keinen oder zu wenig Druck auf. Prüfung:</b> Am Luftspeicher alle Ausgänge verschließen, Luftspeicher mit Druckluft füllen (ca. 15 sec.). Öffnet man einen Stutzen, muss ein lautes Zischen zu hören sein. Zischt es nur ganz leicht oder gar nicht, ist zu wenig Druck vorhanden.</p> <p><b>Mögliche Ursachen für defekten Kompressor:</b></p> <p><b>Luftspeicher undicht. Prüfung:</b> wie oben mit Druckluft füllen und ins Wasser halten. Steigen Blasen auf, ist er undicht.</p> <p><b>Rückschlagventil defekt. Prüfung:</b> Mit Handpumpe (siehe S. 11 in einen Zylinder mit 5-6 Stößen Luft hinein pumpen. Durch Prüfen im Wasser sicherstellen, dass der vollgepumpte Zylinder dicht ist (keine Luftblasen sichtbar). Lässt sich die Kolbenstange des vollgepumpten Zylinders leicht wieder zurückschieben, oder fährt sie erst gar nicht richtig aus, ist das Rückschlagventil defekt</p> <p><b>Kompressorzylinder undicht. Prüfung:</b> Über Handpumpe (siehe S. 3) den Kompressorzylinder am Anschluss A mit Druck beaufschlagen und ins Wasser halten. Steigen Blasen auf, ist der Zylinder undicht. <b>Achtung: Prüft man am Anschluss B, steigen immer Blasen auf.</b></p> <p><b>Handventil undicht. Prüfung:</b> Ventil in Mittelstellung bringen. Nacheinander alle 3 Anschlüsse mit Druck beaufschlagen und ins Wasser halten. Steigen viele Blasen auf, ist das Ventil undicht.</p> <p><b>Pneumatikzylinder undicht. Prüfung:</b> Beide Anschlüsse nacheinander mit Druck beaufschlagen und ins Wasser halten. Steigen viele Blasen auf, ist der Zylinder undicht.</p>	<p>Alle Ventile in Mittelstellung bringen und ca. 15 Sekunden warten, bis der Luftspeicher gefüllt ist</p> <p>Mögliche Ursachen für defekten Kompressor überprüfen</p> <p>Luftspeicher austauschen</p> <p>Rückschlagventil austauschen</p> <p>Kompressorzylinder austauschen</p> <p>Handventil austauschen</p> <p>Pneumatikzylinder austauschen</p>
<b>Kompressor und alle Zylinder in Ordnung. Trotzdem fährt einer der Zylinder nicht aus</b>	<b>Schlauch an einer Stelle verstopft. Prüfung:</b> Jeden Schlauch einzelnen an Kompressor anschließen. Ob Luft durchgeht, kann man hören und fühlen.	Gegebenenfalls verstopften Schlauch austauschen

